

**ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**

Основаны в 1956 году
Выпуск № 66

**ГЕОЛОГИЯ,
ГЕОДИНАМИКА
И ГЕОЭКОЛОГИЯ КAVКАЗА**

**Сборник статей по материалам научно-практической конференции
(13-17 июня 2016 г.),
посвященной 60-летию основания Института геологии ДНЦ РАН**



Махачкала 2016



Сборник статей по материалам конференции подготовлены при поддержке:
Российского фонда фундаментальных исследований (№ 16-05-20326 Г);

УДК 55; 550.34; 551+553; 55.18; 556; 502.3; 551.432 (470.6)

Г-11 Геология, геодинамика и геоэкология Кавказа. Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск 66. Сборник статей по материалам научно-практической конференции (13-17 июня 2016 г.), посвященной 60-летию основания Института геологии Дагестанского научного центра Российской академии наук. Махачкала: Институт геологии ДНЦ РАН, «АЛЕФ» (ИП Овчинников М.А.), 2016. - 368 с.

ISBN 978-5-4242-0461-6

В сборнике трудов приведены результаты многолетних исследований в области наук о Земле (региональной геологии, минералогии, геофизики, сейсмологии, геоэкологии и др.). Особенно следует отметить возросшее число современных геологических исследований на юге России, имеющих большое хозяйственное значение, систематизация и обобщение подобных работ актуальна и значима.

Сборник трудов рассчитан на широкий круг специалистов в области геологии, геодинамики, охраны окружающей среды и организаций, заинтересованных в получении современной геологической информации.

Редакционная коллегия: Черкашин В.И. (отв. ред.), Магомедов Р.А, Магомедов А.Г. Мамаев С.А., Гусейнова А.Ш., Идрисов И.А., Ибаев Ж.Г., Исаева Н.А.

ISBN 978-5-4242-0461-6

© Коллектив авторов, 2016
© ИГ ДНЦ РАН, 2016
© ИП Овчинников М.А. 2016

ИНСТИТУТУ ГЕОЛОГИИ ДНЦ РАН 60 ЛЕТ
(прошлое, настоящее и будущее)

Черкашин В.И.
Институт геологии ДНЦ РАН

Юбилейные даты являются некоей точкой отсчета о проделанной, существующей и предстоящей научной деятельности. В этом году нашему институту исполняется 60 лет, со дня его основания (Постановление президиума Академии наук СССР от 17 августа 1956 г.). Многого пришлось претерпеть за этот период, когда решалась судьба нашего института. Это передача его из одного ведомства в другое, различного рода реформы, которые и сегодня имеют место быть. Но, несмотря на перипетии судьбы, институт остается региональным многоотраслевым учреждением академического профиля Российской академии наук и в силу своей специфики призван решать как фундаментальные, так и прикладные задачи народного хозяйства Республики Дагестан и региона, продиктованные реалиями сегодняшнего дня.

Первым директором Института геологии был академик Академии наук Азербайджана Амирханов Хабибула Ибрагимович. В разное время институт возглавляли: член-корреспондент АН Азербайджана - А.Г. Алиев (1957-1959); К.С. Магатаев (1959-1978); В.В. Суетнов (1978-1980, 1986-1990); А.М. Магомедов (1981-1982); Д.А. Мирзоев (1982-1986, 1990-2000). В 2000 г. на альтернативной основе директором института избран В.И. Черкашин.

Основной целью института является выполнение фундаментальных научных исследований и прикладных разработок в области наук о Земле, относящихся к: охране окружающей среды; региональной тектонике; землетрясениям и сейсмотектонике; стратиграфии мезозоя; региональной минералогии; палеогеографии антропогенного периода; геоморфологии суши; геологии рудных месторождений и неметаллических полезных ископаемых; геологии месторождений нефти и газа; ресурсам подземных вод; региональной гидрогеологии; инженерной геологии природных процессов.

Организация академического института в Дагестане была вызвана необходимостью изучения и использования топливно-энергетических и минерально-сырьевых ресурсов региона. Являясь единственным геологическим учреждением академического типа на Северном Кавказе, институт сочетает в себе элементы территориального научного учреждения, и в то же время отражает фундаментальные поисковые направления, характерные для современного этапа развития наук о Земле. В своей деятельности институт основное внимание уделяет изучению региональной геологии, опирающейся прежде всего на условия конкретного региона Восточного Кавказа, внося вклад и в фундаментальную геологическую науку. Согласно Уставу, утвержденному приказом ФАНО РФ от 04.12.2014 г №1125, основной функцией института является проведение фундаментальных и научных исследований в области наук о Земле по следующим направлениям:

- геологическое строение, геодинамика и вещественный состав осадочно-породных бассейнов Кавказа, Предкавказья, акватории Каспия и закономерности размещения в них полезных ископаемых различного генетического типа (нефть, газ, подземные воды, рудное и нерудное сырье;

- теоретические и прикладные аспекты сейсмичности крупных тектонических структур, разработка и проведение районирования сейсмоопасных территорий, выявление предвестников землетрясений;

- геоэкология горных, равнинных и морских территорий юга России, влияние антропогенного фактора на природную среду.

В настоящее время в институте работает 86 человек, из которых 55 научных сотрудников, 7 докторов науки и 15 кандидатов наук, в том числе: заслуженный деятель науки РФ - 1; заслуженный геолог РФ - 2; заслуженный эколог РФ - 1; заслуженный работник высшей школы РФ -1; почетный разведчик недр РФ - 2; почетный работник высшего профессионального образования РФ - 1; заслуженный изобретатель РФ - 1; заслуженный работник охраны природы РФ - 2; заслуженный нефтяник РФ - 1; лауреаты премии МПР РФ - 3.

В рамках 8 научных направлений и программ фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы институт выполняет 10 научно-исследовательских тем:

- мезозойские бассейны Предкавказья и особенности распространения биоты (фораминиферы);
- разработка теории поведения почв во времени и палеогеографическое развитие Прикаспийской низменности в палеоцене;
- северный металлогенический пояс Восточного Кавказа: геология, вулканизм, геохимия, полезные ископаемые, минераграфия;
- оценка и ревизия металлогенического потенциала Северного Кавказа на основе современных стратиграфических и литолого-геохимических методов анализа осадочных комплексов;
- оценка критериев нефтегазоносности мезозойско-палеозойских отложений Юго-Восточного Предкавказья;
- научные основы комплексного использования ресурсов недрого сырья для строительной индустрии на базе современных наукоемких, энергосберегающих и высоких технологий;
- закономерности формирования подземных вод горно-складчатых областей Восточного Кавказа (Дагестан). Взаимосвязь поверхностных и подземных вод;
- изучение пространственно-временных закономерностей распределения геополей Восточного Кавказа под воздействием природных и техногенных факторов;
- теоретические и экспериментальные исследования сейсмического процесса Восточного Кавказа на основе совершенствования геофизических методов наблюдения;
- эколого-геохимические особенности ландшафтов Прикаспийской низменности (Дагестан).

К числу важнейших достижений Института геологии ДНЦ РАН, полученных по итогам научно-исследовательских работ и проведенных экспедиций, необходимо отметить следующие:

- на основе современных ГИС-технологий сформирована электронная база данных и построены "Почвенные карты Республики Дагестан" масштаба 1:100 000, на основе которой создан комплект геоэкологических карт, позволяющих визуализировать пространственное распределение ландшафтов и производить контроль антропогенного воздействия;

- на основе обобщения и обработки результатов геолого-геофизических исследований последних лет впервые составлена тектоническая карта Дагестана и акватории Каспия масштаба 1:500 000 с пояснительной запиской;

- на Восточном Кавказе (Дагестан) впервые установлена подпровинция комплексных россыпеобразований с промышленным содержанием драгметаллов (Au, Ag, Pt) в среднемиоценовых (чокрак-караган) песчаниках, прослеживающаяся по простиранию на 180 км и общей площадью 500 км²;

- выявлены условия формирования и генетические особенности нетрадиционных природных резервуаров промышленных скоплений нефти и газа в осадочно-породных бассейнах Восточного Предкавказья. Впервые построена карта распространения нетрадиционных ловушек для скопления УВ на территории Российского сектора Каспийского моря;

- разработана основа постоянно действующей гидрогеолого-математической модели формирования и управления ресурсами пресных подземных вод Северо-Дагестанского артезианского бассейна, практическая реализация которой позволит избежать дальнейших катастрофических процессов мышьяковистого и прочего загрязнений и истощения питьевых вод;

- выполнены геоэкологические исследования береговой зоны Каспия в связи с изменением уровня моря, позволившие сформулировать представления и возможные экологические последствия прогнозируемых в будущем колебаний уровня;

- впервые количественно обоснована определяющая роль сейсмичности в формировании климатических аномалий, парникового эффекта на Земле и вступлении климата в геологический период потепления;

- на основании геофизических данных, полученных на территории Восточного Кавказа, сделан вывод об усилении процесса дегазации в земной коре от аномальных деформаций перед катастрофическими землетрясениями $M > 9$;

- на основе полученных патентов на изобретения разработаны научные основы для получения полисиликатных систем, обладающих уникальными связующими свойствами и обеспечивающих комплексное применение нерудного сырья в композициях с различным целевым назначением.

По результатам подведения итогов научно-исследовательской деятельности института за 2015 год, ученым советом были определены две важнейшие разработки, направленные в Отделение наук о Земле РАН, для последующего включения их в доклад Президента России:

- *Новый крупный объект благородных металлов на Северном Кавказе (авторы - В. Черкашин, И. Богуш, А. Юсупов);*

- *Новые направления поисков нефти и газа в палеозойских отложениях Восточного Предкавказья (авторы - К. Сабаньев, Л. Шалбузова).*

Перспективы развития института.

Научно-исследовательская деятельность Института геологии определена его научным потенциалом, спецификой его как регионального академического учреждения, где имеются разработки по фундаментальным и региональным проектам исследований Восточного Кавказа и Предкавказья по минерально-сырьевым ресурсам, опасным геологическим процессам (включая землетрясения и др.), а также геоэкологии региона. Дальнейшие перспективы развития горнодобывающей промышленности (рудное и нерудное сырье) и, в первую очередь, обеспечивающей энергетику региона - нефтегазовой и геотермальной ее составляющих, сдерживаются отсутствием достоверно обоснованных данных о глубинном геологическом строении Дагестана и прилегающей акватории Каспийского моря, где природные ресурсы УВ сырья значительно превышают известные запасы нефти и газа суши. В этой связи разработки Института геологии на ближайшую перспективу будут сосредоточены по следующим направлениям:

- исследования глубинной геологической структуры и размещения полезных ископаемых различного генетического типа;

- изучение геологического строения и связанных с ним полезных ископаемых, формирование морфоструктур и глубинных инфраструктур, а также природных энергоносителей (нефть, газ, термальные воды) Восточного Кавказа и прилегающего шельфа Каспия с прогнозной оценкой их запасов и разработкой основных направлений геологоразведочных работ;

- изучение сейсмичности и других опасных геологических процессов Восточного Кавказа, выявление предвестников землетрясений, проведение сейсмораионирования и комплексных геоэкологических исследований с оценкой изменения природной среды под воздействием различных антропогенных и техногенных факторов;

- гидрогеологические и геоэкологические исследования по изучению закономерностей формирования и размещения подземных вод Восточного Предкавказья (генезис, ресурсы, источники загрязнения) и составление банка гидрогеологических данных на основе современных геоинформационных технологий.

Наличие квалифицированных научных и инженерно-технических кадров с большим опытом работы в регионе, комплексный подход к решению поставленных задач позволяет институту добиться поставленной цели.

Хочу выразить глубокую признательность всему коллективу нашего института за труд и верность своей профессии. Уверен, что геология всегда будет флагманом экономики, обеспечивающим энергетическую безопасность, финансовую стабильность и устойчивое развитие не только нашего региона, но и всего Северного Кавказа.

Дорогие друзья, уважаемые коллеги!

Сердечно поздравляю Вас с шестидесятилетним юбилеем института. Желаю счастья, здоровья и новых творческих успехов на благо Дагестана и России!

РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

УДК 502.3:551.432 (470.6)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ГОРНОРУДНОГО ТЕХНОГЕНЕЗА КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССИИ И ДАГЕСТАНА

*Богуш И.А., Черкашин В.И., Юсупов А.Р.
Новочеркасский политехнический институт
Институт геологии ДНЦ РАН
Дагестанский государственный университет*

В пределах Карачаево-Черкесской республики (КЧР) и Республики Дагестан (РД) выделены центры горнорудного техногенеза и их специфические ландшафты. Выявлено негативное экологическое воздействие в пределах выделенных центров техногенного горнорудного ландшафта и его элементов на окружающую среду. Показано, что горные производства являются одним из основных источников экологической напряженности и загрязнения питьевых пресных вод. Рассмотрено экологическое воздействие горных производств на высокоопасных медноколчеданных месторождениях. Дана оценка комплекса горнотехнических, геоэкологических и социальных проблем горных республик Северного Кавказа.

Ключевые слова: рудопроявление, месторождения, колчеданные руды, отвальные породы, окислительно-восстановительные процессы, тяжелые металлы.

Within the Karachay-Cherkess Republic (KChR) and the Republic of Dagestan (RD) allocated mining technogenesis centers and their specific landscapes. Revealed a negative environmental impact in the range of the focal points of man-made mountain-norudnogo landscape and its elements to the environment. It was shown that pro-mining production is a major source of environmental stress and pollution-drinking fresh water. We consider the environmental impact of mining in the production of highly massive sulfide deposit. The estimation of the mining complex, geo-ecological and social, problems of mountain republics of the North Caucasus.

Keywords: ore occurrence, deposits, pyrite ore, overburden, redox processes, heavy metals.

Разработка рудных богатств Северного Кавказа является одним из направлений решения сложного сплетения экономических и социальных проблем региона. Наибольшее разнообразие горнорудных ландшафтов можно наблюдать в КЧР. Горные производства республики сосредоточены в высокогорной части, наиболее ранимой в экологическом отношении. В горном Дагестане к экологически опасным объектам можно отнести территорию Хнов-Борчинского рудного района, где выявлено 16 рудопроявлений и разведанное месторождение Кизил-Дере.

В КЧР в настоящее время идет промышленная разработка медноколчеданных рудных месторождений (Cu, Au, Ag, Pt, Zn), а освоение полиметаллических золоторудных, вольфрамовых месторождений начато более 100 лет назад. За этот период вокруг известных рудных месторождений возникли крупные зоны горнорудного техногенеза со своими техногенными ландшафтами и отрицательным экологическим потенциалом. Освоение рудных минеральных богатств КЧР осуществлялось поэтапно (поиски, разведка, добыча, переработка). По мере выполнения этих этапов разрастаются масштабы горнотехнических производств, их структура и площади, одновременно с этим увеличивается экологическая напряженность и отрицательное воздействие на геологическую среду. Сложный технологический процесс горных работ активно и разнообразно изменяет рельеф, ландшафты и особенно поверхностные воды. Геологоразведочные работы на Cu, Zn, Pb, Au, W в высокогорной части республики сопровождалась проходкой штолен, суммарно превышающих 160 км протяженности. Эксплуатационные работы и обработка минерального сырья создают предпосылки экологической напряженности и природно-техногенных катастроф. Горнорудные производства относятся к наиболее опасным факторам нанесения ущерба природе, вызывая изменения поверхностной и подземной экосферы Земли. Горнорудные производства Кавказа интенсивно развиты в Кабардино-Балкарии (Тырныауз), Карачаево-Черкессии

(Передовой хребет) и Северной Осетии (Садонский район). В этих республиках возникает ряд социальных проблем при завершении горных работ, становлении и отмирании монопромышленных городов и поселков. Горные производства красивейших мест горных республик Кавказа сопровождаются нарушениями природных равновесий, разрастанием участков и зон техногенеза, развитием горнорудного ландшафта и загрязнением геологической среды.

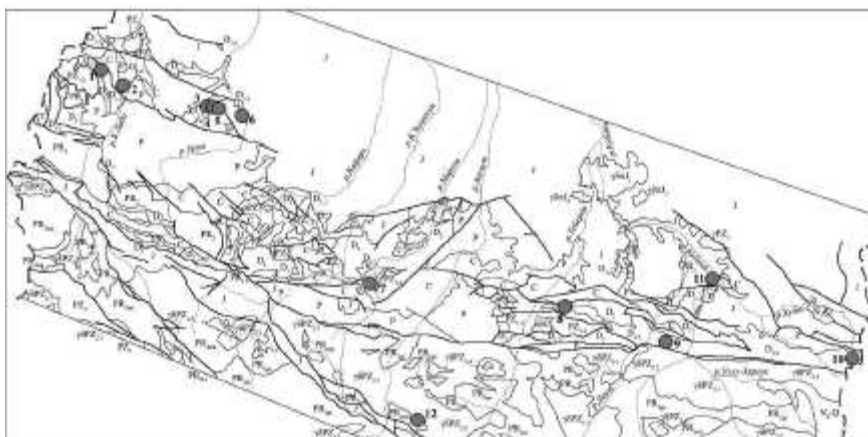
Территория КЧР богата рудными полезными ископаемыми – медью, полиметаллами, золотом. Наиболее широкомасштабные горные работы в республике проведены на медноколчеданные руды [2, 3]. В бассейнах рек Кубань и Большая Лаба разведаны промышленно ценные колчеданные (медно-цинковые) месторождения Худесское, Урупское, Власенчихинское, Скалистое, Первомайское, Даутское, Левобережное, Быковское, Бескесское Карабесское [14]. В настоящее время Власенчихинское месторождение уже отработано, широко эксплуатируется Урупское месторождение. Перерабатывающим центром горнорудной промышленности является Урупский горно-обоганительный комбинат (пос. Медногорский). В ближайшей перспективе намечается освоение Первомайского, Скалистого и Худесского медноколчеданных месторождений КЧР. При нынешних темпах освоения колчеданных месторождений запасов их руд хватит Урупскому ГОКу более чем на 60 лет.

Суммарным результатом освоения рудных богатств КЧР является создание высокоиндустриальных горнотехнических центров с соответствующими техногенными ландшафтами. В пределах этих центров сосредоточены все объекты, участки и территории разведочных, добычных и перерабатывающих работ, а также вся инфраструктура горных предприятий, со своими структурными подразделениями, распространяющаяся и в пределы селептебных массивов. Такие центры техногенеза имеют тенденцию к постоянному разрастанию – вплоть до создания монопромышленных населенных пунктов городского типа. С рудными районами и рудными месторождениями в КЧР связано развитие ряда крупных центров горнорудного техногенеза: 1- Худесский (медный колчедан, медь, цинк, кобальт, золото); 2 – Эльбрусский (Кубань-Даутский) (медный колчедан, полиметаллы); 3 - Урупский (медь, цинк, золото, платина); 4 - Бескес-Большелабинский (медь, цинк, золото). В некоторых центрах техногенеза пройдены все этапы их развития – от зарождения до полной отработки руд (Эльбрусский), в других центрах реализованы в настоящее время лишь поисковый и разведочный этапы (Худесский, Бескес-Большелабинский, Кыркол-Даутский). Наибольшего развития на сегодняшний день достиг Урупский центр с монопромышленным поселком Медногорский.

Все центры горнорудного техногенеза, кроме действующего Урупского ГОКа, расположены в малолюдных горных областях, где хозяйственная деятельность ограничена. Исторически сложилось так, что горнорудные производства охватывают участки формирования важнейших питьевых речных вод Северного Кавказа (истоки рек Кубани, Большой Лабы, Урупа, Худеса, Бескеса, Власенчихи) и отрицательно воздействуют на них [2, 5].

Территориальные горнопромышленные центры техногенеза существенно влияют на изменения поверхностной и подземной гидросферы и верхней оболочки литосферы. Горные производства в этих центрах осуществляются поэтапно, начиная с поиска и разведки рудных объектов с последующей их отработкой, переработкой рудных масс, и завершаются прекращением горных работ. Последствием этого цикла работ является катастрофическое изменение окружающей природной среды. К элементам техногенного горнорудного ландшафта в этих центрах относятся разведочные (рудные) поля с буровыми и горными работами (канавы, шурфы, штольни, шахты), поселки горняков и разведчиков, зернохранилища и склады, карьеры, отвалы горных пород и рудных масс, горнорудные и перерабатывающие предприятия (ГОК).

Максимальную экологическую опасность представляют горнорудные ландшафты и производства, связанные с медноколчеданными рудами и месторождениями (рис. 1), поскольку колчеданные руды на 80–100 % состоят из сульфидов (пирит, халькопирит, сфалерит), быстро окисляющихся на поверхности с образованием высокотоксичных соединений. В колчеданных рудах содержатся такие токсичные тяжелые металлы как свинец, цинк, кадмий (1 класс опасности), а также медь и кобальт (2 класс опасности).



1. Бескесское (медь), 2. Быковское (медь), 3. Власенчихинское (медь), 4. Первомайское (медь), 5. Скалистое (медь), 6. Урупское (медь), 7. Кара-Бекское (медь), 8. Коль-Тюбинское (медь), 9. Даутское (медь), 10. Худесское (медь), 11. Эльбрусское (свинец), 12. Ктитебердинское (вольфрам) [14].

Рис. 1. Схематическая карта расположения основных рудных месторождений и зон техногенеза Карачаево-Черкесской республики

Рассмотрим детально влияние поисково-разведочных работ и отработки месторождений на экологию ряда районов КЧР и РД.

Урупский центр горного техногенеза является наиболее крупным и ранним с полным охватом всех этапов освоения рудных богатств, начиная от поисково-разведочных работ и кончая производством рудного концентрата [6, 7, 22]. В этом центре наиболее полно проявилось отрицательное воздействие на окружающую среду и максимально развиты элементы горнорудного ландшафта. Район, где расположено Урупское медноколчеданное месторождение, расположен в юго-западной предгорной части КЧР и приурочен к северо-западной части Передового хребта Северного Кавказа. Для района характерен среднегорный рельеф с абсолютными отметками, не превышающими 1700 м над уровнем моря. Урупский центр горнорудного техногенеза занимает площадь 21 км² в бассейне рек Власенчиха и Уруп. Этот центр представлен Урупским рудником, Урупским ГОКом, с соответствующими элементами инфраструктуры этих предприятий, хвостохранилищем Урупского ГОКа (рис. 2) и монопрофильным поселком Медногорский. На территории Урупского центра в пойме реки Власенчиха имеется затопленный карьер Власенчихинского медноколчеданного месторождения и его горные массы вскрыши. Урупский ГОК ведет разработку месторождения закрытым способом. Добытая руда перерабатывается на обогатительной фабрике с получением медного, пиритного концентратов и медного золотосодержащего промпродукта.

Объединенное рудное поле Урупской группы месторождений включает рудные поля Урупского, Власенчихинского, Первомайского, Скалистого и Водораздельного месторождений и является центром сосредоточения поисковых, разведочных и добычных работ, проводившихся в течение 50 лет. Это поле занимает нижнее течение реки Власенчиха (7 км), отрезок по реке Уруп (1,5 км) и водораздел между этими реками общей площадью 12 км². На указанной площади расположены Урупский рудник с соответствующей инфраструктурой, затопленный карьер и отвал горных масс отработанного Власенчихинского месторождения, а также разведочные штольни Скалистого месторождения. Поисковые и разведочные работы на месторождениях Урупской группы сопровождались бурением на указанной площади более 150 скважин глубиной от 200 до 800 метров.

Развитие Урупского горнотехнического центра сопровождается становлением монопромышленного поселка Медногорский в зоне действующего ГОКа. Медногорский – современный многоэтажный поселок с населением около 4 тыс. человек – расположен в левой части долины реки Уруп в живописной горной впадине на высоте 800–900 м над уровнем моря.

Отработка Власенчихинского месторождения открытым способом привела к образованию на месте затопленного карьера купоросного озера, имеющего поверхностную связь с рекой Власенчихой. Площадь акватории озера 0,8 км². В ущельях рек Власенчиха и Уруп значительные территории связаны с участками складирования шахтных горных масс и заброшенными периферийными элементами начала деятельности и разведки Урупского рудника.



Рис. 2. Нижняя чаша отстойника хвостохранилища Урупского ГОКа

Геоэкологические проблемы в Урупском рудном районе максимально проявляются в зоне отстойного хвостохранилища Урупского ГОКа, который охватывает площадь более 1,0 км² пастбищных земель и заполняет токсичными сульфидными массами ряд мелких балок притоков реки Уруп. Хвостохранилище колчеданных руд Урупского ГОКа вполне соизмеримо по масштабам с крупнейшими хвостохранилищами горнодобывающих центров Урала (занимает 6-е место) и является крупным и опасным элементом горного рельефа. При дальнейшей разработке колчеданных месторождений Северного Кавказа сульфидная масса хвостохранилища возрастет в несколько раз. Продукты переработки колчеданных руд представляют, и будут представлять реальную угрозу реке Уруп и далее воде реки Кубань на всем ее протяжении. Особое положение хвостохранилища заключается в том, что оно одновременно является крупным техногенным месторождением, содержащим 19 млн тонн высокотоксичного пиритного концентрата, и около 3,8 т золота, а также бедные руды меди, золота и цинка. Вокруг Урупского ГОКа и хвостохранилища наблюдаются почвенные и донные гидрохимические аномалии с содержаниями меди, существенно превышающими ПДК [4,8,25,26].

Эльбрусский свинцово-цинковый рудник расположен на северном склоне Главного Кавказского хребта в живописном ущелье верховьев реки Кубань. Эльбрусский (Кубань-Даутский) центр горнорудного техногенеза является старейшим в КЧР горнорудным центром, пережившим в полном объеме все циклы развития аналогичных центров – от разведки, эксплуатации, переработки руд до закрытия и истощения рудных запасов. Горнорудная деятельность полностью прекращена в настоящее время, но хорошо сохранились продукты разрушения рудника - элементы горнорудного ландшафта, узкой полосой на территории 1,5 км² вдоль реки Кубани (рис. 3).



Рис. 3. Процесс размывания рекой Кубань отстойного хвостохранилища Эльбрусского ГОКа. В основании отвалов хорошо видны отходы горно-рудных масс, верхняя часть сложена отходами переработки руд.

Эльбрусский рудник разрабатывался с 1891 по 1975 гг. Это месторождение представлено двумя участками - Центральным (Кубанским) и Даутским. Поисково-разведочные работы и добыча руд производились одновременно. Эти работы производились путем поверхностных поисков (шурфы, канавы, мелкие штольни) рудных жильных тел и их отработкой. Такие работы охватывали борта ущелья Кубань и Даут и водораздел Кубань-Худес. В основании ущелья Кубани позже (30–50 гг. прошлого столетия) пройдено три глубокие штольни на территории рудника. Деятельность рудника и ГОКа была прекращена в конце 60-х гг. в связи с истощением запасов. Некоторое обновление горных работ наблюдалось в 70–80-х гг., когда Эльбрусский рудник был выбран Московским горным институтом как база учебной практики. Возобновилась проходка глубоких штолен, были выстроены жилые и служебные помещения. В период «перестройки» всякая деятельность на Эльбрусском руднике была прекращена.

Химический состав групповых проб руд месторождения: Mn – 0,1 %, Ni – 0,02 %, Co – 0,001 %, V – 0,001 %, Zr – 0,002 %, Cu – 0,1 %, Pb – 15,4 %, Ag – 0,002 %, As – 0,2 %, Zn – 14,2 %, Cd – 0,02 %, Sn – 0,001 %, Ga – 0,001 %, Sr – 0,02 %, Ba – 0,02 %. В промышленных количествах в рудах Эльбрусского рудника содержатся свинец, цинк, серебро, кадмий. Добытая на руднике горная масса проходила первичную обработку флотационным методом на имеющейся на руднике обогатительной фабрике.

Большая часть горнорудных масс и отстойных хвостов складировалась на правобережной надпойменной террасе р. Кубань. В головной части р. Кубань размывает основание хвостохранилища. Площадка хвостохранилища протяженностью 1,5 км, мощность хвостов в головной части достигает 6–7 м и понижается в северном направлении до 3–1,5 м. Поверхность хвостохранилища изрезана эрозионными процессами с промоинами в сторону р. Кубань протяженностью 2–9 м и глубиной 0,3–3,8 м.

По данным геохимического картирования, проведенного ГНПП «Гидрогеоэкология», на площади расположения хвостохранилища выявлены ореолы загрязнения почв и донных отложений: Mn – 2 ПДК; V – 3 ПДК; As – 5–10 ПДК; Cd – 3–8 ПДК; Sb – 5 ПДК.

Территория рудника (0,4–0,6 км²) не пригодна для сельскохозяйственного и промышленного освоения, поскольку на ней располагаются отходы строительных материалов, руины производственных и жилых зданий. Здесь же имеются устья двух глубоких штолен.

Имеющиеся данные по размыву хвостохранилища и наличию ореола содержания ряда токсичных металлов территории промплощадки рудника указывают на возможность существенного загрязнения поймы р. Кубань и ее вод в случае разрушения хвостохранилища.

Худесский центр техногенеза занимает южный склон хребта Ташлы-сырт в полосе от горы Ташлы-сырт на востоке, до горы Садырляр на западе, протяженностью 20 км и шириной 0,5–3,5 км. В пределах этой полосы наблюдаются остатки Главной и Чемарткольской баз Худесской ГРП, остатки гидростанции по р. Чучкур и выходы штолен в балках Колчеданная, Кривая, ручьях Голубой, Кислый, Тохана. Общая площадь горнорудного

ландшафта в истоках реки Худес составляет 11,2 км². Наиболее крупные штольни (№№ 2, 7, 14, 15, 16, 18, 19) имеют протяженность от 300 м до 3–5 км горных выработок. Отдельные штольни (№ 7) пронизывают насквозь хребет и имеют выходы в сторону реки Кызыл-кол. Устья штолен практически открыты для выхода шахтных вод и фиксируются отвалами колчеданных руд и горных пород (рис. 4).



Рис. 4. Рудные отвалы штольни №16. Худесское рудное поле

Геоэкологические проблемы воздействия техногенных (шахтных) вод на природные воды малых рек и ручьев, притоков верховьев р. Кубани наиболее полно проявились в пределах Худесского рудного поля Северного Приэльбрусья [2, 15, 23, 24]. Зона техногенеза рудного поля Худесского медноколчеданного месторождения охватывает 20 километровую полосу по Передовому хребту Северного Кавказа между реками Малкой и Чучкуром. Ширина этой полосы 1-3,5 км, высотные отметки 1750-3300 м. В возвышенной части Передового хребта берут начало многочисленные ручьи и реки, которые пересекают рудные тела Худесского месторождения и дренируют рудничные воды.

Субвертикальные тела сплошных колчеданных руд в настоящее время по всему объему рудных масс и околорудных метасоматитов вскрыты буровыми скважинами и штольнями. Общая протяженность горных подземных выработок более 21100 пог. м. Все горные выработки обводнены, подземные воды циркулируют в рудных залежах на всем протяжении по вертикали, в основании рудных тел эти воды имеют выход на поверхность (штольни №№ 14 и 15) и попадают в ручьи Тохана и Голубой. Контактная с сульфидными минералами (пирит, халькопирит) колчеданных руд в пустотах горных выработок с активной аэродинамической связью с дневной поверхностью, кислые (рН от 0,7 до 4,34) рудничные воды Худесского месторождения представляют собой раствор сульфатов железа [15, 17]. Содержание сульфат-иона SO_4^{2-} колеблется от 180 мг/л до 9720 мг/л при общей минерализации 241,7–15046 мг/л. Сульфатные формы железа переходят в оксидные формы. Повышенное содержание сульфат-иона в подземных и поверхностных водах Худесского рудного поля определяется циркуляцией подземной воды в пределах зон колчеданной минерализации и обуславливает низкие значения рН (минимум 0,7), что говорит практически о поступлении в природную среду в отдельных случаях более чем 10 %-ного раствора серной кислоты. При выходе на поверхность окисленное железо гидролизует и выпадает в осадок в виде хлопьев гидроксидов и оксидов железа [15, 17].

В конечном итоге продукты разложения пирита гидроксидов железа попадают в реку Худес (7 тыс. т) и доходят до реки Кубань. Сера колчеданных руд в виде сульфат-иона и серной кислоты также транспортируется в реку Кубань (7,8 тыс. т). В поверхностные воды попадают и рассеиваются высокотоксичные медь (более 259 т) и цинк (148,2 т). Предложенная в настоящее время открытая разработка Худесского месторождения приведет к загрязнению реки Кубань вплоть до Азовского моря. Карьер этой разработки нарушит сплошность хребта Ташлу-сырт, что приведет к активной циркуляции холодного воздуха Эльбруса и климатическим изменениям Северного Приэльбрусья. Кроме этого отработка Худесского месторождения приведет к осложнению логистического характера. Ближайшим перерабатывающим предприятием является Урупская обогатительная фабрика, расположенная в 250 километрах от месторождения. Из 250 км 50 км проходит по горной местности с прокладкой 26 км новой дороги по реке Худесу, а 140 км пройдет по главной авто-

магистрали КЧР, Сары-Тюз Преградная. Транспортировка 500 млн тон руды на такое расстояние не оправдана как с экономической, так с экологической точки зрения.

Учитывая вышеизложенное, с нашей точки зрения, освоение Худесского месторождения приведет к полному перерождению высокогорного ландшафта в верховьях реки Худес Северного Приэльбрусья и как следствие уменьшится интерес к этой территории, как к потенциальному горнолыжному курорту и центру альпинизма (такому, как Терскол в КБР), а все это нанесет значительный экономический ущерб бюджету КЧР [3, 24, 25].

Бескес-Большелабинский центр горнопромышленного техногенеза связан с проведением геологоразведочных работ на Быковском (рис. 5) и Бескесском медноколчеданных месторождениях. Территориально он занимает площадь более 16 км² и охватывает левый борт реки Б. Лаба, ущелье балки Красной (правый приток реки Бескес) и между речный водораздел Большая Лаба – Бескес (урочище Малый Пцицер). В пределах указанной территории отчетливо выделяется два узла, связанные с разведкой Быковского и Бескесского месторождений. На этапе поисков и разведки минерального сырья широко осуществляются проходка горных выработок (штольни).



Рис. 5. Рудные (колчеданные) отвалы Быковского месторождения в пойме реки Большая Лаба.

Быковское (Большелабинское) месторождение разведано магистральными канавами, двумя крупными штольнями, сотней подземных скважин и 12 поверхностными скважинами глубиной от 400 до 1000 м. С поверхности этот водораздел пересечен магистральными канавами, протяженность которых достигает 1 км. Рудное поле Быковского месторождения на 2 км вытянуто в сторону Бескесского месторождения. Промежуток между рудными полями месторождений составляет 0-1,5 км, что дает основание предполагать единое рудное поле обоих месторождений, вследствие чего поисковые работы проводились между Быковским и Бескесским месторождениями на северном склоне горы Малый Пцицер.

Быковское медноколчеданное месторождение залегает в левом борту ущелья р. Большая Лаба в зоне Передового хребта практически на уровне уреза водной поверхности, а главное рудное тело Быковского месторождения расположено большей частью ниже уровня прилегающей части русла р. Большой Лабы. Проектное решение эксплуатации этого месторождения не нашло иного места складирования вынимаемых горных масс и руды, кроме как на самом берегу реки Большая Лаба, которая более 50 лет размывает и еще многие десятки лет будет размывать отвалы руд и метасоматитов. В пределах этих отвалов складировано 16,5 тыс. т колчеданной руды, 177 т меди, 272 т цинка, 9,5 тыс. т пиритизированных метасоматитов и 36,7 тыс. т горных пород. Отвалы содержат от 1–2 до 25 % сульфидных минералов, активно окисляющихся на поверхности и дающих кислые сульфатные воды и растворенные тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb, As). Продукты окисления горной массы, полученной при разведке месторождения, фиксируются на левом берегу реки Большая Лаба на протяжении более 1,0 км в виде шлейфа бурых гидроксидов железа. Интенсивно эродируемые отвалы окисленных и полуокисленных руд, как и выходящие из штолен кислые шахтные воды, в настоящее время загрязняют воды реки Б. Лаба [23].

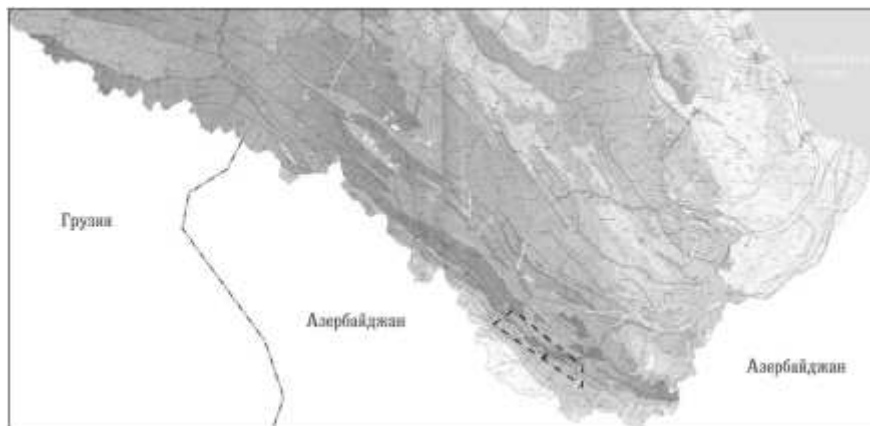
Бескесское медноколчеданное месторождение было открыто в 1947 г. и разведывалось в 1951–1964 гг. В верховьях балки Красной, в 2,5 км от г. Пщицер на площади 0,8 км² пройдено 6 штолен и 61 скважина. Рудные тела в виде двух пластовых линз сплошных руд имеют протяженность 200 и 230 м при мощности соответственно 4–5 м и 15 м. Рудные пласты-линзы разделены безрудным промежутком мощностью 7 м. При разведке Бескесского месторождения рудные и горные массы выброшены на устья штолен. Геохимической особенностью вещественного состава руд Бескесского месторождения является господствующее положение цинка, в два раза превышающее содержание меди. Для Бескесского месторождения выбор складирования отходов сульфидизированных горных масс и руды остро актуален, организацию рудника и вывоза руды весьма осложняет проблема бездорожья (12 км до трассы Псемен–Рожкао). При разведке Бескесского медноколчеданного месторождения было вынута на поверхность 13,7 тыс. т колчеданной руды, и продукты окисления этой руды рассеялись в бассейне р. Бескес, левом притоке р. Большая Лаба.

Итак, суммируя вышеизложенное необходимо отметить, что добыча полезных ископаемых будет продолжаться в КЧР, поскольку эта отрасль промышленности является экономически и геополитически весьма важной. В отдельных случаях горные производства имеют положительное влияние на экономику горных республик. Возрастает развитие транспортных средств и уровень технического образования, растет сеть высокогорных транспортных коммуникаций (дорожная сеть, мосты) и энергетических систем (ЛЭП, гидроэлектростанции). Однако, при освоении рудных месторождений в прошлом веке были допущены крупные технологические просчеты, вызвавшие экологическую напряженность и загрязнение окружающей среды. Остро стоит вопрос ликвидации последствий и устранения этих просчетов в дальнейшем [8,26]. Локальные участки территории КЧР и ландшафтные элементы горных работ на колчеданных объектах могут быть признаны удовлетворительными в экологическом отношении, только при утилизации ликвидации всех проявлений высокотоксичных колчеданных рудных масс.

Центры горнорудного техногенеза являются долговременными (в перспективе – вековыми) источниками загрязнения речных вод тяжелыми металлами. В центрах техногенеза с полным циклом горнотехнических производств следует предусмотреть комплекс мер по экологическому и экономическому восстановлению земель и водоёмов, направленный на рекультивацию восстановления продуктивности нарушенных земель и улучшение условий окружающей среды. В центрах горнорудного техногенеза с красивейшими природными ландшафтами (Худесский, Бескес-Большешелабинский) рекомендуется располагать инфраструктурные элементы (дороги, мосты, ЛЭП, а также жилые комплексы) с учетом возможного использования их территории при формировании туристических и альпинистских баз.

Не лучшим образом обстоят дела и на юге России в горной части Дагестана.

В результате проведенных геологоразведочных работ в верховьях рек Ахты-чай и Самур в Хнов-Борчинском рудном районе (рис. 6) в период с 1964 по 1983 годы выявлено 16 рудопоявлений и 1 месторождение Кизил-Дере (рис. 7) [27].



- [---] --- цы Хнов-Борчинского рудного поля. ● - месторождение Кизил-Дере

Рис. 6. Геологическая карта юга Дагестана.



Рис. 7. Месторождение Кизил-Дере.

По завершении геологоразведочных работ на вышеперечисленных объектах не проведены в полном масштабе ликвидационные, консервационные и рекультивационные работы, что повлекло за собой проблемы экологического характера, связанные с загрязнением водных систем в этом районе [1]. Основной причиной является тот факт, что в составе пород Хнов-Борчинского рудного поля преобладают сульфиды железа, меди, свинца и цинка, которые, взаимодействуя с кислородом воздуха и грунтовыми водами, превращаются в купоросы. Это в конечном итоге приводит к тому, что из штолен, а также из проржавевших за 50 лет буровых разведочных скважин вытекает раствор, состоящий из ионов тяжелых металлов – железа, меди, цинка и других веществ, входящих в состав полезных ископаемых (всего 31 элемент). Все эти продукты химических реакций, при безвозвратных потерях полезных ископаемых, в виде ионов тяжелых металлов сбрасываются в реки Ахты-чай и Самур в количестве 10-12 тысяч тонн в год. К сожалению, эта вода используется в агропромышленном комплексе и следы тяжелых металлов можно обнаружить в сельскохозяйственной и животноводческой продукции. Этой же водой, в которой помимо повышенных концентраций ионов тяжелых металлов присутствуют также ионы других редкоземельных элементов, пользуется население близлежащих населенных пунктов. Этим элементам свойственно накапливаться в организме, что приводит к высокому риску появления у жителей Южного Дагестана различных болезней, включая злокачественные новообразования.

Вопрос отработки месторождения Кизил-Дере, расположенного в Ахтынском районе Республики Дагестан в долине реки Кизил-Дере при слиянии её с рекой Ахтычай, рядом с селением Хнов, достаточно спорный, поскольку не соблюдение экологических нормативов может привести к катастрофическим последствиям.

Мощность разрабатываемого месторождения 58.216 млн т руды, содержащей 1.163 млн т меди; 82.9 тыс. т цинка; 14.017 млн т серы; 15.365 тыс. т кобальта; 3 млн т селена [16,19]. Ежегодно планируется извлекать 3 млн т руды. Производительность обогатительной фабрики - 50 тыс. т по меди. Вырабатываться будет медный концентрат КМ-5, содержащий 20,1% меди и 35,93% серы. Выход концентрата из руды 11,15%, извлечение меди в концентрат 87,19%.

Для отработки данного месторождения необходимо создание определенной инфраструктуры, куда будет входить строительство рудника, обогатительной фабрики, гидроэлектростанции, прокладка автомобильной дороги длиной более 100 км до ближайшей железнодорожной станции Белиджи и т.д. Под размещение объектов рудника, обогатительной фабрики и вспомогательных объектов предусмотрено отведение территории площадью до 100 гектаров, в том числе и строительство хвостохранилища, которое предполагается разместить в створе реки Кизил-Дере, заключив ее русло в бетонный водовод. Насколько это оправданно и небезопасно, следует проверить, поскольку в этом районе достаточно большое выпадение осадков и высокая сейсмичность, что способствует распространению оползневых и селевых процессов.

Кроме этого при проведении на месторождении Кизил-Дере геологоразведочных работ было извлечено проходческих пород более 50 тыс.м³. Масса извлеченной породы, которая сбрасывалась в ложе реки Кизил-Дере (приток второго порядка реки Самур), превысила 170 тыс. тонн. По расчетам, проведенным на основе данных геологоразведки, количество сброшенных в водоохранную зону реки полезных ископаемых (пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит и т.д.), оценивается примерно в 11,5 тыс. тонн.

В настоящий период в водоохранной зоне реки Кизил-Дере масса остаточного содержания отвальных пород оценивается примерно 28 тыс. т. В них содержится более 600 тонн

смеси купоросов. За истекшие более чем 40 лет в поймы рек Кизил-Дере и Ахтычай (приток первого порядка реки Самур) паводковыми водами смыто не менее 140 тыс. тонн окисленных проходческих пород с высоким содержанием ионов тяжелых металлов, в том числе только в 2002 году – порядка 20 тыс т. В отвальных породах идет активизация окислительно-восстановительных процессов, а в ходе выщелачивания отвалов атмосферными осадками тяжелые металлы в виде купоросов попадают в водные системы.

Данные многочисленных авторов, а также анализ фондовых материалов свидетельствуют, что с 1965 года - начало проведения геологоразведочных работ на месторождении Кизил-Дере, качество воды реки Самур значительно ухудшилось [9,11-13, 20,21]. До сих пор размываются шахтные рудоносные отвалы и сливы шахтных вод являются источником загрязнения вод реки Ахтычай и далее реки Самур солями тяжелых металлов (Be, Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Cd).

Следует ожидать, что начало промышленного освоения месторождения Кизил-Дере будет сопровождаться количественно и качественно более высокой степенью техногенного воздействия и трансформацией окружающей природной среды. Сложный технологический процесс горнодобывающего производства включает горнопроходческие, вскрышные и очистные работы, осушение месторождения и горных выработок, транспортировку и складирование пород и отходов обогащения, строительство и функционирование инженерных сооружений инфраструктуры, что естественно повышает риск воздействия на геологическую среду и сопредельные с ней поверхностную гидросферу и атмосферу. При геоэкологических исследованиях требуется четкое представление о действующих природных и техногенных факторах, источниках техногенного воздействия на окружающую среду, природных и других объектов, подвергающихся воздействию, а также о возможных экологических проблемах. Ландшафтно-географическое, геолого-структурное положение месторождения Кизил-Дере, его геохимические, гидрогеологические и инженерно-геологические параметры накладывают ряд условий на ход планирования работ по освоению месторождения, где необходимо учитывать эти факторы, а также источники техногенного воздействия. С целью минимизации уровня воздействия на компоненты природной среды выбор тех или иных операций должен, прежде всего, определяться с точки зрения их экологичности и с позиции наилучших существующих технологий.

Бесспорно, разработка месторождения Кизил-Дере и сопутствующая ей деятельность может обострить экологические проблемы в районе. По всей видимости, добыча и переработка руды приведет к определенному техногенному преобразованию природной среды вследствие отчуждения и нарушения земель, извлечения из недр больших объемов горных пород, подземных вод и газов, размещения твердых и жидких отходов переработки и обогащения полезных ископаемых, а также создание соответствующей инфраструктуры.

Основные экологические проблемы, которые могут возникнуть при освоении данного месторождения, при выбранной технологии добычи и переработки руды, будут связаны с нарушением больших массивов горных пород, изменениями в гидросфере, качества поверхностных вод и почвенного слоя, загрязненностью атмосферного воздуха.

Не менее важные экологические проблемы могут быть связаны с уничтожением в процессе производства работ сельхозугодий, изменением характера растительности, животного мира и условий жизни проживающего коренного населения.

Одной из основных проблем освоения месторождения Кизил-Дере является утилизация пирит пирротинового или так называемого серного концентрата, остающегося после извлечения из руд меди и цинка. Эта проблема потребует определенных технологических решений, т.к. утилизация этого материала на месте в силу способности его к интенсивному окислению (самовозгоранию) может существенно ухудшить атмосферу, гидросферу и почвенный покров территории.

Дополнительную нагрузку на окружающую среду окажет транспортировка конечного продукта. Всего при отработке месторождения Кизил-Дере необходимо будет вывезти порядка 5 млн тонн 10% концентрата на ж/д станцию Белиджи. При отработке месторождения за 15 лет это составит 330 тыс.т за 1 год, 1100 т в день. При перевозке 10 т КАМАЗ(ами) это составит 110 рейсов в сутки или 4-5 рейсов в час, т.е. автомашины будут проходить через каждые 10-15 минут, а учитывая возвратные рейсы – через 7-8 минут. Т.е.

движение по дорогам будет весьма интенсивное. Дороги будут проходить через селения Смугул, Ахты, Усух-чай, Койсун, остальные сёла имеют объездные дороги. Такое движение, несомненно, будет негативно воздействовать на население этих сел и может возникнуть проблема строительства объездных дорог.

В целях снижения техногенной нагрузки горнодобывающей деятельности на окружающую среду и экономических издержек производства важным представляется выполнение оценки по ряду вопросов рационального использования водных ресурсов, недр, горной массы, отходов обогащения.

Анализируя вышесказанное, можно отметить, что вопрос о целесообразности разработки месторождения Кизил-Дере вызывает большой разброс мнений среди ученых, специалистов и общественности Республики Дагестан [10,18]. Мнения расходятся, например, от полного отрицания необходимости начала промышленного освоения месторождения до возможности его освоения без причинения значимого ущерба природной среде региона в случае применения наилучших из существующих технологий и соблюдения ряда экологических ограничений.

ЗАО «Русская медная компания» предприняла попытку начать разработку месторождения «Кизил-Дере», но все ограничилось лишь рекламной компанией. Не был составлен окончательный проект разработки месторождения и не выполнена оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Сохранение существующего положения вещей в долгосрочном аспекте может привести к активизации окислительно-восстановительных процессов, процессов выщелачивания в условиях поверхности месторождения Кизил-Дере, к прогрессирующему химическому загрязнению вод и земель бассейна р. Самур солями тяжелых металлов, ухудшению качества питьевых и орошаемых вод, а также к безвозвратному истощению уникального месторождения полезных ископаемых.

Такая ситуация предполагает два решения - проведение полной консервации месторождения или его отработку.

В первом случае в существующей ситуации считаем необходимым безотлагательное проведение работ по консервации месторождения Кизил-Дере, а также всех объектов рудопроявлений Хнов-Борчинского рудного поля, которые можно выполнить в рамках действующей Федеральной целевой программы «Ликвидация накопленного экологического ущерба».

Во втором - отработка месторождения Кизил-Дере внесет положительный вклад в экономику Республики Дагестан, особенно Ахтынского района и других районов Южного Дагестана, привлечет дополнительные инвестиции в геологоразведочную отрасль, позволит создать новые рабочие места, значительно снизить социальную напряженность в регионе, позволит решить многие экологические проблемы на качественно более высоком уровне. Однако, перед началом этих работ должен быть разработан окончательный проект разработки месторождения с последующим выполнением оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Это позволит оценить конкретные экономические выгоды от реализации проекта, экологические риски и уровень мероприятий по охране окружающей среды.

Литература

1. Алимов М.А. Влияние техногенных объектов Хнов-Борчинского рудного района на водные ресурсы и среду обитания в южном Дагестане // Материалы Дагестанской республиканской экологической конференции. Махачкала. 2013. С. 55-61.
2. Богуш И.А., Рябов Г.В., Ураскулов М.Р. Природное и техногенное загрязнение поверхностных вод Северного Приэльбрусья (на примере Худесского рудного района) // Известия вузов. Геология и разведка, 2012, № 5. – С. 76–77. РГГУ г. Москва.
3. Богуш И.А., Ураскулов М.Р., Рябов Г.В. Горнотехническое воздействие на окружающую среду при разведке и разработке рудных месторождений Карачаево-Черкесской Республики // Устойчивое развитие горных территорий. Международный научный журнал. Владикавказ. 2012. № 3 – С. 10–13.

4. Богуш И.А., Ураскулов М.Р. Изменения геологической среды при поисках и разведке рудного сырья (на примере КЧР // Материалы всероссийской научно-практич. конф. «Нефтяная отрасль Чеченской республики». Грозный. 2013. – С. 173–181.
5. Богуш И.А., Бурцев А.А., Ураскулов М.Р. Горнотехнические комплексы и гидросфера западного Кавказа. Известия вузов. Геология и разведка, №4. 2014. РГГУ г. Москва С.75-82.
6. Богуш И.А., Разоренов Ю.И., Ураскулов М.Р. Проблемы и перспективы освоения медно-колчеданных месторождений Карачаево-Черкесской Республики // Устойчивое развитие горных территорий. Издательство: Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет) (Владикавказ) ISSN: 1998-4502. - 2014. - №2. - С. 7-11.
7. Богуш И.А., Бурцев А.А., Ураскулов М.Р. Центры горнорудного техногенеза Карачаево-Черкесской Республики. // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск 63. Махачкала. Институт геологии ДНЦ РАН. 2014. – С. 213–216.
8. Богуш И.А., Ураскулов М.Р. Геоэкологические проблемы освоения рудных месторождений Карачаево-Черкесской Республики // Менеджмент, маркетинг, предпринимательство: содействие устойчивому развитию. Материалы первой Междунар. науч.-практич. конф. Днепропетровск-Котбус. 2015. Акцент. – С. 23-25
9. Газалиев И.М. Актуальные проблемы геоэкологии Дагестана // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа». Грозный. 2011. С. 355-362.
10. Газалиев И.С.М., Гуруев М.А., Мацапулин В.У. Экологические проблемы разработки месторождения Кизил-Дере // Геология и полезные ископаемые Кавказа. Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып. 57. Махачкала. 2011. С. 208-212.
11. Газалиев И.М., Курбанов М.К. Экологические проблемы природных вод Дагестана // Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Кавказа. Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып.49. Махачкала. 2003. С.171-174.
12. Гуруев М.А., Тагиров К.К. К вопросу воздействия горно-рудной деятельности на водные ресурсы бассейна р. Самур // Тезисы докл. III Международного конгресса «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-98. Москва. 1998. С. 35-36.
13. Гуруев М.А., Алимов М.А., Сепиханова Е.Н. Оценка современного состояния загрязненности вод бассейна реки Самур тяжелыми металлами // Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Кавказа. Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып.49. Махачкала. 2003. С.180-183.
14. Колчеданные месторождения Большого Кавказа // Под ред. В. И. Смирнова. - М.: Недра, 1973.
15. Коновалов Г.С., И.А.Богуш, Куцева П.П., Скрипченко Н.С., Иванова А.А. К вопросу о формировании химического состава подземных вод Худесского рудного поля / Гидрохим. материалы. - Л. 1967. - Т. 43. - С. 117 – 131.
16. Курбанов М.М., Богуш И.А., Рылов В.Г. Колчеданное месторождение Кизил-Дере в Горном Дагестане. Москва.: Научный мир. 2014. 244 с.
17. Куцева П.П., Коновалов Г.С., Богуш И.А., Иванова А.А. Гидрохимическая характеристика и некоторые особенности формирования химического состава рудных вод Худесского месторождения / Гидрохим. материалы. - Л., 1968. - Т.44. - С. 117-130.
18. Магидов С.Х. Экологические последствия освоения медно-колчеданного месторождения Кизил-Дере // Труды ГОРД. Вып. XXV. Махачкала. 1997. С. 25-29.
19. Полищук И.Б., Слюняев А.А. Колчеданное месторождение Кизил-Дере в Южном Дагестане // Известия вузов. Геология и разведка. 1970. № 6. С. 86-89.
20. Присамурье: водохозяйственные проблемы и перспективы // Отв. ред. И.М Сайпулаев, Э.М. Эльдаров. Махачкала. 2003. 154 с.
21. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Оценка качества водных ресурсов бассейна реки Самур // Водное хозяйство России. № 4. 2014. С 4-13.
22. Ураскулов М.Р. Геоэкологические проблемы в зоне влияния Урупского горно-обогатительного комбината (Карачаево-Черкесской Республики) // Вестник Южно-

- Российского государственного технического университета (НПИ). Науки о земле. Изд-во «Политехник» № 1, 2010. – С. 4-8.
23. Ураскулов М.Р., Богуш И.А. Загрязнение поверхностных вод в бассейнах рек Кубани и Большой Лабы при геологоразведочных работах в КЧР / Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования. Сб. тезисов и статей Всерос. конф. Новочеркасск. ЛИК. 2011 – С. 131-134.
 24. Ураскулов М.Р., Богуш И.А., Рябов Г.В. Загрязнение поверхностных вод Северного Приэльбрусья природными и шахтными водами колчеданных месторождений (на примере Худесского рудного района) // Сборник с докладами от Международна научно-техническа конф. «Проблемы на екологията минерално-суровинния отрас отрасыл» 28 август – 1 септември 2011, Варна, България. – С. 288–291
 25. Ураскулов М.Р., Богуш И.А., Рябов Г.В. Геоэкологические проблемы в Урупском рудном районе Карачаево-Черкесской Республики (Северный Кавказ) // Сборник с докладами от Международна научно-техническа конф. «Проблемы на екологията минерално-суровинния отрас отрасыл» 28 август–1 септември 2011, Варна, България. – С. 292–294.
 26. Ураскулов М.Р., Богуш И.А., Рябов Г.В. Проблемы охраны окружающей среды, связанные с разведкой и эксплуатацией колчеданных месторождений на территории Карачаево-Черкесской Республики (Северный Кавказ) // Известия вузов Сев.-Кавказский регион. Технические науки. 2012. № 5, – № 6. – С 89-93.
 27. Черкашин В.И., Мацапулин В.У. Минералого-геохимические особенности юрских рудных образований и металлогения Восточного Кавказа // Махачкала. «Денем». 2009. 276 с.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ДАГЕСТАНСКОГО СЕКТОРА ЮГА ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

*Гаджиева Т.Р., Шульгина Т.А.
Институт геологии ДНЦ РАН*

Изучение закономерностей размещения скоплений нефти и газа в земной коре имеет большое теоретическое и практическое значение. Зная факторы, определяющие закономерности распределения УВ по площади и разрезу, условия формирования и сохранения их скоплений, можно с наибольшей достоверностью прогнозировать нефтегазоносность исследуемых районов с целью повышения эффективности поисково-оценочных работ. Решение этой проблемы зависит во многом от методики и комплекса проводимых исследований [1].

Формирование и различные пространственные сочетания залежей УВ объясняются действием совокупности факторов, важнейшими из которых являются следующие:

-преимущественно газо- или нефтегенерирующие свойства ОВ определенных литологических разностей или зон их распространения;

-избирательная миграция УВ в породах различных структурных особенностей порового пространства;

-соотношение процессов образования структурных ловушек и миграции УВ во времени, различная способность ловушек улавливать их жидких и газообразных фаз;

-перетоки жидкой и газовой фаз залежей при переформировании локальных поднятий в результате тектонических процессов, вызывающих изменение физико-геометрических параметров таковых;

-термодинамические показатели недр, определяющие растворимость жидких и газообразных УВ в подземных водах;

-катагенные и гипергенные преобразования УВ в сформировавшихся залежах.

Анализируя эти факторы, применительно к мезозойским отложениям Равнинного Дагестана выясняется, что при сравнении складчатых и платформенных районов выявляются определенные различия в газо- и нефтегенерирующих свойствах материнских толщ. Например, продуцирующая среднеюрская толща характеризуется в основном как газогенерирующая в геосинклинальной области (угленосная толща Южного Дагестана) по сравнению с платформенной. Что же касается отдельных зон нефтегазонакопления, то этот фактор не является решающим [2]. Для определенных нефтегазоносных комплексов и этапов формирования залежей устанавливается, как правило, какое-либо одно главное направление миграции из определенного источника (например, в средней юре района Сухокумск – из Восточно-Маньчского прогиба) [3-4]. В связи с этим, ловушки отдельных зон или всего района оказываются по отношению к органическому веществу продуцирующих толщ в одинаковых условиях. Из остальных факторов важнейшими являются структурный фактор во всех его проявлениях, а также лито-фациальный, определяющий общее строение и физические свойства нефтегазоносных таксонов и, в частности, качество и распространённость покрышек.

Установлено, что значительная часть структур складчатых районов и все продуктивные структуры дагестанского сектора платформы имеют ранний-немоложе поздней юры, возраст заложения. Как правило, локальные поднятия развивались конседиментационно, иногда с недокомпенсацией осадконакопления с выражением в рельефе. Следовательно, все они в меру своей структурной выраженности на соответствующих этапах развития могли улавливать УВ, начиная с самых ранних фаз миграции, чем обеспечивалась аккумуляция различных фаз по углеводородному составу [5].

Различный темп роста структур во времени при определенной последовательности генерации и миграции газообразных и жидких УВ во многом определял окончательное фазовое состояние залежей.

Большое влияние на конечное распределение залежей УВ оказали тектонические перестройки более крупного порядка. В складчатых районах к ним относятся инверсии тектонического режима продольных ступеней северного склона мегантиклинория Б. Кавказа и

Терско-Каспийского прогиба (ТКП), а также подвижки отдельных блоков этих ступней, разграниченных поперечными разломами фундамента. Резкие ступенчатые инверсионные поднятия приводили к частичному или полному раскрытию антиклинальных ловушек к струйным перетокам УВ в поднятые блоки, причем в отдельных случаях с полным истощением «первичных» залежей и выходом нефтегазонасыщенных пород на поверхность. В платформенных районах изменения региональных углов наклона приводили к переформированию залежей – процессу, отмеченному для районов Восточного Предкавказья многими исследователями М.С. Бурштар, Д.А. Мирзоев, А.В. Томкина (1963, 1970). Неоднократно наблюдаемая в этих районах зависимость продуктивности структур от их устойчивости, как замкнутых поднятий во времени, предопределяется, главным образом, соотношением углов наклона крыльев и региональных наклонов на различных этапах их геологического развития. В ряде случаев изменение наклонов приводило к уменьшению высоты поднятий и утрате нефтяной оторочки газонефтяных залежей.

Струйно-перетекавшая, по нашему мнению, размытые подземными водами из таких поднятий, нефть могла образовать новые скопления в ловушках, расположенных выше по восстанию пластов.

Ряд особенностей пространственного размещения залежей связан с изменчивостью фильтрационно-емкостных параметров пластов-коллекторов, значительно влиявших на скорость и направление движения флюидов. В частности, зональность песчаных пластов часто обусловлена конседиментационным развитием локальных структур с некомпенсированным осадконакоплением роста поднятий. С этим же явлением связано ослабление глинистых покрышек в сводовых частях поднятий положительных структур, вследствие уменьшения их мощностей и увеличения содержания терригенных примесей.

Формирование массивных резервуаров трещинного типа тесно связано с процессом осадкообразования. Поэтому нижний временной предел формирования залежей в массивных резервуарах также определяется возрастом складкообразования [5-6].

Большую роль в размещении залежей нефти и газа по разрезу играли региональные и зональные покрышки. Для мезозойского комплекса таковыми являются байосская глинистая, верхне-юрская сульфатная, нижне-аптская глинистая и майкопская алевролитоглинистая толщи в пределах платформы, а альбская и майкопская, преимущественно, глинистые толщи – в складчатой зоне передового прогиба.

Мезозойские отложения повсеместно перекрыты мощной, преимущественно, майкопской глинистой толщей, выполняющей роль главной покрышки и контролирующей гидродинамику, по существу, всей системы природных резервуаров мезозойских отложений. Будучи в той или иной мере взаимосвязанными через локальные или зональные гидрогеологические окна, природные резервуары мезозойских отложений, почти всех, за редким исключением, зон нефтегазонакопления надежно изолированы от неогенового комплекса природных резервуаров майкопскими глинами. В связи с этим значение майкопской толщи для формирования и сохранения залежей УВ в мезозойских отложениях весьма существенно. Эта толща особую роль играет в нефтегазонасыщенности верхнемеловых отложений, по отношению к которым она является первой региональной покрышкой по разрезу, нет никаких достоверных данных, указывающих, хотя бы косвенно, на нарушение гидродинамической изоляции верхнемелового резервуара и утечки УВ через майкопскую толщу. Единственное исключение из этого правила выявляется только на структурах Восточной антиклинальной зоны Южного Дагестана, где происходит частичная вертикальная разгрузка УВ мезозойского комплекса. Майкопские отложения здесь резко сохранены по мощности и подвергнуты интенсивным новейшим тектоническим движениям, приводящим к деформациям. Кроме того, они залегают непосредственно у дневной поверхности и не испытывают геостатической нагрузки вышележащих пород. В этих условиях даже такие пластичные породы, как майкопские глины, оказались сильно раздробленными, особенно в зонах разрывных нарушений, распространяющихся из мезозойских этажей через майкопскую толщу к дневной поверхности.

Рассмотрим условия формирования залежей УВ в миоценовых отложениях Предгорного Дагестана.

Месторождения УВ Предгорного Дагестана рассредоточены по зонам со сложными и весьма специфическими особенностями геологического строения и развития.

По существу все известные месторождения этого региона представляют собой пространственно и геологически обособленные, сравнительно, небольшие скопления нефти и газа по запасам. В связи с этим возникают трудности в прослеживании закономерностей латеральных и вертикальных изменения физико-химических свойств УВ, несущих важнейшую информацию об условиях формирования залежей. Небольшие размеры залежей при большой мощности осадочного чехла свидетельствуют о том, что залежи нефти и газа сформировались в обстановке тесного взаимодействия наложения или смены факторов концентрации и рассеивания УВ во времени. Некоторые, из наблюдаемых здесь скоплений, представляют конечный результат, весьма сложных преобразований в истории формирования и разрушения в много- и контрастноэтажном разрезе, нижние комплексы которого в геологическом прошлом реализовали часть своего нефтегазопроизводящего потенциала в неблагоприятные условия для сохранения залежей [5,7].

Процессы нефтегазообразования в мезозойских отложениях начались в зоне передовой складчатости значительно раньше, чем на сопредельной платформе. Оценивая возможное перераспределение УВ в процессе погружения и уплотнения глинистых пород среднеюрской толщи, следует принять во внимание наличие в ней, особенно в нижней части, мощных пластовых резервуаров, перекрытых глинистой крышкой байоса. В этих условиях разгрузка зоны генерации должна была осуществляться в основном за счет латеральной миграции от осевой части прогиба к бортам, из которых внутренний – юго-западный борт в настоящее время выведен на поверхность и дренирован, а внешний – северо-восточный борт расположен в зоне передовой складчатости, перекрыт меловыми и палеоген-неогенными отложениями [4].

На этапе миграции УВ северо-восточный борт прогиба представлял собой моноклинали, воздымавшуюся от современного складчатого сооружения к акватории Каспия и Терско-Сулакской низменности. По данным палеотектонического анализа на некоторых участках этой моноклинали развивались пологие конседиментационные поднятия. Примером их является унаследованная Восточная антиклинальная зона.

В течение всего мала и неокома в юрских отложениях Южного Дагестана происходило, с одной стороны, гравитационная дифференциация флюидов, что в благоприятных структурных условиях могло привести к аккумуляции УВ ловушках, с другой стороны – гидростатическая разгрузка пластовых флюидных систем и, следовательно, вынос и рассеивание УВ на поверхности.

В борьбе этих двух противоположных тенденций в верхних горизонтах среднеюрских отложений преобладали процессы рассеивания. По этой причине байос и верхний аален, изученных бурением структур, не содержат промышленных скоплений нефти или свободного газа. В более древних отложениях возможно формирование скоплений УВ различного типа и сохранение их на протяжении всей последующей истории развития района. Первый этап формирования залежей заканчивается поздним неокомом. Последовавшие вслед за ним новое погружение и меловая трансгрессия продолжались с некоторыми перерывами (поздний альб, сеноман, ранний турон) до конца меловой эпохи. Развитие седиментационного бассейна носило спокойный характер.

В распределении осадков меловой эпохи периодически отражались погребенные юрские структуры. Ааленская толща Дагестанского выступа претерпевала главную фазу нефтегазообразования. Наряду с накоплением УВ в ловушках, непосредственно генерирующей толще, не исключается миграция их в меловые коллекторы.

Более значительные изменения обстановки произошли в олигоценую эпоху, с которой связывается начало второго этапа формирования залежей. Основной особенностью эпохи является резкая тектоническая активизация всех зон передовой складчатости, увеличилась скорость роста структур. Следствием тектонической дифференциации территории явилось оживление внутрiformационной, а в зонах нарушения – и межформационной миграции флюидов.

В этих условиях в конце олигоцена, а так же в раннем миоцене формировались небольшие залежи нефти и газа в апт-альбских отложениях Восточной зоны Южного Даге-

стана. Распределение скоплений УВ по ловушкам здесь подчинялось принципу гравитационной дифференциации: воздымание продуктивного горизонта в направлении ундулирующей оси зоны сопровождалось ростом давлений насыщения, величин газовых факторов и сменой нефтяных залежей – Берекей, Дузлак, газовыми – Огни, Хошмензил [6].

Указанные особенности свидетельствуют о едином источнике УВ для всех залежей и миграции их в водорастворенном состоянии вдоль оси зоны с северо-запада на юго-восток. Нижний предел времени формирования залежей определяется возрастом ловушек, а применительно к верхнемеловым отложениям – возрастом резервуара, где коллекторские свойства известняков обуславливаются тектонической трещиноватостью. Последняя, в свою очередь, зависит от таких геометрических параметров структур, как их кривизна в поперечном и продольном сечениях.

Поскольку некоторые структуры верхнемеловых отложений достигли максимальной амплитуды и кривизны к раннему и среднему миоцену (Шамхал-Булак), а структуры, резко выросшие за новейший этап развития, содержат залежи, соизмеримые по высоте с амплитудой структур в доплиоцене (Селли), то нижним пределом времени формирования залежей в целом следует считать миоцен.

Большинство известных залежей среднемиоценовых отложений контролируются структурными или структурно-литологическими ловушками. Анализ складчатой структуры миоценового комплекса показал, что нет никаких локальных поднятий древнее ранне-среднего плиоценового времени основной предакчагыльской складчатости, за исключением поднятий Западной антиклинальной зоны, где эти отложения вследствие глубокой денудации не содержат залежей нефти.

Этим временем и датируется формирование всех залежей нефти чокракского горизонта кроме некоторых чисто литологических залежей. Нефтеносность среднемиоценового комплекса в Дагестане отличается одной существенной особенностью: стратиграфический диапазон распространения скоплений нефти не поднимается выше песчаников «В» (Махачкала) и «Б» (Избербаш). Исключением является небольшое скопление газа в нижнем пласте караганского горизонта (Махачкала). Средние глубины погружения чокракского и караганского горизонтов составляли 2300-2400 и 1600-1700м к концу миоценовой геотектонической инверсии.

Формирование основных залежей нефти чакракского горизонта укладывается в отрезок времени от раннего плиоцена до настоящего времени за счет УВ, отжимаемых в месте с седиментационными водами из глинистых пачек этих отложений в синклинальных прогибах и мигрирующих затем по достаточно выдержанным коллекторам к сводам локальных поднятий.

Таким образом, в результате небольшого анализа опубликованной и рукописной литературы можно сделать следующие выводы:

- Установлено, что значительная часть структур складчатых районов и все продуктивные структуры дагестанского сектора платформы имеют ранний-немоложе поздней юры, возраст заложения; локальные поднятия развивались конседиментационно;

- Зависимость продуктивности структур от их устойчивости, предопределяется соотношением углов наклона крыльев и региональных наклонов на различных этапах их геологического развития;

- Формирование массивных резервуаров трещинного типа тесно связано с процессом осадкообразования;

- Гравитационная дифференциация флюидов происходила в течение всего мальма и неокома в юрских отложениях Южного Дагестана;

- В конце олигоцена, а так же в раннем миоцене формировались небольшие залежи нефти и газа в апт-альбских отложениях Восточной зоны Южного Дагестана;

- Распределение скоплений УВ по ловушкам здесь подчинялось принципу гравитационной дифференциации.

Для успешных поисков нефти и газа необходимо проведение более детального изучения геолого-тектонических условий формирования и размещения их залежей с сочетанием геофизических исследований.

Литература.

1. Бурштар М.С., Машков И.В. Условия формирования и закономерности размещения залежей нефти и газа. М., Гостоптехиздат, 1963.203с.
2. Мирзоев Д.А. Условия формирования и размещения залежей нефти и газа в мезозойских отложениях Прикумской области. Труды ВНИГНИ, вып.100,1970 С 38-43.
3. Юдин Г.Т. Зоны нефтегазонакопления Предкавказья. Изд-во «Наука» М., 1977, 85с.
4. Закономерности размещения и условия формирования залежей и газа Предкавказья. М., «Недра» 1980, 208с.
5. Шарафутдинов Ф.Г., Мирзоев Д.А., Алиев Р.М., Серебряков В.А. Геология нефтегазовых месторождений Дагестана и прилегающей акватории Каспийского моря. Махачкала- 2001, 297с.
6. Мирзоев Д.А., Шарафутдинов Ф.Г. Геология месторождений нефти и газа Дагестана. Махачкала,1986.305с.
7. Шарафутдинов Ф.Г., Мирзоев Д.А., Шапиев Д.Ш. Анализ результатов и пути повышения эффективности геолого-разведочных работ на нефть и газ в верхнемеловых отложениях Дагестана //Геология и нефтегазоносность мезозойских отложений Дагестана. ИГ Даг. ФАН СССР.,1984. Вып.30.

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В РЕГИОНЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Гасанов М.А.

Институт социально-экономических исследований Дагестанского научного центра РАН

Статья посвящена оценке эффективности и рационального использования богатства региональных недр. Приводится анализ основных фондов по видам экономической деятельности полезных ископаемых. В результате исследования определены структура объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг по отдельным видам экономической деятельности. Важное внимание уделено геолого-экономической оценке полезных ископаемых и освоению минерально-сырьевых ресурсов страны и ее регионов. С учетом специфики и отраслевой направленности дано научное обоснование усиления участия государства в создании условий для эффективного и сбалансированного использования минерально-сырьевых ресурсов. Исследуется необходимость перспективного, комплексного использования полезных ископаемых, выработка наиболее оптимальных вариантов развития в регионе. Все это позволит повысить эффективность реализации экономической политики и оценить результаты взаимодействия экономики и минерально-сырьевых ресурсов в стране.

Ключевые слова: оценка, регион, исследование, перспективы, эффективность, использование, минерально-сырьевые ресурсы, анализ, качество, развитие.

Эффективное использование богатств российских недр – такова стратегическая задача долгосрочной государственной программы изучения и воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов (МСР) до 2020 года, которая одобрена Правительством РФ уточняется ежегодно. Государство и недропользователи стали больше уделять внимания проблеме воспроизводства полезных ископаемых. Действительно, в геолого-разведочные работы (ГРР) вложены большие ресурсы из средств бюджетов субъектов Федерации, из внебюджетных источников и т.д.

Однако хотя эти средства позволили лучше изучить геолого-геофизические свойства значительной территории страны и ее регионов, выявить перспективные площади залегания полезных ископаемых и вести исследование ряд месторождений, после значительного провала в финансировании ГРР средства явно недостаточно для полноценного развития сырьевой базы нашей страны. По мнению специалистов за семнадцать лет не было открыто ни одного крупное месторождение ни по одному виду минерального сырья, которое бы составляло суть экономики России». И сырье по-прежнему добывается на месторождениях, которые были подготовлены еще в 70-е годы прошлого века.

В стране отдается приоритет поиску тех МСР, за счет которых страна пополняет бюджет. При увеличении госфинансирования ГРР на 21% в первую очередь средства будут направлены на поиск углеводородов, в том числе на шельфе. 15% бюджетных средств будет направлено на ГРР благородных металлов. А уже за ними последуют стратегические ресурсы и важнейшие импортозамещающие ископаемые. Намечено расширить исследования минерально-сырьевой базы перспективных геолого-экономических районов: Колымского (золото, серебро, сурьма, олово, уголь); Западно-Верхоянского (серебро, золото); Восточно-Саянского (никель, медь, платина, золото, редкие металлы); Приморского (свинец, цинк, вольфрам, марганец, золото, неметаллы); Чукотского (золото, серебро, уран). На ГРР, обеспечивающие геополитические интересы России в Арктике и Антарктиде, запланированы значительные ресурсы.

Прогнозные ресурсы нефти и газа будут увеличены на несколько млн т. условного топлива, что в 1,5 раза больше, чем в 2014 г.. Но, по мнению геологического сообщества, это всего лишь предполагаемые, а не реальные ресурсы. Запасы действующих высокопродуктивных углеводородных провинций сегодня выработаны более чем на 50%. Половина новых и действующих месторождений в стране с трудноизвлекаемыми запасами. Если прогнозные ресурсы не станут реальными месторождениями, то, по расчетам экспертов, уже к

2020 г. запасы нефти могут быть выработаны более чем на 70%, а к 2030 г. – на 90% и добыча нефти снизится до 120 млн т в год.

Особую сложность приобретает проблема добычи углеводородного сырья с началом строительства трубопровода Восточная Сибирь – Тихий океан (ВСТО), первая очередь которого рассчитана на прокачку 30 млн т нефти в год, а вторая – 80 млн. При амортизационном сроке 30 лет реально ВСТО обеспечен сырьем всего на 12,5 года. Да и то за счет исчезающих запасов Западной Сибири.

В настоящее время геологи активно взялись за Восточную Сибирь и Республику Саха (Якутия). Однако ученые предупреждают, что нефтегазовые месторождения в том громадном и неизученном регионе страны пока под большим вопросом. Возможно, что в результате геологических процессов еще в древности углеводороды на этих просторах были в значительной степени потеряны. Вся надежда на богатый шельф. Но это уже другая и притом очень дорогая проблема. Основные фонды по видам геолого-экономической оценки РД на начало года приведены в табл. 1.

Таблица № 1

Основные фонды по видам экономической деятельности полезных ископаемых региона [3]

	Годы						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Добыча полезных ископаемых							
Наличие основных фондов (по полной учетной стоимости; на начало года), млн.руб.	4289	4737	5106	5782	6892	7117	7323
Степень износа основных фондов на начало года, процентов	76,6	72,5	74,1	73,5	74,4	76,8	78,2
Коэффициент обновления (ввод в действие основных фондов в процентах от наличия основных фондов на конец года, в сопоставимых ценах)	11,2	6,2	7,0	7,2	2,7	4,1	н/Д
Коэффициент выбытия (ликвидация основных фондов в процентах от наличия основных фондов на начало года, в сопоставимых ценах)	2,0	2,5	1,1	1,0	1,6	0,8	н/Д

В области угольной промышленности в стране примерно 200 млрд т разведанных запасов угля, и сегодня проблема не столько в разведке новых месторождений, сколько в безопасной добыче и рациональном использовании этого богатства. По данным Комитета СФ по природным ресурсам, страна располагает третьей мировых запасов железных руд, но дефицит железо-рудного сырья составляет около 94 млн т, а к 2020 г. значительно возрастет. При этом, по сообщению Федерального агентства по недропользованию, запасы руды только в Томской области могут достигать 90–110 млрд т.

Пока же низкое качество руд на старых месторождениях и сложные технологические условия их добычи на новых приводят к тому, что сырье приходится завозить из Украины и Казахстана. Геологи утверждают, что в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке общероссийские запасы алмазов (80%), олова (92%), сурьмы (50%), золота и серебра (более 30%), свинца (10%).

В настоящее время ГРП в регионе ведутся примерно на 300 объектах по 40 видам полезных ископаемых, в том числе по 17 стратегическим. На юге Красноярского края и в Иркутской области открыты зоны с промышленными рудами никеля, меди и сопутствующими им платиноидами, которые станут хорошей альтернативой выбывающим запасам руд норильских месторождений. Расширены границы Яно-Колымского золотоносного района, а также сырьевая база сурьмы в Республике Саха (Якутия) и Забайкалье. Выявлены новые алмазоносные трубки в Архангельской области. Расширен потенциал золота, титана, циркония, неметаллических полезных ископаемых в Северо-Кавказском регионе.

Западная Сибирь, Урал и Курская магнитная аномалия все еще имеют определенный задел. Вместе с тем Оленегорский ГОК обеспечен всего на 15 лет, а Кировогорский – на 20. Примерно через двенадцать лет будут полностью отработаны богатые руды в карьерах

страны. Россия не имеет разведанных запасов металлургических сортов хромитов. Потребность в олове почти на треть превышает его производство.

Индекс производство – относительный показатель, характеризующий изменение масштабов производства в сравниваемых периодах. Различают индивидуальные и сводные индексы производства. Индивидуальные индексы отражают изменение выпуска одного продукта и исчисляются как отношение объемов производства данного вида продукта в натурально-вещественном выражении в сравниваемых периодах. Сводный индекс производства характеризует совокупные изменения всех видов продукции и отражает изменение создаваемой в процессе производства стоимости в результате изменения только физического объема производимой продукции. Для исчисления сводного индекса производства индивидуальные индексы по конкретным видам деятельности, подгруппам, группам, подклассам, классам, подразделам и разделам.

В перспективе удовлетворение потребности в меди может быть обеспечено за счет освоения гигантского Удоканского месторождения в Читинской области. В стране имеется достаточно крупная сырьевая база редких и редкоземельных металлов. Актуальным остается проведение геолого-разведочных работ в районах действующих предприятий для доразведки флангов и глубоких горизонтов на обрабатываемых месторождениях Нерчинского, Садонского, Алтайского ГОКов, ПО «Дальполиметалл», а также выявление новых месторождений богатых свинцово-цинковых руд в этих и других перспективных районах – Бурятии, Приморья и Красноярского края.

Однако, по расчетам экспертов, темпы ГРП в перспективных российских кладовых не обеспечивают простое воспроизводство минерально-сырьевой базы, и без решения этой проблемы рентабельные месторождения основных видов сырья в РФ могут иссякнуть уже через 10–15 лет: никеля – к 2018 г., меди – к 2016 г. Острота ситуации усугубляется длительностью геолого-разведочных циклов и сроков строительства горнодобывающих предприятий, основные фонды которых были благополучно проданы в Китай в качестве металлолома.

До стимулирования освоения месторождений Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) ФЗ от 27.07.2006 № 151-ФЗ введен льготный режим налогообложения. Но, по мнению специалистов, бизнес отпугивают длительные сроки окупаемости геологоразведки примерно на 7–10 лет. Для сравнения: при добыче нефти ГРП окупаются за 2–3 года. Поэтому компании, проводящие ГРП, вправе рассчитывать на особый подход к налогообложению их бизнеса. Не обойтись и без сырьевого участия государства в исследовании и разработке сырьевых ресурсов. Но власть в расчете на сторонних (иностраных) инвесторов и торги намерена вложить в ГРП до 2020 г. всего 255 млрд руб. – по 19 млрд в год. Структура объема отгруженных товаров РД на начало года приведены в табл. 2.

Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами представляет собой стоимость отгруженных или отпущенных в порядке продажи, а также прямого обмена (по договору мены) всех товаров собственного производства, работ и услуг, выполненных (оказанных) собственными силами.

Объем отгруженных товаров представляет собой стоимость товаров, которые произведены данным юридическим лицом и фактически отгружены (переданы) в отчетном периоде на сторону (другим юридическим и физическим лицам), включая товары, сданные по акту заказчику на месте, независимо от того, поступили деньги на счет продавца или нет. Объем работ и услуг, выполненных собственными силами, представляет собой стоимость работ и услуг, оказанных (выполненных) организацией другим юридическим и физическим лицам. Данные приводятся в фактических отпускных ценах без налога на добавленную стоимость, акцизов и других аналогичных обязательных платежей.

Таблица 2

Структура объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг по отдельным видам экономической деятельности [3] (в процентах к итогу)

	Годы						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Добыча полезных ископаемых в том числе:	100	100	100	100	100	100	100

добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	83,7	88,7	85,9	76,6	82,1	73,8	76,2
добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	16,3	11,3	14,1	23,4	17,9	26,2	23,8
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	100	100	100	100	100	100	100
в том числе:							
производство, передача и распределение электроэнергии	76,2	78,8	63,3	77,6	83,8	84,9	81,9
производство и распределение газообразного топлива	1,3	1,2	15,2	7,2	1,1	1,1	0,3
производство, передача и распределение пара и горячей воды (тепловой энергии)	14,2	13,0	13,4	9,5	8,2	7,8	9,5
сбор, очистка и распределение воды	8,3	7,0	8,1	5,7	6,9	6,2	8,3

Специалисты агентства по недропользованию говорят, что нам представляется оптимальным сегодняшнее распределение обязанностей, когда государство принимает на себя риски первых стадий геолого-разведочных работ с передачей выявленных перспективных участков для дальнейшего изучения (в том числе и разведки) недропользователям». Складывается интересная ситуация: государство ограничивает свой вклад, регионы не стремятся повысить изученность собственных территорий, а добывающие предприятия готовы финансировать ГРП в больших, чем сегодня, объемах только на своих лицензионных участках, но не спешат детально изучить недра за их пределами.

Дело в том, что предприниматели заинтересованы в ГРП как на этапе извлечения сырья и превращения его в товар, государственная же система предоставления права пользования недрами столь бюрократизирована и громоздка, а процедура оформления документов столь длительна.

Литература

1. Послание (отчет) Главы Республики Дагестан Народному Собранию Республики Дагестан // Дагестанская правда, № 21 от 2 февраля 2016 г.
2. Социально-экономическое положение Республики Дагестан за январь–декабрь 2014 г. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Республике Дагестан. г.Махачкала, 2015 г. С. 328.
3. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Республике Дагестан. Дагестан в цифрах. Краткий статистический сборник. г.Махачкала, 2012 г. 474 с.
4. *Багомедов М.А.* Стратегические приоритеты развития социальной сферы региона. Том I. ISBN 978-5-90 3063-80-2. Махачкала. Издательский дом «Наука плюс», 2011.
5. *Гимбатов Ш.М.* Роль социального капитала в экономическом развитии региона // Вопросы структуризации экономики. 2011. № 2. С. 91–93.
6. *Гордеев О.И.* Комплексное развитие промышленности региона на этапе модернизации и перехода к инновационной экономике // Региональные проблемы преобразования экономики. 2013, № 2. С. 110–116.
7. *Дохолян С.В., Экигальцев О.В.* Анализ и сравнительная оценка законодательства о несостоятельности и банкротстве. Ежекв. научный журнал «Региональные проблемы преобразования экономики». – Махачкала, 2004. № 2.
8. *Кутаев Ш.К., Сагидов Ю.Н.* Современное состояние и проблемы развития промышленности региона // Региональные проблемы преобразования экономики. 2014. № 6. С. 62–66.
9. *Камалова Т.А.* Качество и безопасность товаров и услуг. Научный журнал «Апробация». № 7, 2014. С. 59–61.
10. *Курбанов К.К., Петросянц В.З.* Роль и место АПК в устойчивом развитии региональной системы (на примере СКФО) // Региональные проблемы преобразования экономики. 2014. С. 107–112.

ФОРАМИНИФЕРОВЫЕ АССОЦИАЦИИ НА ГРАНИЦЕ БАЙОСА И БАТА
НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДАГЕСТАНА

Глинских Л.А.¹, Гуляев Д.Б.², Ипполитов А.П.³

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН

²Комиссия по юрской системе МСК России

³Геологический институт РАН

Рассмотрены пограничные отложения байоса и бата, соответствующие средней подсвитецу дахарской свиты в разрезе Хурукра центральной части Горного Дагестана. Проведено их зональное расчленение по аммонитам (установлена терминальная байосская зона Parkinsoni с тремя стандартными подзонами, и нижняя часть базальной батской зоны Zigzag – подзона Convergens), дана краткая характеристика по белемнитам. В основе работы приведены результаты анализа динамики таксономического разнообразия и структуры фораминиферных сообществ. Выявлено два типа ассоциаций фораминифер на рубеже байоса и бата, отражающие этапы развития палеобассейна на изученной территории.

Ключевые слова: средняя юра, байос, бат, фораминиферы, ассоциации, Центральный Дагестан

The article we discuss the Bajocian-Bathonian boundary interval in the Khurukra section (Middle Tzudakharsubsite; central part of Mountainous Dagestan). Zonal subdivision by ammonites is provided: the succession contains terminal Bajocian Parkinsoni Zone (with all three standard subzones), and lower part of basal Bathonian Zigzag zone - Convergens subzone). Also, belemnites and their distribution are briefly discussed. Main part of the investigation deals with the analysis of the diversity and taxonomic trends among foraminiferal assemblages across the Bajocian-Bathonian boundary. We recognized two types of assemblages, connected with different stages of paleobasin development.

Keywords: Middle Jurassic, Bajocian, Bathonian, foraminifera, associations, Central Dagestan.

Материалом для данного исследования послужила коллекция макро- и микрофауны из средней подсвиты цу дахарской свиты (J₂b₂-bt₁) разреза Хурукра (Рис. 1), расположенного в Лакском районе Горного Дагестана.



Интерес к пограничному интервалу байоса-бата, представленному в данном разрезе, обусловлен необходимостью решения проблем борейально-тетической корреляции. Зональная корреляция отложений борейального типа, широко распространенных на территории России, со стандартными западноевропейскими шкалами на значительных стратиграфических интервалах весьма условна. В этой связи важное значение приобретает комплексное изучение опорных разрезов среднеюрских отложений борейального и тетического типа на современном уровне, включающее исследование основных групп микро- и макрофауны совместно с седиментологическими и геохимическими исследованиями. Лишь недавно на

юго-востоке Русской плиты в единственном разрезе («Сокурский», г. Саратов) совместно были обнаружены аммониты западотетического семейства *Parkinsoniidaei* высокобореального семейства *Cardioceratidae* (подсем. *Arctocephalitinae*), что позволило провести прямую бореально-тетическую корреляцию для низов бата (Митта, Сельцер, 2002 и др.). Состав других групп ископаемых (фораминифер, остракод), изученных в этом разрезе, также биогеографически смешанный: в частности, в комплексах микрофауны, наряду с видами, характерными для центральных и южных районов Восточно-Европейской платформы, встречены виды бореальных сибирских фораминиферовых и остракодовых зон (Глинских, Костылева, 2013; Mitta et al., 2014 и др.). К настоящему времени комплексные исследования пограничного интервала байоско-батских отложений бореального типа проведены также на разрезах севера Европейской России (Mitta et al., 2015 и др.) и севера Сибири (Никитенко и др., 2013 и др.).

В мае 2015 года авторами изучались среднеюрские отложения центральной части Горного Дагестана, в том числе, пограничный интервал байоса-бата (средняя подсвита цу дахарской свиты), обнажающийся в протяженном разрезе близ села Хурукра. Литологическое описание разреза, его зональное расчленение по аммонитам, а также фототаблицы с изображением аммонитов, белемнитов, фораминифер опубликованы в Путеводителе геологических экскурсий VI Всероссийского совещания «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии» (Гуляев и др., 2015).

В описанном интервале разреза представлены зона *Parkinsoni* верхнего байоса в объеме всех трех подзон и базальная подзона *Convergens* зоны *Zigzag* нижнего бата (рис. 2).

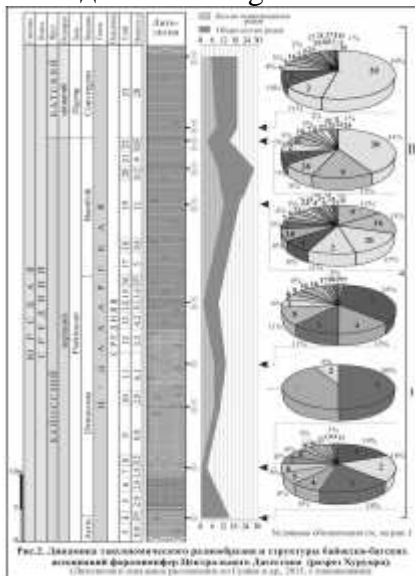


Рис. 2. Зональное литологическое расчленение и структура байоса-бата, южная часть разреза Хурукра, Дагестан (проект Гуляев и др., 2015).

Подзона *Acris* зоны *Parkinsoni* хорошо охарактеризована ранними *Parkinsoniinae* подрода *Parkinsonia* (*Rarecostites*). В нижней части следующей подзоны *Densicostar* руководящих аммонитов не отмечено ее граница проводится условно по размытию в основании слоя 4. Руководящие паркинсониины встречены в средней и верхней частях подзоны. Они представлены разнообразными *Parkinsonia* s. str. и более редкими видами подродов *P. (Durotrigensia)* и *P. (?Haselburgites)*. Верхняя часть зоны *Parkinsoni* отнесена к подзоне *Vomfordi* с известной условностью. В этом интервале встречены лишь редкие архаичные *Procerites* sp., а также *Pseudophylloceras* sp. Граница байоса и бата проведена по появлению в разрезе характерных для подзоны *Convergens* паркинсониин: *Parkinsonia* (?) *neuffensis* (Oppel) sensu Besnosov и *Gonolkites* ex gr. *convergens* Buckman (найден в осыпи). Однако, аммонитовую характеристику пограничного интервала зон *Parkinsoni* и *Zigzag* в рассматриваемом разрезе пока нельзя считать достаточно удовлетворительной.

Находки белемнитов в разрезе весьма немногочисленны и представлены по большей части фрагментами, собранными на разных уровнях в осыпи, с той или иной точностью привязанные к разрезу. Редкость находок не позволяет использовать группу для полноценного расчленения по ней пограничного интервала байоса и бата. Однако, интерес среди находок белемнитов представляет акме-уровень с крупными *Megateuthis* sp. в интер-

вале слоев 4-7, откуда происходят многочисленные фрагменты ростров. Массовое появление крупных мегатеутид, которые встречаются на протяжении всего байоса (Schlegelmilch, 1998), совпадает с появлением в терригенной толще пачки, характеризующейся повышенной карбонатностью. Таким образом, можно сделать осторожное предположение, что максимальное распространение крупных мегатеутид на Кавказе было связано с локальными климатическими максимумами.

Фораминиферовые комплексы пограничного интервала баюса и бата очень богаты и разнообразны, они насчитывают сотни видов. Систематический состав комплексов и стратиграфическое распределение видов фораминифер по разрезу приведены во многих публикациях (Гофман, 1967; Морозова, Москаленко, 1961; Магомедов, Темирбекова, 1974, 1978; Темирбекова, Антонова, 1985; Темирбекова и др., 1989; Практическое..., 1991 и др.). Несмотря на выраженный эндемизм байосско-батских фораминиферовых комплексов Дагестана, как и всего Северного Кавказа, в их составе встречаются виды, характерные для Западной Европы и других регионов. Так, *Vaginulinadainae* (Kosyureva) является видо-индексом среднеюрской фораминиферовой зоны Восточно-Европейской платформы (Митта и др., 2012). Актуальной задачей является детальное исследование и монографическое описание микрофаунистических комплексов средней юры Дагестана с целью уточнения био-стратиграфического расчленения и выявления корреляционных уровней в пограничном интервале байоса и бата. В качестве дополнительного инструмента при расчленении и корреляции разрезов используется анализ изменений таксономического разнообразия и структуры комплексов фораминифер. Установлено, что таксономический состав и структура ассоциаций контролируется комплексом абиотических факторов – глубиной, соленостью, типом субстрата, газовым режимом, гидродинамикой и температурой (Фурсенко А.В., Фурсенко К.Б., 1970; Фурсенко, 1974; Морозова, Москаленко, 1961; Никитенко и др., 2005; Никитенко, 2009 и др.). Таким образом, и планктонные, и бентосные фораминиферы являются хорошим индикатором среды обитания. Анализ динамики таксономического разнообразия и структурных перестроек в ассоциациях фораминифер позволяет выявить степень воздействия на микробиоту различных факторов, а также установить зависимость состава и структуры ассоциаций от конкретных особенностей палеообстановок. Изучение латеральных изменений ассоциаций фораминифер дает возможность уточнить закономерности в развитии сообществ, которые отражают этапность развития палеобассейна в целом и отдельных его частей. Так как понимание объемов видов и их номенклатура у разных авторов могут существенно различаться, то при анализе комплексов в качестве операционной таксономической единицы нами использовался род.

В результате проведенного исследования было установлено, что в конце байоса - начале бата (время формирования изученного интервала средней подсвиты цудахарской свиты) сообщества фораминифер Центрального Дагестана делятся на два типа, характеризующие различные этапы развития палеобассейна.

Ассоциации фораминифер позднего байоса (конец фазы Acris – фаза Densicosta; соответствующие формированию слоев 3-13) относятся к первому типу (I) (рис. 2). Они характеризуются высоким таксономическим разнообразием (9-15 родов), представлены как агглютинирующими, так и известковыми формами. В роли доминирующего таксона часто выступает род *Lenticulina* (19-35%), субдоминантами являются представители родов *Dentalina* (18%), *Trochammina* (11-18%), *Hyperammina* (8-13%), *Ophthalmidium* (11%). В ассоциациях встречаются полиморфиниды (*Globulina*, *Eoguttulina*), эпистоминиды (*Epistomina*), вагинулиниды (*Astacolus*, *Vaginulina*) и др. Периодически *Lenticulina* переходит в роль субдоминанта, уступая место представителям других родов, таких как *Trochammina* и *Ophthalmidium*. В первой половине фазы Densicosta (слой 7) отмечаются ассоциации, в которых преобладают агглютинирующие формы, а таксономическое разнообразие сильно сокращается (до 3 родов). В этих ассоциациях доминируют представители рода *Trochammina* (50%), широко развит примитивный род *Hyperammina* (42%), в незначительном количестве представлены *Dentalina* (8%). Такие сообщества характеризуют, вероятно, эпизод регрессии морского бассейна на данной территории. На это также указывает значительное количество песчано-алевритовой примеси в осадке. С середины фазы Densicosta (кровля слоя 9) в ассоциациях появляются редкие планктонные фораминиферы рода *Conoglobigerina*, а к

концу фазы (кровля слоя 13) доля планктонных фораминифер в структуре ассоциаций увеличивается до 14 %. Таким образом, в изученном разрезе первые планктонные фораминиферы встречены в низах средней подсвиты цу дахарской свиты, что согласуется с данными А.М. Магомедова и У.Т. Темирбековой (1974).

Ассоциации фораминифер конца байоса - начала бата (фазы *Vomfordi-Convergens*; соответствующие формированию слоев 19-23) относятся ко второму типу (II) (рис.2). Этот тип характеризуются иными доминантами, значительно более высокими таксономическим разнообразием и частотой встречаемости в пробах, вероятно отражающей более высокую плотность популяций. Это свидетельствует о благоприятных для фораминифер условиях обитания, наступивших, по-видимому, с увеличением глубины морского бассейна в ходе трансгрессии. В ассоциации фораминифер середины фазы *Vomfordi* (середина слоя 19) входят виды, относящиеся к 20 родам. Агглютинирующие фораминиферы занимают в структуре сообщества незначительную долю, и представлены только 4 родами. А планктонные фораминиферы (*Conoglobigerina*), наряду с представителями родов *Ophthalmidium*, *Epistomina*, выступают уже в роли доминирующих таксонов. Доля каждого из них в структуре сообществ составляет по 15%. Субдоминантами являются *Dentalina* (11%), *Lenticulina* (8%), *Paulina* (8%). Часто встречаются представители родов *Trochammina* (5%), а также вагинулиниды (*Astacolus*, *Planularia*- до 5%), полиморфиниды (*Eoguttulina*, *Globulina*-до 4%). В малом количестве присутствуют представители родов *Bojarkaella*, *Hyperammina*, *Verneuilinoides*, *Lagena*, *Spirillina*, *Nodosaria*, *Spiroloculina*, *Citharina*, *Ammodiscus*. Во второй половине фазы *Vomfordi* (кровля слоя 19) в ассоциациях фораминифер отмечается увеличение таксономического разнообразия до 28 родов. Здесь преобладают представители рода *Conoglobigerina* (29%). Важную роль в структуре сообществ играет *Ophthalmidium* (21%). Отмечаются многочисленные фораминиферы рода *Lenticulina* (15%). Часто встречаются *Dentalina* (6%), *Spirillina* (4%), *Paulina* (4%), *Hyperammina* (4%). Появляются редкие представители родов *Haplophragmoides*, *Paalzowella*, *Cornuspira*, *Citharinella* и др. В конце фазы *Vomfordi* (кровля слоя 21) в фораминиферовых ассоциациях наблюдается кризисный этап: существенно сокращается количество родов (до 15), исчезают все агглютинирующие формы. Возможно, что это кризисное событие отвечает максимальному углублению палеобассейна. В роли доминанта продолжают выступать планктонные фораминиферы рода *Conoglobigerina*, занимая в структуре ассоциации 41%. Субдоминантом является *Ophthalmidium* (15%). Относительно многочисленны представители появившегося рода "*Quingueloculina*" (9%), в меньшем количестве встречаются *Lenticulina* (7%), *Dentalina* (7%), *Epistomina* (5%). Доля родов *Paulina*, *Astacolus*, *Eoguttulina*, *Bojarkaella*, *Planularia* и др. занимает в структуре ассоциаций 3-1%.

В начале фазы *Convergens* (низы слоя 23) в сообществах снова появляются агглютинирующие фораминиферы. Таксономическое разнообразие увеличивается до 19 родов. Продолжают резко доминировать планктонные фораминиферы рода *Conoglobigerina* (54%). В состав ассоциаций входят представители родов *Dentalina* (11%), *Lenticulina* (10%), *Eoguttulina* (4%), *Ophthalmidium* (3%) и др.

Установленные в разрезе Хурукра ассоциации фораминифер *первого тина* соответствуют «лягенидовому палеоценозу», выделенному в разрезах среднеюрских отложений у селений Чох и Гуниб В.Г. Морозовой и Т.А. Москаленко (1961). Эти ассоциации характеризуют мелководный открытый морской бассейн, с возможными глубинами 50-100 м. В моменты эпизодических регрессий, с уменьшением глубины бассейна, условия становились менее благоприятными для развития фораминиферовых сообществ (активная гидродинамика, возможно, опреснение). Ассоциации *второго тина* соответствуют «планктонно-бентосному палеоценозу» (Морозова, Москаленко, 1961) их характеризуют открытый морской бассейн со спокойной гидродинамикой, нормальной соленостью и удовлетворительной аэрацией, с возможными глубинами от 50 до 200 м. Ассоциации, в структуре которых преобладают планктонные фораминифер (>50%), вероятно, отвечают эпизодам углубления бассейна. Следует отметить, что в самом конце байоса отмечается перестройка сообществ фораминифер на юге Среднерусского эпиконтинентального бассейна, связанная с проникновением водных масс с севера (Mittetaetal., 2014). Из проведенного исследования пограничных байосско-батских отложений в разрезе Хурукра следует, что перестройка сообществ

фораминифер на рубеже байоса-бата, по-видимому, может использоваться в качестве меж-регионального репера.

Авторы выражают благодарность дагестанскому энтузиасту палеонтологии О.К. Хапирову (с. Нижние Чугли), а также коллективу Института геологии Дагестанского научного центра РАН и лично его директору В.И. Черкашину за помощь в проведении полевых работ. Работа выполнена по теме ФАНО 0135-2014-0064 и при поддержке грантов РФФИ 15-55-45095, 15-05-06183; 15-05-03149; 15-05-08767.

Литература

1. Глинских Л.А., Костылева В.В. Микропалеонтологические и седиментологические свидетельства бореальной трансгрессии в байосе-бате окрестностей Саратова // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Пятое Всероссийское совещание. Екатеринбург: ООО Издательский дом «ИздатНаукаСервис». 2013. С.44-46.
2. Гофман Е.А. Фораминиферы юры Северного Кавказа. Москва: Наука, 1967. 167 с.
3. Гуляев Д.Б., Ипполитов А.П., Глинских Л.А. III.4. Хурукра // Черкашин В.И., Гаврилов Ю.О., Захаров В.А., Рогов М.А., Ипполитов А.П., Гуляев Д.Б. и др. Юрские отложения центральной части Горного Дагестана. Путеводитель геологических экскурсий VI Всероссийского совещания «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии». Махачкала: АЛЕФ, 2015. С.64-80.
4. Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). Новосибирск: Параллель, 2009. 680 с.
5. Никитенко Б.Л., Левчук Л.К., Хафаева С.Н. Этапность развития и особенности фациальной дифференциации сообществ фораминифер конца средней-поздней юры Западной Сибири // Геология и геофизика. 2005. Т.46. №5. С.546-567.
6. Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н., Князев В.Г., Меледина С.В., Дзюба О.С., Лебедева Н.К., Пещевицкая Е.Б., Глинских Л.А., Горячева А.А., Хафаева С.Н. Стратиграфия юры и мела Анабарского района (арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) и Бореальный зональный стандарт // Геология и геофизика. 2013. Т.54. № 8. С.1047-1082.
7. Митта В.В., Сельцер В.Б. Первые находки *Arctocephalitinae* (Ammonoidea) в юре юго-востока Русской платформы и корреляция бореального батского яруса со стандартной шкалой // Тр. НИИГеологии СГУ. Нов. сер. 2002. Т.10. С.12-39.
8. Митта В.В., Вукс В.Я., Глинских Л.А., Дзюба О.С., Захаров В.А., Кириков В.П., Костылева В.В., Маленкина С.Ю., Никитенко Б.Л., Пещевицкая Е.Б., Рогов М.А., Ростовцева Ю.И., Сельцер В.Б., Тесакова Е.М. Унифицированная региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка. М.: ПИН РАН – ФГУП «ВНИГНИ», 2012. 64 с. Прил. на 14 листах.
9. Магомедов А.М., Темирбекова У.Т. Новые данные по стратиграфии юрских отложений Дагестана // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1974. №2. С.140-144.
10. Магомедов А.М., Темирбекова У.Т. Стратиграфия и микрофауна байосских и батских отложений Дагестана (Милиолиды и биостратиграфия байосских и батских отложений Дагестана). Махачкала: Даг.кн. изд-во, 1978. 137 с.
11. Морозова В.Г., Москаленко Т.А. Планктонные фораминиферы пограничных отложений байосского и батского ярусов Центрального Дагестана (Северо-Восточный Кавказ) // Вопросы микропалеонтологии. 1961. № 5. С.3-30.
12. Практическое руководство по микрофауне СССР. Фораминиферы мезозоя. Л.: «Недра», 1991. 373 с.
13. Темирбекова У.Т., Антонова З.А. Триасовые и юрские милиолиды Северного Кавказа. М.: Наука, 1985. 104 с.
14. Темирбекова У.Т., Иванова Э.И., Баркуева Л.С. Новый комплекс фораминифер в батских отложениях Дагестана // Геология и геохимия минерального сырья Дагестана. Труды института геологии Даг. филиала АН СССР. Вып. 38. Махачкала. 1989. С. 197-202

15. *Фурсенко А.В., Фурсенко К.Б.* О фораминиферах лагуны Буссе и условиях их существования // Общие вопросы изучения микрофауны Сибири, Дальнего Востока и других районов. М.: Наука. 1970. С.114-135.
16. *Фурсенко К.Б.* Некоторые особенности комплексов бентосных фораминифер шельфовых областей Татарского пролива и южной части Охотского моря // Среда и жизнь в геологическом прошлом. Новосибирск: Наука. 1974. С.16-30.
17. *Mitta V., Kostyleva V., Dzyuba O., Glinskikh L., Shurygin B., Seltzer V., Ivanov A., Urman O.* Biostratigraphy and sedimentary settings of the Upper Bajocian-Lower Bathonian in the vicinity of Saratov (Central Russia) // *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*. 2014. Abh.271/1 P.95-121.
18. *Mitta V., Glinskikh L., Kostyleva V., Dzyuba O., Shurygin B., Nikitenko B.* Biostratigraphy and sedimentary settings of the Bajocian--Bathonian Beds of the Izhma River basin (European North of Russia) // *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*. 2015. Abh.277/3 P.307-335.
19. *Schlegelmilch R.* Die Belemniten des Süddeutschen Jura. Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm: Gustav Fischer, 1998. 151 p.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Гусейханов С. М., Юсупов А. Р., Абдуллаев М. Ш., Черкашин В. И.

Институт геологии ДНЦ РАН

Дагестанский государственный университет

Весь картографический материал как по геологическому строению, так и по другим вопросам (металлогенические, структурно-фациальные, геохимические и др.) обоснованы на концепции складчато - блокового, складчато-глыбовом строении рассматриваемой площади, обусловленными уходящими в фундамент глубинными разломами. Складчатость в каждом блоке, металлогения и другие вопросы связывались с разломами, их специализацией на то или иное оруденение. При этом не учитывались морфологические особенности складок как высоких, так и низких порядков, их опрокинутость к северо-востоку севернее антиклинория Главного Кавказского Хребта и к юго-западу - в южном его склоне. Осталась не изученной сланцеватость пород, которая приурочена к определённым участкам складчатого сооружения Большого Кавказа и которая является сланцеватостью осевой поверхности складок. На рассматриваемой площади она проявлена только вдоль Кизил-Деринской структуры, к которой приурочен пока единственный промышленный рудный объект. Оказалось, что все многочисленные поисковые работы, многие из которых и с применением тяжёлых горных выработок, бурения скважин, были проведены за пределами Кизил-Деринской структуры к северо-востоку от неё, где геотектонические условия не способствовали формированию крупных, аналогичных месторождению Кизил-Дере рудных объектов. Осталась также не изученными закономерности площадного развития как вдоль, так и поперёк неё конгломератов, изменение степени окатанности составляющих их обломков. Изучение конгломератов заключалось в изучении вещественного состава обломков [9], не брали во внимание факты цементации довольно крупных уже сформированных « обломков » конгломерата алевропесчаным материалом, свидетельствующие о размыве ранее сформировавшихся конгломератов, их переносе и переотложении.

В основу данной статьи положены данные полученные автором как по расшифровке структурного строения рудоносной зоны месторождения Кизил-Дере, положения в ней рудных тел, определенные по взаимосоотношениям слоистости, сланцеватости, полосчатости массивных как между собой, так и к оси керна, визуальных наблюдениях при документации керна, горных выработок, в маршрутных исследованиях как в Кизил-Деринском рудном поле, так и за его пределами, так и материалы по изучению опубликованной и фондовой литературы. На основании изучения морфологических особенностей складок как в рудоносной зоне месторождения Кизил-Дере, так и за его пределами, условий локализации рудных тел в рудоносной зоне автор ещё в 80-х годах прошлого столетия пришел к выводу о формировании складок всех порядков под воздействием горизонтально сжимающих усилий. Однако в тот период автору не была ясна природа этих усилий, чем они обусловлены [4,5].

По схеме тектонического районирования России масштаба 1:5 000 000, изданная под руководством Г.С. Гусева, Н.В. Межеловского, А.Ф. Морозова, В.А. Килипко в 2001 году в России три области - Кавказ, Урал и Колымо - Омолонская относятся к аккреционно-коллизионным: альпийская Кавказская, герцинская Уральская и позднемезозойская Колымо - Омолонская. Аккреционно-коллизионные области представляют собой *«тектонические единицы, которые развивались первоначально в континентально - рифтовой, океанической и пассивноокраинной обстановках; в главную (аккреционную) стадию - в ряду субдукционных обстановок: островодужной, тектонической амальгамации и аккреции террейнов разной геодинамической природы»* [6,8].

Детально вопрос формирования Кавказа с позиций коллизионных процессов между Аравийской и Скифской плитами рассмотрен в трудах под редакцией М.Г. Леонова [2].

Изучение довольно широко распространенных, протягивающихся к северо-западу от Курушского рудного поля (узла) ещё на 210 км находок конгломератов, состоящие из различной степени окатанных обломков рудо-петрокластов, прослеживание степени ока-

танности обломков с северо-запада на юго-восток, их залегание в поперечном общекавказскому направлению структурах, изучение морфологических особенностей складок пликативно дизъюнктивных нарушений позволил автору выдвинуть следующую идею о строении складчато-надвигового пояса рассматриваемой площади, обусловленная коллизийными процессами, которые по времени ранее начались к северо-западу от рассматриваемой площади и постепенно мигрировали к юго-востоку, охватывая и рассматриваемую площадь. Она обоснована на следующем фактическом материале, полученном как при полевых исследованиях, так и при изучении опубликованной литературы и фондового материала:

- широким развитием вулканогенно-эффузивных пород в более древнего возраста отложениях нижней юры к северо-западу от рассматриваемой площади, где они представлены шаровыми лавами, туфолавами, силлами.

- увеличением степени «продольного укорочения» складчатого сооружения Горного Дагестана в северо-западном направлении с одновременным увеличением степени опрокинута складок в этой части, переход пликативных нарушений к северо-западу в дизъюнктивные разрывы с крупно амплитудными перемещениями (Северо Даличайский, Хновский разломы) (фото 1,2).

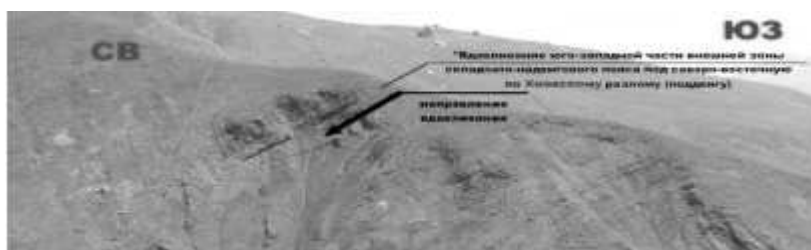


Фото 1. «Вдавливание», вдвиг юго-западной части внешней зоны складчато-надвигового пояса под северо-западную по Хновскому разлому. (Левый берег реки Му-керкам)



Фото 2. Пликативные нарушения - флексурные перегибы: А - в левом склоне р. Рагданчай, и В - в правом склоне р. Чехычай по гребню междуречья рек Чехычай - Рагданчай на юго-восточном продолжении Северо-Даличайского разлома (надвига).

Юго-восточные продолжения этих разломов представляют собой флексурообразные перегибы. Это, как считаем, связано с уменьшением горизонтально сжимающих вдоль Большого Кавказа с северо-востока к юго-востоку. Оно обусловлено более ранним вступлением коллизийных процессов в Центральном Кавказе и постепенной миграцией этих процессов как к северо-западу, так и к юго-востоку от него. Формирование разломов связываем с разрывами сплошности пород при достижении предела их текучести при коллизийном горизонтальном сжатии, приведший к горизонтальному сокращению Горного Дагестана поперёк. Флексурообразные перегибы на юго-восточном продолжении вышеназванных разломов связаны с ещё не достижением горизонтально сжимающих усилий предела разрыва пород, т.е. **разрывные нарушения вторичны по отношению к пликативным.**

При изучении довольно широко распространенных, особенно в самой юго-восточной части так называемого Куруш-Мазинского рудного поля (узла) конгломератов, которых считали результатом кратковременных воздыманий этих частей из под уровня воды, их размыв и переотложение у их оснований без крупных перемещений продуктов размыва, выявлены следующие закономерности:

-увеличение степени окатанности составляющих обломки конгломератов в юго-восточном направлении, где они более окатаны вплоть до идеального. Обломки конгломератов, как отмечено многими исследователями, состоят также в разной степени окатанными рудопетрокластами (фото 3 А). В юго-восточной части рассматриваемой площади в верховьях реки Чехы-чай авторами в массивного строения песчаниках обнаружены крупные не окатанные «обломки» конгломератов (фото 3,Б).

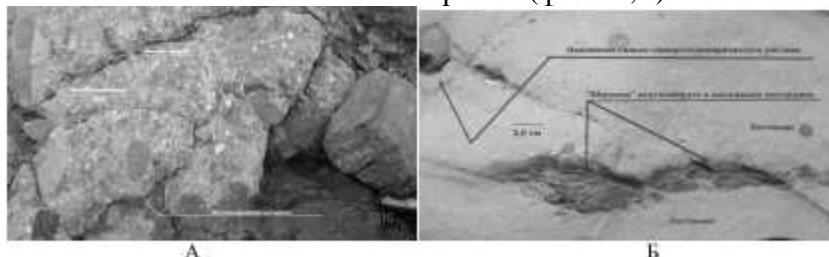


Фото 3. Конгломераты из различной степени окатанных обломков рудо-петрокластов, сцементированных алевропесчаным материалом-А. Правый берег реки Рагданчай у вреза. Расчистка № 2. «Обломок» конгломерата и окатанная галька алевропесчанистого состава в массивном песчанике. Верховье реки Чехычай.

Характерной особенностью конгломератов является более грубый и более светлый песчаный состав цемента. Все вышеизложенные факты свидетельствуют о том, что первоисточники составляющих обломки конгломератов находились за пределами их современного нахождения и они привнесены сюда с довольно далёкого расстояния.

По керну буровых скважин, пробуренных на Куруш – Мазинском рудном поле в разрезе выявлены турбидитной природы отложения. Характерной особенностью их является вытянутость разнообразной формы и величины абсолютно не окатанных остроугольных обломков аргиллитов в одном со слоистостью направлении, их цементация более светлым песчаным материалом. Также в них отмечаются более крупные, не окатанные беспорядочно ориентированные обломки аргиллитов (фото 4).

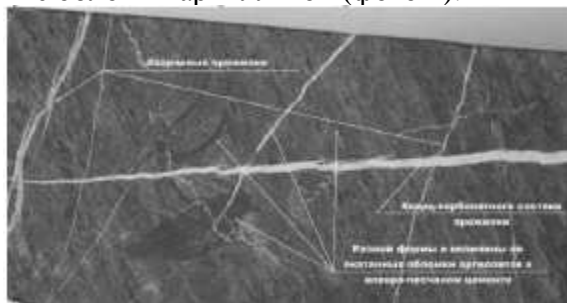


Фото № 4.Разнообразной форм и величины не окатанные «обломки» аргиллитов в алевропесчаного состава цемента. Мелкие «обломки» своими длинными осями ориентированы параллельно слоистости ,более крупные без определенной ориентировки.Диаметр керна 70 мм и он распилен вдоль длинной оси.

Такие структурные особенности строения вмещающей толщи выявляются только при поперечной распиловке керна, в полевых условиях наблюдать это невозможно.

Отсутствие окатанности в аргиллитовых «обломках» турбидитов, их формы нахождения является результатом ещё не полной литификации привнесенных обломков аргиллитов на период осадконакопления, их перенос морскими течениями и показывают, что осадконакопление происходило в конседиментационном режиме.

При анализе площадного развития конгломератов в юго-восточной части Горного Дагестана по Куруш-Мазинской рудной площади, где разломы с крупно амплитудными перемещениями, как указано выше, не зафиксированы, выявлены следующие закономерности:

-конгломераты в коренном залегании в основном зафиксированы в пликативных деформациях южного крыла антиклинория Бокового Кавказского хребта. Они почти повсюду со слабым угловым несогласием перекрыты разной мощности песчаным слоем. Сведения об их нахождении в коренном залегании в пределах антиклинория Главного Кавказского хребта крайне редки, но в бассейнах рек Фийчай, Гдымчай на участках про-

текающих в пределах антиклинория Главного Кавказского хребта автором в аллювиальных отложениях зафиксированы аналогичные крупные их обломки, валуны. Имеются лишь единичные сведения об их нахождении в коренном залегании в бассейне реки Кизил-Дере [7]. Судя по геологическому строению этого участка они также приурочены к пликативным осложнениям в юго-западном висячем боку Северо-Даличайского разлома;

- участки развития конгломератов в южном крыле антиклинория Бокового Кавказского хребта в поперечном плане сосредоточены в вытянутых в общекавказском направлении, параллельных друг другу линеаментах и конгломераты в них приурочены к единой параллельной слоистости структурной линии. Промежутки между этими линеаментами в целом имеет моноклиальное южное падение;

- в поперечном плане в южном крыле антиклинория Бокового Кавказского хребта эти линеаменты (зоны складчатого осложнения) с конгломератами располагаются ступенчато друг над другом и каждый расположенный севернее линеамент (ступенька) гипсометрически располагается выше, чем соседний южный. В северном крыле антиклинория Бокового Кавказского хребта такого типа конгломераты зафиксированы в районе сел. Кабир Кураха примерно в 1,5 км в отложениях байос-батского возраста [1] и гипсометрически располагаются почти на 1500 метров ниже, чем конгломераты в пределах располагающегося напротив Куруш-Мазинского рудного поля. Здесь конгломераты развиты в разрезе со спокойным северным падением. Диапазон развития конгломератов с юго-запада на северо-восток в юго-восточной части Горного Дагестана – от нижней-средней юры до байос-бата;

- судя по увеличению степени окатанности «обломков» в юго-восточном направлении, приуроченности конгломератов к единой параллельной слоистости структурной линии, омоложению их к север-востоку, конгломераты фиксируют северную береговую линию окраинного моря в южном склоне Скифской плиты, которое просуществовало в юго-восточной части Большого Кавказа от нижнеюрского (тоарского) до среднеюрского (батского) времён и они сформировались в пляжной зоне. Значительную роль в их формировании сыграли подводные течения юго-восточного направления. После байос-бата в пределах юго-восточной части Горного Дагестана осадконакопление прекратилось и с этого времени осадконакопление продолжалось в северном склоне антиклинория Бокового Кавказского хребта и по юго-восточной периклиальной части Большого Кавказа;

- исключительно все рудопроявления, зоны минерализации, также единственный промышленного значения рудный объект-месторождение Кизил-Дере приурочены к вытянутым в общекавказском направлении зонам пликативных деформаций, нарушенные сдвига - раздвигового характера дизъюнктивными нарушениями.

На основании вышеизложенных данных считаем, что юго-восточная часть Горного Дагестана имеет следующее геологическое строение:

1. Юго-восточная часть Горного Дагестана, как считают, имеет не складчато-глыбовое, складчато-блоковое строение, где глыбы, блоки ограничены глубинного заложения уходящими в фундамент разломами, а представляет собой северную часть складчато-надвигового пояса Большого Кавказа с внутренней (активной) и внешней (пассивной) зонами, граница между которыми проходит по Северо-Даличайскому разлому (надвигу). Складчато-надвиговой пояс на рассматриваемой площади имеет чешуйчато-веерное строение, возникшее в результате надвигания внутренней зоны к северо-востоку. Образование как самых чешуй, так и пликативных деформаций (дизпликаты по Ю.Н. Гололобову [3]) происходило вследствие продольного укорочения осадочного чехла при коллизионных процессах под воздействием обусловленными ими горизонтально сжимающими усилиями. Толкателем (индентором) при формировании чешуйчатых дизпликатов явилась внутренняя зона (рис.1).

Судя по спокойному со слабым северным падением залеганию слоистости в районе самого северного нахождения конгломератов в окрестностях селения Кабир, которые гипсометрически располагаются намного ниже участков обнаружения конгломератов в южном крыле антиклинория Бокового Кавказского хребта, фронтальная часть (**форланд**) складчато-надвигового пояса проходит по линии южнее селения Кабир - селение Каладжух (смотрите фото 5,А) по северному крылу антиклинория Бокового Кавказского хребта.

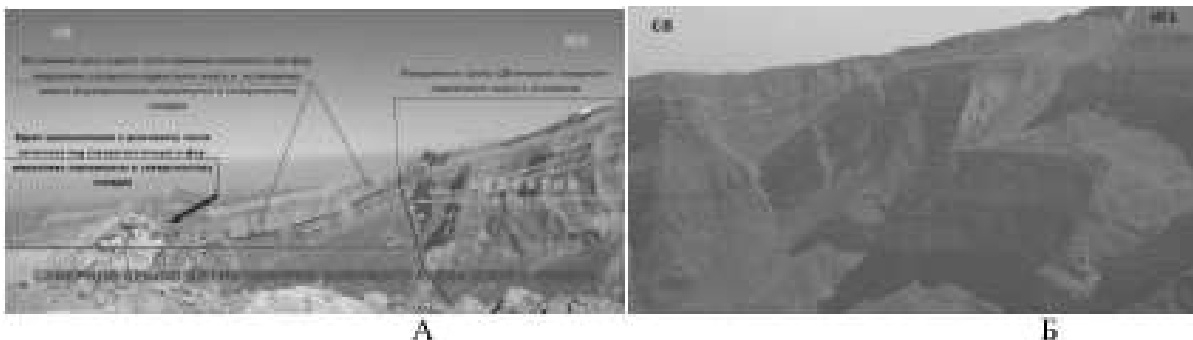


Фото 5. Северная граница (форланд) складчато-надвигового пояса - А, складчатые осложнения по фронту вдвига в отложениях мелового комплекса автохтона - Б. Окрестности сел. Каладжух

Аналогичное, но с обратными падениями строение имеет Физизчайское рудное поле на территории Республики Азербайджан.

2. Антиклинории Главного и Бокового Кавказского хребтов представляют собой возникшие при альпинотипной субдукции (по Сарыбашскому разлому – территория Республики Азербайджан) вследствие продольного укорочения и сорванные с фундамента воздымавшиеся структурные единицы. Между собой эти антиклинории в северо-западной части Горного Дагестана сочленяются через Бежитинскую депрессию (синклинорию), на его юго-восточном продолжении - через Кизил-Деринский синклинорий, к осевой части которой приурочено одноименное месторождение. К юго-востоку эта структура как таковая «вырождается» и превращается во флексурный перегиб и в этой части антиклинорий Главного Кавказского хребта как крупная структурная единица не формировалась. В этой части Большой Кавказ имеет не двугорбовое строение (антиклинории Главного и Бокового Кавказского хребтов), а представляет собой одногорбовое складчатое сооружение, состоящее из антиклинорий Бокового Кавказского хребта.

Северная граница мегантиклинория Большого Кавказа, фронтальная часть его складчато-надвигового пояса в юго-восточной части Горного Дагестана проходит в районе селения Каладжух [фото 5,А]. Формирование мегантиклинория Большого Кавказа в юго-восточной части Горного Дагестана завершилось в постбайос-батское время и с этого времени в этой части, как и в ранее вышедшей из под уровня моря северозападной части осадконакопление прекратилось. Осадконакопление в постбайос-батское время продолжалось вдоль южного крыла Главного и северного крыла Бокового Кавказского хребтов антиклинориев.

3. Формирование зон складчатых осложнений в южном крыле антиклинория Бокового Кавказского хребта связаны с усилением горизонтально-сжимающих усилий, которые связаны с продолжением субдукционных процессов по Сарыбашскому надвигу (точнее подвигу), при которых Кахетино-Вандамская зона все больше поддвигалась под мегантиклинорий Большого Кавказа приведшая к всё более продольному укорочению части чехла. Эти процессы постепенно мигрировали к юго-востоку и орогенетические процессы в юго-восточной части отставали от таковых в северо-западных частях. Начало формирования зон складчатых осложнений связываем с постмеловым периодом. На это указывает развитие в меловых отложениях северного крыла антиклинория Бокового хребта изоклинальной складчатости, которая в отличие от складок в южном крыле опрокинута к северовостоку (см. фото 5,Б).

Продольное укорочение осадочного чехла компенсировалось образованием надвиговой системы из серии чешуи веерного типа. Судя по спокойному залеганию участка с самыми северными находениями аналогичных как и в Горном Дагестане конгломератов с обломками изверженных пород, который гипсометрически располагается намного ниже, чешуйчатые веера складчато-надвигового пояса с фронтальной последовательностью формирования надвигов (leading imbricate fan) [3]. В северной части складчато-надвигового пояса Большого Кавказа надвиги в чешуйчатых веерах с южными падениями, а в южной

части (южный склон антиклинория Главного Кавказского хребта, Филизчайское рудное поле) надвиги в чешуйчатых веерах -наоборот с северными падениями.

Учитывая что сульфидное оруденение в юго-восточной части Горного Дагестана приурочено к дизъюнктивно-пликативным нарушениям, сформировавшимся при образовании складчато-надвигового пояса, можно твердо констатировать омоложение оруденения с северо-востока к юго-западу и залежи месторождения Кизил-Дере сформировались в последнюю очередь. Предполагалось, что оруденение Самуро-Белореченской металлогенической зоны наложена на оруденение Приводораздельной металлогенической зоны, хотя явно секущие рудные залежи месторождения Кизил-Дере жильные образования сульфидов на месторождении не зафиксированы.

Формирование рудо локализуемых структур вдоль зоны сочленения внутренней и внешней зон складчато-надвигового пояса и во внешней его зоне происходило по различным механизмам. В зоне сочленения рудоподводящими к рудным телам структурами послужили плоскости расланцовки, рудо локализуемыми-транспрессионной природы плоскости отслаивания, формировавшиеся под воздействием горизонтально сжимающих и выжимающих усилий. Во внешней зоне складчато-надвигового пояса рудоподводящей структурой явилась плоскость срыва с основания (**детachment**), а присоединяющиеся к нему надвиги в веерах-рудораспределяющимися. Рудо локализуемыми структурами в дизпликатах внешней зоны складчато-надвигового пояса послужили сеть пликативно дизъюнктивных нарушений. При этом ориентированные по слоистости пликативные нарушения, их серии в концевых северо-восточных частях сопровождалась дизъюнктивными нарушениями, что в итоге приводило к образованию системы трещин сдвиго-раздвигового типа в разрезе имеющее ступенчатое строение. Эта система нарушений в юго-восточной части рассматриваемой площади (Куруш Мазинское рудное поле) и послужили рудо(жильо) локализуемыми структурами.

В связи с ограниченностью объёма статьи здесь не рассматриваются вопросы как истории геологического развития рассматриваемой площади, так и вопросы процессов рудогенетического характера в одних случаях, приведшие к формированию рудных объектов, аналогичных месторождению Кизил-Дере, в других – не имеющих промышленного значения рудных жил в основном полиметаллического состава. Не рассматриваются также вопросы имеющего место золотого оруденения, которое в настоящее время считают самостоятельной рудной формацией.

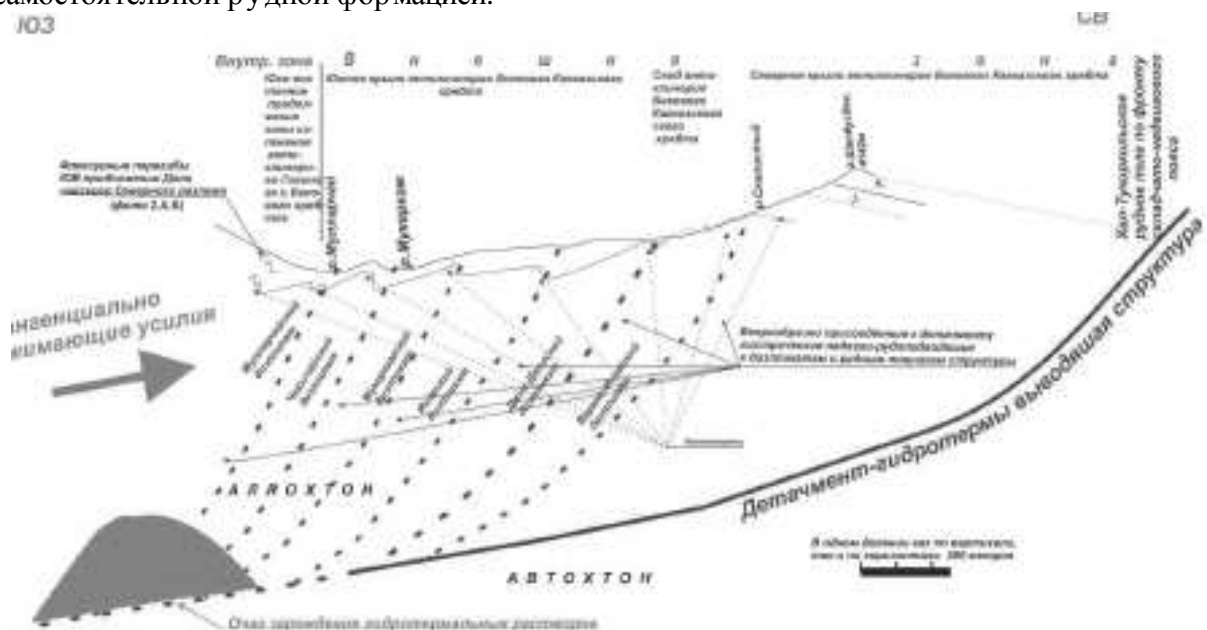


Рис.1.строение складчато-надвигового пояса части Горного Дагестана на нам ЮВ фланге.

Литература

1. Бровков.,Москаленко Т.А. О первой находке конгломератов с галькой доюрских изверженных и метаморфических пород в байосе юго-восточного Дагестана.Тр. ИГ Даг.ФАН СССР, т II.
2. Большой Кавказ в альпийскую эпоху.ГЕОС,2007.(Леонов М.Г. и др.)
3. Гайдук В.В. ,Прокопьев А.В.Методы изучения складчато-надвиговых поясов. Новосибирск,Наука,1999.
4. Гусейханов С.М. Структурные условия локализации медно-пирротинового месторождения Кизил-Дере.Тр. ИГ Даг. ФАН СССР,1982,вып.25.
5. Гусейханов С.М. Структура рудного поля месторождения Кизил-Дере. Механизм её формирования и условия локализации рудных тел.Тр. ИГ Даг. ФАН СССР.вып.29,1984.
6. Металлогения рядов коллизионных геодинамических обстановок.ГЕОС,2002.т 1,т 2,(научный редактор Межеловский Н.В., ответственный редактор Гусев Г.С.)
7. Нарозаули Г.И.,Твалчрелидзе А.Г.,Чичинадзе М.К. и др.Рудные гальки месторождения Кизил-Дере. Докл. АН СССР,1979,т.248,№ 2,стр.426-429.
8. Схема тектонического районирования России. Масштаб. Объяснительная записка.(Г.С.Гусев,Н.В.Межеловский,А.Ф.Морозов,В.А.Калипко.М.,2001.)
9. Халифазаде Ч.М.,Магомедов А.М. Среднеюрские отложения восточной части Большого Кавказа.
Черкашин В.И., Маципулин В.У. Минералого-геохимические особенности юрских рудных образований и металлогения.

Ершова Д.К., Емельяненко О.А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

При изучении верхнемеловых пород, отобранных в пределах юго-западной окраины Большого Кавказа, обнаружилось наличие достаточно редкого минерала – гейландита, который встречается в качестве вторичного, главным образом, в вулканических и вулканогенно-осадочных породах. Исследование показало, что гейландит развит по основным породам, присутствующим в виде обломков в граувакковых песчаниках и известняках. На основании этого можно сделать вывод о том, что Черноморская окраина Большого Кавказа в течение позднемеловой эпохи находилась в зоне активной вулканической и/или гидротермальной деятельности.

Ключевые слова: Черноморская окраина, вулканизм, гейландит.

During the study of the Upper rock specimens, which were taken on the southwestern margin of the Great Caucasus, was discovered presence of the rare mineral – heulandite. It is often occurred as a secondary one in volcanic and igneous-sedimentary rocks. According to the research the heulandite is found in the base rocks, which locate in the grey wackes and limestones in the form of debris. Hence it appears that Black Sea's margin of the Great Caucasus existed in the region of the igneous and/or hydrothermal activity during the Upper Cretaceous epoch.

Keywords: the Black Sea smargin, volcanism, heulandite.

На юго-западной окраине Большого Кавказа верхнемеловые отложения распространены преимущественно в южной части Новороссийско-Лазаревского синклинали и представлены пятикилометровой толщей флишевого типа. В составе флиша резко преобладают обломочные и глинистые разности, сравнительно широко развиты биогенные образования, слагающие около 25% разреза. Что касается вулканогенных пород, они занимают резко подчиненное положение, но их наличие имеет большое значение для реконструкции палеогеографических обстановок того времени (Афанасьев, 1992).

Начинается верхнемеловой разрез отложениями сеноманского яруса. Они отличаются значительной пестротой литофаций (при общем их переходном характере: от терригенных нижнемеловых к карбонатным верхнемеловым). На Черноморской окраине сеноманские отложения представлены чередующимися темно-серыми мергелями, иногда пиритизированными, и песчаниками (Рис. 1).



Рис. 1. Верхнемеловые отложения. Фрагмент литолого-стратиграфической колонки (* - по данным О.А. Емельяненко)

Песчаные прослои преобладают в нижней части яруса, и здесь, кроме того, имеется несколько прослоев зеленоватых песчаников с примесью туфогенного материала. Мощность – 200 м (Келлер, 1936).

По данным проведенного дифрактометрического анализа в последних (граувакковых песчаниках) фиксируется примесь гейландита (Рис. 2).

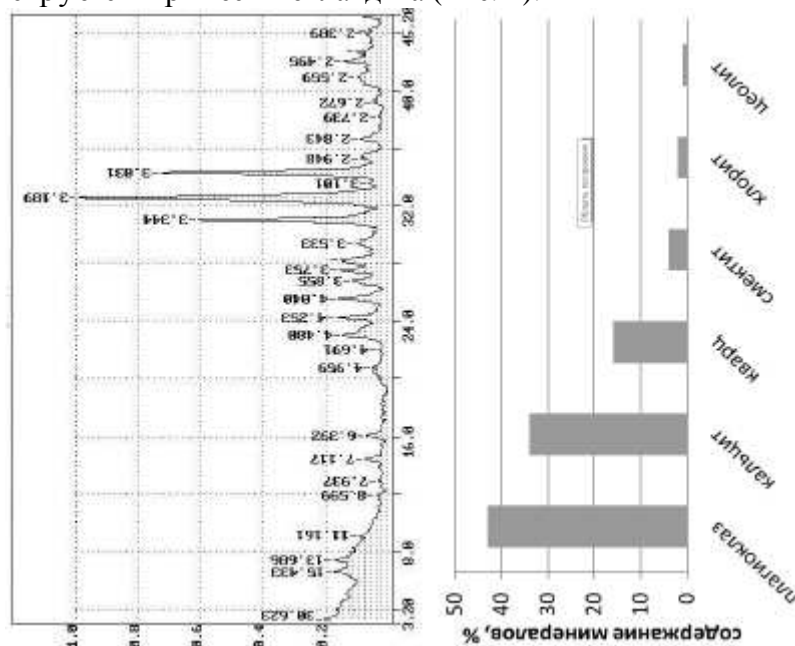


Рис. 2. Результаты рентгенофазового анализа грауваккового песчаника сеноманского возраста

При описании петрографических шлифов под микроскопом отмечается избирательная цеолитизация породы, вследствие чего гейландит можно разглядеть в скрещенных николях в виде белесых затеков в обломках эффузивных пород (Рис. 3).

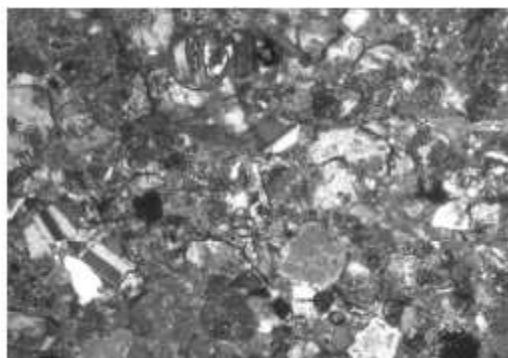


Рис. 3. Микрофотография шлифа грауваккового песчаника сеноманского возраста с выделенными фрагментами избирательной цеолитизации в скрещенных николях при 4^x увеличении

Что касается песчаных прослоев без примесей туфогенного материала, то при изучении их образцов в шлифах под микроскопом отмечается глауконит-кварцевый состав, наличие глинисто-карбонатного цемента, средняя и мелкая зернистость. Размерность частиц, увиденная в шлифах, подтверждается данными гранулометрического анализа: в составе песчаников преобладают зерна размером 0,16-0,25 мм и 0,25-0,315 мм, а также во всех образцах отмечается достаточно высокое содержание крупноалевритовой фракции. Это свидетельствует о том, что питающая провинция была достаточно удалена от бассейна аккумуляции этих осадков.

Заканчивается сеноманский разрез ананурским горизонтом (поздний сеноман – ранний турон). Он представлен мелкоритмичным переслаиванием известняков, кремнистых

светло-серых, зеленоватых, иногда чёрных, мергелей зеленовато-серых, иногда чёрных и алевролитов, редко песчаников. Мощность – 40 м. Темные карбонатные разности, обогащенные органическим веществом, образовались в результате палеоэкологического события общепланетарного масштаба (океаническое бескислородное событие - ОАЕ-2). Они накапливались в обстановках дефицита кислорода, вплоть до аноксидных условий.

Туронский ярус представлен в основном тонкоплитчатыми светло-серыми известняками с прослоями кварцево-глауконитовых косослоистых песчаников и мергелей; ритмичность наиболее четко выражена в его верхней части (Милановский, Хаин, 1963). Также в ходе исследований выявлено присутствие кремнистых пород – опок, которые ранее не были описаны в верхнемеловых разрезах Северо-Западного Кавказа.

По результатам описания шлифов среди туронских отложений отмечено преобладание обломочных известняков. В составе форменного компонента кроме кальцисфер и раковин, отмечаются обломки эффузивных пород, по которым развит гейландит, что подтверждается данными рентгенофазового анализа.

Среди отложений сантонского яруса преобладают плитчатые окремненные известняки, содержащие тонкие прослои мергелей и алевролитов.

Кампан на юго-западном склоне Большого Кавказа представлен зеленоватыми известковистыми глинами с прослоями светлых известняков, известковистых песчаников и тонкими прослоями конгломератов. В кровле отмечается наличие светлых окремненных мергелей. По данным рентгенофазового анализа в плохо сортированных кампанских песчаниках зафиксирована примесь гейландита (1-2%) (Конюхов и др., 2015).

Заканчивается верхнемеловой разрез пачкой маастрихтских темных мергелей с редкими прослоями песчаников. В конце мелового периода в районе южного склона Западного Кавказа располагался архипелаг островов, известный как «Кавказская суша» (Гроссгейм, 1961).

Что касается остальной части разреза изучаемого региона, то нижнемеловые и палеоценовые отложения представлены терригенным и карбонатным флишем и субфлишем, причем терригенный резко преобладает. В этих осадках тоже обнаружена примесь гейландита, причем в нижнемеловых ее количество не превышает 1-2%, а в палеоценовых достигает 8% (Конюхов и др., 2015). Во всех образцах гейландит развит по обломкам эффузивных пород, аналогично сеноман-туронским. Само наличие большого количества этих обломков свидетельствует как о магматической деятельности в пределах южного склона Большого Кавказа, так и о существовании островной суши, откуда поступал терригенный материал (Гроссгейм, 1961).

По данным, полученным в результате анализов образцов верхнемеловых пород, можно сделать вывод о том, что седиментационные обстановки на коротком расстоянии меняются от континентальных и прибрежно-морских до подводно-склоновых. Также в отложениях отмечаются следы влияния вулканических процессов. Об этом свидетельствует обнаруженный по результатам рентгенофазового анализа, а также при изучении образцов в шлифах под микроскопом редкий минерал – гейландит, который обычно развивается по эффузивно-осадочным образованиям, присутствующим в виде обломков в меловых и палеоценовых песчаниках и известняках. Из этого следует, что на протяжении длительного периода времени исследуемый район находился в зоне активной вулканической и/или гидротермальной деятельности.

Литература

1. Афанасьев С.Л. Верхнемеловая флишевая формация Северо-Западного Кавказа. Путеводитель экскурсии 10-й международной школы морской геологии – М., 1992
2. Гроссгейм В.А. История терригенных минералов в мезозое и кайнозое Северного Кавказа и Предкавказья. Тр. ВНИГРИ. Вып. 180. Л. 1961
3. Келлер Б.М. Стратиграфия верхнемеловых отложений Западного Кавказа // Известия АН СССР. 1936. С. 619-653
4. Конюхов А.И., Емельяненко О.А., Косоруков В.Л. Новые данные о минеральном составе меловых и палеогеновых отложений на южном склоне Большого Кавказа – Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы 8-го Всероссийского

ского литологического совещания (Москва, 27-30 октября 2015 г). – Москва: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015- Том I. – 419 с.
Милановский Е.Е., Хаин В.Е. Геологическое строение Кавказа. Очерки региональной геологии СССР. Вып.8. М.: Изд-во МГУ, 1963. 358.

ПОЗДНЕМЕЛОВОЕ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ОКРАИНЕ ОКЕАНА ТЕТИС (НА ОСНОВАНИИ СРАВНЕНИЯ ОБРАЗЦОВ, ОТОБРАННЫХ В ЧЕХИИ И НА ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА)

*Ефимьев А.С., Крамаренко Т.Ю.**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

Изучение образцов верхнемеловых отложений, накапливающихся в разных частях европейской окраины океана Тетис, выявило как различия, так и сходства в обстановках седиментации. В сеноман-туронское время отложения в пределах Богемского массива (Чешская Республика) и в пределах Черноморского побережья Большого Кавказа формировались в гумидном климате и спокойных тектонических обстановках. Они представлены в основном терригенными и карбонатными разностями, однако отмечается наличие кремнистых пород в разрезе.

Ключевые слова: Тетис, Богемский массив, Черноморская окраина.

Research of the rock specimens of the Upper Cretaceous sediments, accumulated in different parts of the European margin of the Tethys Ocean, showed both the differences and similarities in the environments of sedimentation. In the Cenomanian-Turonian age deposits within the Bohemian Massif (Czech Republic) and within the Black Sea's coast of the Greater Caucasus formed in the humid climate and calm tectonic settings. They are represented mainly by clastic and carbonate differences, however, it's noted the presence of siliceous rocks in the section.

Keywords: Thetis, the Bohemian massif, the Black Sea's margin.

В мезозойской эре в южной части Восточно-Европейской платформы находился океан Тетис. В поздне меловой эпохе его площадь достигла максимальных размеров. В это время была самая крупная в истории Земли трансгрессия, которая охватила всю территорию Средиземноморского пояса и обширные площади Восточно-Европейской и Северо-Африканской древних платформ. Широкое распространение морских бассейнов и сглаживание рельефа суши сократили принос обломочного материала.

Главным образом на юге Восточно-Европейской платформы палеогеографические обстановки, а соответственно и характер осадконакопления, в позднем мелу сильно изменились по сравнению с более ранними эпохами. Повсеместно накапливались карбонатные отложения: известняки, мергели, известковистые глины. Однако при изучении верхнемеловых разрезов Северо-Западного Кавказа и Чешской Республики были отмечено наличие кремнистых пород.

В Чешской Республике, основная часть территории которой находится в пределах Богемского массива, выполненного преимущественно нижнепалеозойскими отложениями, не широко распространены верхнемеловые породы, однако локальные их выходы можно встретить на всей ее территории.

Среди меловых отложений в северной и восточной частях Чехии преобладают мелководно-морские песчаники и конгломераты, переходящие в алевропелиты в более глубоководных частях бассейна (Adamovič et al., 2002).

В восточной части Богемии вместе с терригенными встречаются и карбонатные отложения.

В районе Северо-Западного Кавказа выходы пород верхнего мела приурочены в основном к югу Черноморского побережья, шельфу и континентальному склону Черного моря. Они представлены карбонатным терригенным флишем (Афанасьев, 1992).

При изучении «чешских образцов» сеноман-туронского возраста в петрографических шлифах под микроскопом, выяснилось, что они сложены двумя составляющими: основной глинисто-кремнистой массой и обломочным материалом (Рис. 1). Основная масса представлена преимущественно опалом с примесью глинистого материала. Обломки составляют от 5 до 35% в разных образцах. Среди них преобладают угловатые зерна кварца и более окатанные зерна глауконита мелкопесчаной размерности. Это говорит о том, что источник сноса терригенного материала был неподалеку от места осадконакопления.

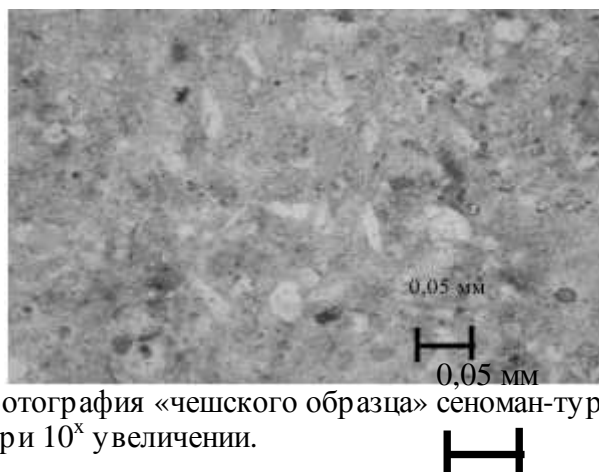


Рис. 1. Микрофотография «чешского образца» сеноман-туронского возраста в параллельных николях при 10^x увеличении.

Данные гранулометрического анализа подтверждают наличие основной массы и обломков: явное преобладание крупноалевритовой фракции отражает глинисто-кремнистую составляющую, а более крупные песчаные фракции – терригенную (Рис. 2).

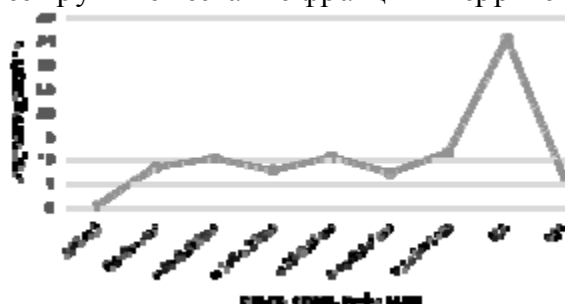


Рис. 2. Кривая распределения фракций

Дифрактометрический анализ подтверждает преимущественно кремнистый состав образца. По его данным, в нем 87% кремнистого материала.

По результатам этих данных был сделан вывод, о том, что изучаемые образцы пород имеют вулканогенно-осадочное происхождение и являются опоками. Они образовались из спонголитов, опал которых переотложился и частично раскристаллизовался в результате диагенеза и катагенеза. Об этом свидетельствует наличие прослоев спонголитов в нижележащих отложениях.

На Северо-Западном Кавказе в течение сеноманского века шла смена обстановок седиментации, соответственно отложения этого яруса носят переходный характер от терригенных нижнемеловых к карбонатным верхнемеловым. Туронские осадки представлены классическими для того времени в Средиземноморском поясе карбонатными разностями.

На Черноморском побережье в сеномане накапливались песчаники, алевролиты, а также алевро-песчанистые ритмиты, часто мезо- и полимиктовые. Изучение образцов в петрографических шлифах и результаты дифрактометрического анализа показали наличие минерального глау конит-кварцевого каркаса и глинисто-карбонатного цемента (Рис. 3, Рис. 4). По данным гранулометрического анализа в разных образцах наблюдалось преобладание то среднезернистой, то мелкозернистой, то крупноалевритовой фракции. Литологический состав (малое количество обломков пород и достаточно большое количество глау конита) говорят о тектонически спокойных морских обстановках осадконакопления.

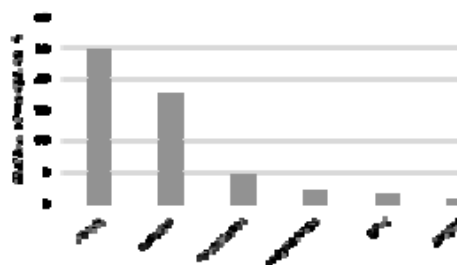


Рис. 3. Результаты дифрактометрического анализа сеноманского ритмита, отобранного в районе г. Геленджика

В некоторых образцах (ритмитах) наблюдается градационная слоистость – обломки от алевритовой размерности через тонкозернистую переходят к мелкозернистой; в некоторых отмечается наличие раковин фораминифер и кальцисфер.

Формирование ритмитов в поздне меловой эпохе на Черноморском побережье указывает на осциллирующий уровень моря. В периоды регрессий накапливался более грубый – песчанистый материал, а в периоды морских наступлений формировался более тонкий – алевритистый.

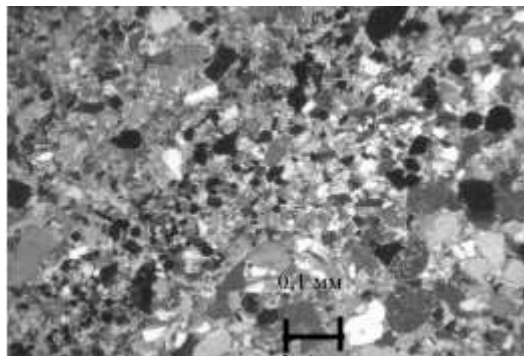


Рис. 4. Микрофотография шлифа сенонанского ритмита в скрещенных николях при 4^x увеличении

Таким образом, по результатам проведенных анализов, можно сделать вывод о том, что несмотря на значительное расстояние между Богемским массивом и Северо-Западным Кавказом, они имели сходную историю геологического развития в поздне меловой эпохе. Они находились в пределах одной климатической, а именно: субтропической зоны. Климат был теплым и влажным, сезонные колебания практически отсутствовали (Хаин и др., 1997). Осадконакопление происходило в спокойных морских обстановках.

Литература

1. Adamovič J., Ulrych J., Coubal M. & Melka K. Young volcanism-related ferritization of sedimentary rocks, Bohemian Cretaceous Basin, Acta Geodyn. Geomater. Vol.1, No.2 (134). 2002
2. Афанасьев С.Л. Верхнемеловая флишевая формация Северо-Западного Кавказа. Путеводитель экскурсии 10-й международной школы морской геологии – М., 1992
3. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник – М.: Изд-во МГУ, 1997 – 448 с.: ил.

О НАУЧНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ ДАГЕСТАНА

Залибеков З.Г.

Институт геологии ДНЦ РАН

Дагестанский государственный университет

В связи с 60-летним юбилеем Института геологии Дагестанского научного центра РАН дана краткая характеристика научной и научно-организационной работы проведенной по научному сотрудничеству с учреждениями биологического профиля. Охарактеризованы результаты совместных исследований на уровне междисциплинарных фундаментальных исследований

Ключевые слова: юбилей института, организационная структура, картография почв, экспедиция, информационные технологии, оцифровка, почвообразующие породы, конференции, геологическое направление.

Разработка фундаментальных основ биологической науки и планомерные внедрение практических предложений, имеющих непосредственное отношение к народному хозяйству осуществляются в биологических учреждениях ДНЦ РАН начиная с 70-х годов прошлого столетия. В формировании их тематики, организационной структуры и научно-экспериментальной базы была оказана помощь и поддержка со стороны координирующих и региональных организаций, среди которых особое место занимают коллектив и руководство Института геологии ДНЦ РАН. Сотрудничество осуществлялось по разработке проблем картографии почв и почвообразующих пород представленных лессовидными отложениями четвертичного периода.

Картографическое изучение почв Дагестана берет начало из работ В.В. Докучаева [3] выполненными ими в 1899 г. по маршруту Ведено-Ботлих-Хунзах-Гуниб. Первые сведения о тематических исследованиях по картированию почв в Дагестане в разных масштабах проведены С.В. Зонном [6] В.В. Акимцевым [1] и другими исследователями. Результаты проведенных работ позволили охарактеризовать основные типы почв получивших широкое распространение в нашей республике и за ее пределами.

В настоящее время мы располагаем почвенными картами, составленными в разные периоды и представляющие большой научно-практический интерес. Учитывая возможности заложенные в картографических документах и повышения их эффективности при условии применения ГИС-технологий, возникла проблема усовершенствования почвенных карт с дополнением результатами информационных исследований [2]. Выполнение задач связанных с информационными технологиями в почвенных исследованиях определилось ведущей ролью ГИС-центра Института Геологии ДНЦ РАН, составившего оцифрованного варианта почвенной карты Дагестана (масштаба 1 : 200 000). Оцифровка дала возможность использовать информацию о переменных факторах-цифровые модели рельефа, геологического строения которые использованы для полноценной характеристики почвенных ресурсов.

Цифровая почвенная карта Дагестана, Составленная Прикаспийским институтом биологических ресурсов и Институтом геологии ДНЦ РАН отражает современное состояние почвенного покрова (включая физико-химические и биологические процессы) и направления почвообразовательных циклов в условиях интенсивного антропогенного воздействия. В результате выявлено, что из общей площади республики (5.03 млн. га), 51 % земель подвержена водной и ветровой эрозии, 38 % засолены в разной степени из которых 0,5 млн.га представлены солончаками типичными и луговыми [4]

Отмечая 60-летний юбилей Института геологии следует подчеркнуть об успехах в развитии творческого сотрудничества между геологами и биологами по важным направлениям фундаментальных исследований, включая проблему борьбы с опустыниванием земель в Дагестане. В результате проведенных совместных исследований выявлена значимость полученных данных по геологической структуре равнинных регионов с обоснованием мероприятий направленных на устранение негативных последствий ветровой эрозии,

пыльных бурь и суховеев. Кроме того, результатами работ лаборатории региональной геологии и минерального сырья ИГ ДНЦ РАН установлены палеогеографические закономерности изменения разнообразия почв в зависимости от почвообразующих пород. Изучению роли почвообразующих пород, республики посвящено значительное количество работ, где отражены зональные и провинциальные особенности влияния породы на развитие почвенного покрова и биологической продуктивности [5,10].

В результате сотрудничества накоплен материал, имеющий приоритетное значение по выявлению биогеохимической роли почвообразующих геологических пород в формировании гумусовой оболочки Земли [5]. Несмотря на накопленный материал о закономерностях формирования почв, как компонента четвертичных отложений и изучения их разнообразия временно - пространственные вариации геологических отложений остаются недостаточно изученными. Учитывая эти особенности в институте геологии начато систематическое изучение коры выветривания по показателям геологических разрезов [5, 9]. Проведенная обработка накопленного материала по определению механизма временно-пространственных параметров геологических ярусов дала возможность обосновать роли геологических факторов в формировании почвенного разнообразия. Важным достижением является выявление роли геологических пород в биологическом круговороте веществ и геологической неоднородности (разнообразия) почвенного покрова [7, 8].

В связи с развитием геолого-географического направления почвоведения и созданием группы почвоведов в ИГ ДНЦ РАН наступил новый этап развития научного - сотрудничества и выполнения совместных НИР. Развиваются новые направления по «Биологическим основам изучения поведения почв во времени и пространстве», «Проблеме борьбы с опустыниванием земель», о современных тенденциях эволюции почвенно-растительного покрова. Результаты исследований обсуждены при участии почвоведов биологических учреждений, где в качестве достижений отмечено определение состава и содержание гумуса погребенных почв Акташского геологического разреза и параметры биопотенциала почв разного возраста в условиях интенсивного воздействия антропогенных факторов.

Вклад вносимый Институтом геологии как одного из ведущих учреждений ДНЦ РАН проявляются в организации и проведении конференций, совещаний, симпозиумов. Из числа выполненных мероприятий в качестве наиболее важного можно отметить Всероссийскую научно-практическую конференцию (4-6 декабря 2015 г.) посвященной Международному году почв провозглашенной Генеральной ассамблеей ООН. Проведение этой конференции поддержано РФФИ и вся организационная работа осуществлена. Институтом геологии ДНЦ РАН с участием кафедры почвоведения ДГУ и Прикаспийского института биоресурсов ДНЦ РАН. В настоящее время перед почвоведом, ботаниками, мелиораторами возникли вопросы по развитию новых направлений и оценке вносимого вклада учеными в повышении эффективности использования разработок по охране и рациональному использованию биологических ресурсов. Важное значение в развитии современного сотрудничества имеет вхождение ИГ ДНЦ РАН в состав учредителей Международного академического журнала «Аридные экосистемы». По решению экспертной комиссии Рособнадзора при правительстве РФ от 15 ноября 2013 г. Институт утвержден учредителем журнала «Аридные экосистемы», а директор Черкашин В.И. – членом редколлегии. Журнал имеет высокий импакт-фактор и включен в список рецензируемых изданий ВАКом и в Российскую платформу цитирования Veb of science. Это мероприятие подняло на новый уровень сотрудничества и творческих связей института в нашей республике и за ее пределами. За прошедший период в журнале опубликовано более 20 статей, информации ученых отражающие результаты совместных работ по геологическому, биологическому, экологическому направлениям.

Пройденный путь развития Института геологии, формирование коллектива, тематики научных исследований и кадрового потенциала является образцом и для других учреждений академического профиля. Сфера научной и научно-организационной деятельности ИГ ДНЦ РАН охватывает многостороннюю деятельность большого коллектива вносящего значительный вклад в развитие геолого-географического направления в почвоведении получившего признание в нашей республике и за ее пределами. Отмечая юбилей института

геологии ДНЦ РАН мы желаем всему коллективу новых творческих успехов достижений в углублении в сфере фундаментальных и прикладных исследований.

Литература

1. Акимцев В.В. Почвы Прикаспийской низменности Кавказа, Ростов-на –Дону, 1957, 282 с.
2. Биарсланов А.Б., Залибеков З.Г., Асгерова Д.Б. Об основных принципах применения ГИС в картографии почв. Сб. Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия. Махачкала.2014.- С. 57-62.
3. Докучаев В.В. Картография русских почв Соч.т.6.М-л, 1949, 248 с.
4. Залибеков З.Г. Почвенное разнообразие и современные проблемы его изучения //Аридные экосистемы, 2006.т.6. №13.- С. 27-36.
5. Залибеков З.Г. Черкашин В.И. Влияние высотного положения и возраста геологических пород на формирование почвенного разнообразия Прикаспийской низменности //Изв. Высших учебных заведений. Северокавказский регион. Естественные науки, 2013 № 3.- С. 67-72.
6. Зонн С.В. Выветривание, почвообразование древней коры выветривания //Почвоведения, 1995, № 3.- С. 381-389.
7. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: 1985, 264 с.
8. Лилиенберг Д.А Геоморфология гор и равнин //Тр. XXIV Пленума геоморфологической комиссии РАН. Краснодар.1998.- С. 285 -290.
9. Солдатов А.С. Почвенные исследования в Дагестане //Тр. Отдела почвоведения Даг. филиала АН СССР. Махачкала, Том 3.- С. 6-22.
10. Яруллина Н.А. Первичная биологическая продуктивность почв дельты Терека. М: «Наука». 1983. 88 с.

Захаров С.А.¹, Мустафин С.К.²

1 - Открытое акционерное общество "Алмазы Анабара"

2 - Башкирский государственный университет.

Анализируются материалы по геологическому строению объектов Анабарского россыпного алмазоносного района, характеристике песков, торфов и минерального сырья, горно-техническим и инженерно-геологическим особенностям разработки и рекультивации нарушенных земель месторождения Биллях. Рассматриваются основные аспекты геологического строения, структуры, состава и льдистости торфов и песков месторождения россыпных алмазов бассейна реки Молодо (Приленский алмазоносный район). Инженерно-геологические и криологические условия территории обуславливают эффективность добычных работ и интенсивность техногенного воздействия процесса отработки на окружающую среду.

Ключевые слова: россыпь, алмазы, криолитозона

Materials on the geological structure of objects Anabarsky alluvial diamond-bearing area, the characteristics of sand, peat and mineral resources, mining, technical and engineering-geological features of development and land reclamation deposits Bilyakhanalyzed. The main aspects of geology, structure, composition and acidity of peat and sand alluvial diamonds of Prilenskoye diamondiferous district considered carefully. Engineering and geological conditions of the territory and cryological cause the efficiency of mining operations and the intensity of technogenic impact of mining on the environment

Keywords: placer deposit, diamond, permafrost

Рассматриваются россыпи бассейна реки Биллях Анабарского россыпного алмазоносного района Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции северо-востока Сибирской платформы. Субширотная долина реки Биллях протяжённостью 56,5 км., выработана в доломитах анабарской свиты среднего кембрия которым свойственны пористость, кавернозность и развитие маломощной (в среднем 0,6-0,9 м) коры выветривания. Долина реки врезана, как правило, на незначительную глубину – 20-30 м. в среднем течении - до 30-40 м, а в нижнем – до 90-100 м. Коэффициент уклона продольного профиля в среднем 0,003-0,004 в приустьевой части и в верховьях возрастает до 0,005-0,008. С учётом геоморфологического строения россыпи и особенностей изменчивости вдоль неё алмазоносности выделено 6 участков. Алмазоносность аллювия р. Биллях установлена в 1954 г. в результате геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000, была оценена в 1966-1972 гг.

Долинная россыпь на протяжении 53 км предварительно разведана в 1987-1989 гг. и по сложности геологического строения отнесена ко II-й группе. Наблюдается корреляция алмазоносности современных россыпей с фрагментами распространения алмазоносных неогеновых долин или покровных отложений этого возраста [1].

Месторождение расположено в криолитозоне; нижняя граница многолетнемерзлых пород проходит на глубине 300-400 м., мощность деятельного слоя в середине августа, 0,05-1,5 м. В пределах промышленного контура россыпи выделяются: современно-верхнечетвертичная, средне-верхнечетвертичная, неоген-нижнечетвертичная части, различающиеся уровнем подошвы продуктивного пласта, литолого-фациальными и геоморфологическим особенностям.

Современно-верхнечетвертичная россыпь имеет сплошной контур балансовых запасов и включает в себя отложения русла, пойм, надпойменных террас и переуглублённой долины.

Средне-верхнечетвертичная россыпь приурочена к образованиям палеодолин, развитых фрагментарно на склонах современной долины.

Неоген-нижнечетвертичная россыпь в эрозионно-карстовых депрессиях установлена в верхней части долины реки.

Пески представлены песчано-гравийно-галечно-щебнистыми образованиями с различным содержанием илистого, глинистого и валуно-глыбового материала, валуны доломитов 15-40 см.

Валунность песков - 0,1 - 38,4%. Содержание песчано-глинистого материала фракции -0,5 мм составляет 40-60%. Грубообломочный материал представлен доломитами (70-80%), их окремнёнными разностями (8-10%), кремнями (7-17%), реже – галькой известняков, халцедона, кварца, кварцита, песчаников и др. Как попутные компоненты рассматриваются золото и платиноиды.

В 2013 г. из россыпи р. Биллях добыто 1,3 млн. каратов алмазов. Количество окрашенных камней - 42,3 %; преобладают индивиды лилово-коричневой - 17,1 %, серой - 13,3 % и желтой - 7,1 % окраски. Средний вес алмазов 20,5 мг (~ 0,1 карата). Добыто несколько крупных алмазов весом более 50 кар, в том числе "Творец" - самый крупный из найденных в россыпях РФ, размерами 52,4 x 33,0 x 24,4 мм, весом - 298,52 карата; камень - третий по весу ювелирный алмаз, найденный в Республике Саха (Якутия) выставлен в Алмазном фонде Российской Федерации.

К продуктивному пласту относятся так же маломощные (0,3-1,0 м) переотложенные коры выветривания, представленные доломитовой мукой со значительным (до 31,4%) содержанием глыб. Торфа россыпи представлены илистыми, суглинистыми или супесчаными отложениями с примесью (первые проценты) грубообломочного материала и визуально легко отличаются от песков. Суглинки и супеси имеют следующие характеристики: влажность 0,31-0,52; относительная осадка под нагрузкой 0,081-0,301 кг/см²; общее сопротивление сдвигу – 0,10 – 0,25 кг/м².

Инженерно-геологические условия месторождения определяются расположением его в зоне развития многолетнемерзлых пород, мощность которых достигает 300 м, и климатическими условиями территории. Породы находятся в многолетнемерзлом состоянии с устойчивым температурным режимом (-4,8° -6,4° С). Общая мощность летнего оттаивания пойменных суглинков при мощности непрерывно снимаемых слоёв 15 см равна 5,0 м.

Исходя из метеорологических условий территории Анабарского улуса и производительности участка по добыче и промывке песков, общая продолжительность рабочего сезона принимается равной 335 суток (15 января – 15 декабря). Весь рабочий сезон делится на 5 периодов:

1) Вскрыша торфов, проведение горно-подготовительных работ (ГПР) и строительство гидротехнических сооружений (ГТС), выемка мерзлых песков, транспортировка песков УД (СОФ): 15 января – 31 мая.

2) Подготовительные работы к промывке песков, проведение ГПР и ГТС: 01 июня – 10 июня.

3) Промывка песков на УД, транспортировка «зерна» в ТСССОФ, проведение ГПР и ГТС, вторичная переработка г/массы: 01 июня – 21 сентября. Продолжительность промсеzona - 113 сут.

4) Рекультивация погашенных блоков и объектов ГПР и ГТС: 11 сентября – 30 октября.

5) Зачистка хвостохранилища от шлама: 01 февраля – 30 сентября.

Рекультивации подлежат: отвалы вскрышных пород, которые обратно засыпаются в отработанные блоки; отстойники-хвостохранилища с дамбами; промплощадки; рудные дворы; автоотвалы рыхлых горных пород; эфельные отвалы. Горнотехнический этап рекультивации производится после отнесения площадей к отработанным и включает: 1) выполаживание бортов разрезов и откосов отвалов; 2) отсыпку галечником илистых бортов разрезов подлежащих затоплению для предотвращения размыва пород; 3) нанесение на спланированные поверхности почвенно-растительного слоя или слоя потенциально плодородных пород.

При проведении горно-добычных и геологоразведочных работ, ОАО "Алмазы Анабара" предусматривается проведение различных мероприятий для предотвращения загрязнения водных ресурсов: строительство руслоотводного канала, рациональное использование воды, проведение регулярного контроля за степенью очистки сточных вод, проведение мероприятий по предотвращению загрязнения водоемов нефтепродуктами, проведение об-

следования гидротехнических сооружений, которые проводятся в полевой документации маркшейдерской и экологической службой [1].

Комплексная рекультивация нарушенных земель проводится в целях снижения экологических рисков связанных с техногенной трансформацией почвенного покрова и призвана обеспечить: создание земельных ландшафтов зарастания, устранение нарушения гидрогеологического режима местности, очагов эрозионных процессов.

Ключевыми факторами влияющими на социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации, как отмечается в "Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года" являются:

а) экстремальные природно-климатические условия, включая низкие температуры воздуха, сильные ветры и наличие ледяного покрова на акватории арктических морей;

б) очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий и низкая плотность населения;

в) удаленность от основных промышленных центров, высокая ресурсоемкость и зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок из других регионов России топлива, продовольствия и товаров первой необходимости;

г) низкая устойчивость экологических систем, определяющих биологическое равновесие и климат Земли, и их зависимость даже от незначительных антропогенных воздействий [1].

Месторождения россыпных алмазов бассейна реки Молодо - левого притока реки Лена относится к Приленскому алмазоносному району Лено-Анабарской субпровинции в зоне сочленения Анабарской антеклизы с Предверхоанским краевым прогибом.

Россыпь представлена участками Верхнее Молодо и Молодо протяженностью 19 км и 42,5 км разделенными участком в 28,5 км. Россыпь алмазов реки Молодо открыта в 1960 г. Амакинской ГРЭ, поисково-оценочные работы проведены в 1960-1970 гг., предварительная и детальная разведка участка Молодо - в 1973-1976 гг. предварительная разведка участка Верхнее Молодо - в 1981-1983 гг. В геологическом строении площади участвуют карбонатные породы еркекетской и куонамской свит E_{1-2} , терригенные породы далдынской свиты S_3-P_1 , отложения четвертичного возраста - от QII-III до QIV, представленные аллювием различной алмазоносности и склоновыми образованиями [2].

Россыпь аллювиального типа, включает аллювий русла, кос и низкой поймы (русловая россыпь), высокой поймы и террас (террасовая россыпь), по морфологии - долинная, представлена залежью пластообразной формы. По сложности геологического строения относится к третьей группе. Средняя ширина россыпи в русловой части 54,9 м, в террасовой - 108,9 м; средние мощности: льда - 0,18 м, торфов - 2,69 м, продуктивного пласта (песков) - 1,82 м. Пласт алмазоносных галечников (песков) основания залежи перекрыт осадками поймы и склонов (торфами) не содержащими алмазы.

К особенностям геологического строения россыпи относятся: изменчивость ширины, невыдержанная мощность, высокая изменчивость содержания алмазов, линзовидно- и узко-струйчатым типом концентрации алмазов. Пески россыпи характеризуются объемной массой 1,78-1,9 т/м³; естественной влажностью - 10,8-13,8%; льдистостью - 1,4-5,4%; валунистостью 1,3-3,96%; коэффициентом разрыхления - 1,2-1,45. Торфа имеют объемную массу 1,67 т/м³; и высокую льдистость - 25-35%. Гранулометрический анализ показал, что в продуктивных отложениях преобладают (около 80 %) галька и гравий известняков, битуминозных сланцев, песчаников, реже кварца, содержание валунов от 0,67 до 1,17 %; коэффициент окатанности обломочного материала от 28,3 до 56,4 %.

Выбор рациональной схемы обогащения обеспечили результаты изучения гранулометрического состава, промывистости и обогатимости песков, их минералогического состава, выхода тяжелой фракции и других характеристик. Минеральный состав тяжелой фракции представлен ильменит-лимонит-пироксен-альмандиновой ассоциацией, в подчиненном количестве присутствуют магнетит, рутил, циркон и др.

В алмазном сырье количественно преобладают кристаллы класса -2+1 мм (54,9%), доля камней класса -4+2 мм - 30,7%, мелких кристаллов -1+0,5 мм и крупных камней - 8+4 мм - 1,8%; ювелирные камни крупных классов определяют основную стоимость сырья.

Основная масса зернистого материала песков (89,07-97,60%) имеет плотность менее 2,86 г/см³, количество материала промежуточной плотности 2,86-3,20 г/см³ от 1,91 до 6,24%. Выход тяжёлой фракции плотностью более 3,2 г/см³ повышается с уменьшением крупности зерна от 0,49 до 3,91%.

Объект расположен в области сочленения Оленекского гидрогеологического массива и Нижне-Ленского артезианского бассейна, в зоне сплошного развития многолетней мерзлоты мощностью до 600 м, что обусловило отсутствие связи подмерзлотных и межмерзлотных вод с надмерзлотными. Геокриологические условия территории наряду с ведущим климатическим фактором формируют геолого-геоморфологические особенности речной системы, литологический состав и влажностный режим рыхлых долинных отложений, характер растительного покрова. Проведённые ранее инженерно-геологические исследования и криологическая съёмка позволили оценить мерзлотно-инженерно-геологические условия месторождения выделить два инженерно-геологических комплекса со сходными геолого-геоморфологическими и мерзлотными условиями: 1) аллювий современного русла; 2) аллювий высокой поймы и надпойменных террас.

Дочетвертичные скальные многолетнемерзлые породы представлены известняками и битуминозными сланцами Є_{1-2} , слабо сцементированными песчаниками $\text{С}_3\text{-P}_1$ возраста и туфолавами T_1 .

Глубина оттаивания на склонах южной экспозиции - 1,5-2,5 м и на склонах северной экспозиции - 0,4-0,7 м. Льдистость, в зависимости от степени трещиноватости, от 10 до 90 % (в среднем 30-35 %).

Неогеновые аллювиальные галечники с прослоями песков мощностью 0,5-12 м. относятся к группе твердомерзлых прочно сцементированных льдом грунтов с глубиной оттаивания до 2,2 м.

Четвертичные многолетнемерзлые породы подразделяются по возрастному и генетическому принципам на флювиогляциальный, аллювиальный, делювиальный элювиальный типы.

Флювиогляциальные отложения верхнечетвертичного зырянского оледенения (fQ_{III}) - пески, супеси, суглинки с горизонтом галечников (0,2-2,0 м) в основании.

Льдистость от 15 до 80 %, в среднем 30-35 %.

Мощность сезонно-талого слоя изменяется от 0,4 до 1,1 м.

Аллювиальные отложения: 1) первой и второй надпойменных террас р. Молодо ($\text{a}^1\text{Q}_{\text{III}}\text{-a}^2\text{Q}_{\text{III}}$) 2) высокой поймы (aQ_{H}^1); 3) низкой поймы (aQ_{H}^2) распространены повсеместно представлены песчано-гравийными галечниками, супесями, суглинками. Характеризуются льдистостью 15-90%, мощностью сезонно-талого слоя до 2,2 м. и распространены практически повсеместно.

Аллювий террас мощностью в 10-12 м, в низах разреза представлен галечниками (1-4 м). Сезонно-талый слой от 0,9 до 21,7 м; консистенция грунтов в талом состоянии меняется от мягко-пластичной до твердой. Косово-русловые современные отложения (aQ_{H}) представлены галечниками с льдистостью 1 - 8%. Озерно-болотные современные отложения ($\text{lbQ}_{\text{III-H}}$) представлены торфом, илом, суглинками с льдистостью до 60 % и глубиной сезонно-талого слоя от 0,3 м до 2,0 м. Делювиальные современные отложения - пески, супеси, суглинки с примесью щебнево-глыбового траппового материала с льдистостью 25-30 %, мощностью сезонно-талого слоя 0,4-1,5 м. Элювиальные современные отложения на поверхность не выходят и развиты на субстрате 3-х разновидностей: 1) глинисто-щебнистый элювий на известняках Є , 2) глинистый элювий на глинистых сланцах и глинистых конгломератах P , 3) песчаный элювий на песчаниках P . Они подстилают отложения четвертичного возраста и характеризуются повышенной льдистостью (в среднем 40-45 %).

Процесс разработки месторождения открытым способом сопровождается геомеханическими нарушениями земель, обусловленными: 1) удалением растительности и почвенного покрова на площадях выемки запасов; 2) выемкой торфов и алмазоносных песков из эксплуатационных разрезов; 3) складированием отвалов торфов на бортах разрезов; 4) устройством дорог и подъездов, площадок для ремонта и обслуживания техники. Горно-технический этап рекультивации включает: 1) выполаживание бортов разрезов и откосов отвалов; 2) отсыпку галечником илистых бортов разрезов подлежащих затоплению для

предотвращения размыва пород; 3) нанесение на спланированные поверхности почвенно-растительного слоя или слоя потенциально плодородных пород [2].

Горно-экологический мониторинг отработки россыпи в условиях криолитозоны Арктики как основные последовательные операции технологического процесса включает: 1) вскрышные и подготовительные работы; 2) добычные работы; 3) размещение вскрышных пород и отходов производства; 4) рекультивация нарушенных горными работами земель [1,2].

Литература

1. Захаров С.А., Мустафин С.К. Россыпи алмазов реки Молодо (бассейн Лены): геологические и инженерно-геологические аспекты разработки. В сб.: «Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение и экология». Мат-лы XV международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. Пермь:ПГНИУ, 2015. – С. 69-71.
2. Захаров С.А., Мустафин С.К. Строение и инженерно-геологические условия освоения россыпей алмазов Арктики (на примере бассейна реки Анабар). В сб.: «Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение и экология». Мат-лы XV международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. Пермь:ПГНИУ, 2015. – С. 71-73.

НЕФТЕГАЗМАТЕРИНСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ СРЕДНЕГО КАСПИЯ И ЕГО
ОБРАМЛЕНИЯ (СРЕДНЕ-КАСПИЙСКИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ БАССЕЙН)

Золова И.В., Шлыгин Д.А., Шарафутдинов В.Ф., Катаев О.И., Мусихин В.А., Калабин В.В.
ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»

В статье рассмотрены основные нефтематеринские отложения Средне-Каспийского нефтегазоносного бассейна. Даны геохимические характеристики органического вещества (Сорг, тип керогена, стадии катагенеза) и типы углеводородов продуцируемых нефтематеринскими толщами.

Ключевые слова: Средне-Каспийский бассейн, нефтематеринская порода, органическое вещество, геохимическая характеристика.

The article considers the main source rocks of the Middle Caspian basin. Described geochemical characteristics of organic matter (ТОС, kerogen type, stage katagenesis) and hydrocarbons types produced by source rocks.

Keywords: Middle Caspian Basin, source rock, organic matter, geochemical characteristics.

Начиная с 2000-х годов в Каспийском море был сделан ряд открытий, связанных с отложениями юрского, мелового возрастов (Сарматское, им. Ю. Корчагина, им. В. Филановского, Хвалынское, Центральное). Вместе с тем стратиграфический диапазон перспективных горизонтов гораздо шире - сверху может ограничиваться отложениями плиоцена, достигая в основании разреза пород палеозойского возраста, что подтверждено открытиями на суше. В связи с этим, обоснование потенциально нефтегазопродуктивных отложений приобретает особое значение при раздельном прогнозе УВ потенциала.

Ключевым моментом в формировании углеводородных скоплений является наличие источников генерации углеводородов – нефтегазоматеринских отложений, которые должны обладать определенным фациально-генетическим типом органического вещества, достигать необходимого уровня термической зрелости, находиться в определенных термобарических условиях. Формирование залежей так же определяется временем образования ловушек, их положением относительно нефтематеринских свит. Генерационный потенциал отложений определяется в значительной степени двумя первыми факторами - количеством и генетическим типом исходного ОВ, меняющимися в зависимости от литолого-фациальных особенностей пород и геохимических обстановок осадконакопления. Продуктивность выявляемых ловушек, а также тип углеводородов зависит от геохимических характеристик выше или ниже расположенных нефтегазопродуцирующих толщ, от термобарических условий недр и от расположения путей миграции углеводородов.

Геохимические исследования органического вещества проводились с 50-х годов большим числом исследователей - сотрудниками ВНИГНИ, ИГиРГИ, МГУ им. М.В. Ломоносова, ИГ ДагНЦ. Результаты исследований отражены в работах Н.Б. Вассоевича, И.А. Конюхова, Н.А. Еременко, Д.В. Жабрера, Л.А. Польштер, Б.А. Акаева, Д.А. Мирзоева, Л.И. Джапаридзе, Г.И. Тимофеева, Ю.И. Корчагиной, Б.А. Соколова и многих других. По совокупности геохимических параметров установлено, что генерирующими толщами углеводородов Средне-Каспийского нефтегазоносного бассейна являются триасовые (нефтекумская свита оленекского яруса, средний и верхний триас?), нижне-, среднеюрские (тоарские, ааленские, бат-байосские), нижнемеловые (апт-альбские), среднеэоценовые (кумская свита), олигоцен-нижнемиоценовые (хадумские и майкопские), а также среднемиоценовые (чокракские, караганские) отложения.

Анализ распределения РОВ в мезозойских отложениях акватории Среднего Каспия, изученных в последние годы, показал, что высоким и средним генерационным потенциалом по содержанию $C_{орг}$ обладают породы кумской свиты, альбского яруса нижнего мела и средней юры. При этом отдельные образцы пород, обогащенные $C_{орг}$ в количестве более 2 % встречаются в терригенных породах всего нижнего мела и средней юры. Наиболее низкие значения характерны для карбонатных отложений титонского яруса верхней юры, хотя среди глинисто-карбонатных пород кимериджского и оксфордского ярусов так же встре-

чаются образцы с повышенной концентрацией РОВ. Следует отметить, что важное значение могут иметь породы среднего – верхнего триаса и нижней юры (?), которые, вероятно, присутствуют в локальных депрессионных зонах (грабенах?) Среднего Каспия, выявляемых по сейсмическим данным. Аналогами этих тонкослоистых толщ могут служить темноцветные глинисто-карбонатные породы среднего-верхнего триаса, вскрытые бурением на некоторых локальных структурах Южного Мангышлака (рисунок).

Триасовые отложения. В основании осадочного чехла аргиллиты и глинистые известняки нефтекумской свиты оленекского яруса характеризуются повышенными значениями $S_{орг}$ (от 1 % и до 2,5 %) в пределах Восточно-Манычского прогиба. Они содержат преимущественно сингенетичные смолисто-асфальтеновые и смолистые битумоиды, продуцирующие в основном жидкие УВ. Как уже было отмечено, богатые материнские породы выявлены так же в средне- и верхнетриасовых образованиях карбонатного состава на восточном берегу Среднего Каспия (Южный Мангышлак)

Юрские отложения играют в разрезе мезозоя, вероятно, важную роль в продуцировании УВ, как в пределах Терско-Каспийского прогиба, так и на восточном берегу Среднего Каспия в Сегендыкской и Жазгурлинской депрессиях. Нижне-среднеюрские отложения по условиям седиментации способствовали накоплению, и сохранению ОВ, а также генерации УВ. В Восточном Предкавказье наиболее высоким газопродуцирующим потенциалом характеризуется песчано-глинистая формация верхнего аалена. Глинисто-алевролитопесчанистые породы аалена, характеризуются обогаченностью растительным материалом и высоким содержанием $S_{орг}$, в среднем от 1,3 до 2,5 %. Максимальные содержания $S_{орг}$ достигают 5,2%, а в отдельных прослоях углистых сланцев до 30-38%. Обилие сидеритовых конкреций, рассеянного пирита, темный цвет пород указывают на восстановительные и резко восстановительные обстановки накопления ОВ, что, определяло благоприятные условия для формирования потенциально газоносных отложений. Учитывая смешанный генетический тип исходного ОВ, в котором преобладает кероген III типа, эти отложения могли являться мощным поставщиком газообразных УВ на высоких стадиях катагенеза, где показатель отражения витринита (R_0) превышает 1,0-1,3 %.

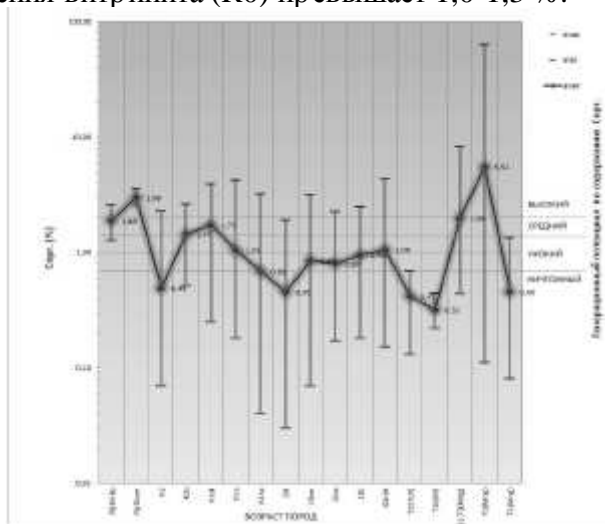


Рисунок. Распределение $S_{орг}$ в мезозойско-кайнозойских отложениях акватории Среднего Каспия (максимальные, минимальные и средние значения). Генерационный потенциал оценен по степени обогаченности РОВ. Справа приведены значения для средне-, верхнетриасовых и нижнеюрских отложений Южного Мангышлака.

В байос-батское время на территории Северо-Восточного Кавказа и прилегающей акваториальной части накапливалась толща, состоящая из чередования в разрезе морских терригенных и континентальных угленосных отложений. Глинистые разности пород представлены аргиллитами плотными, темно-серыми, с включениями алевролитов. Глинистые породы, в основном, обогачены ОВ, среднее содержание $S_{орг}$ составляет 1,15 %. О развитии процессов генерации и эмиграции микроневфти свидетельствует распространение в байос-батских отложениях битумоидов различного генетического типа - остаточных, параавтохтонных, автохтонных. В породах ранней-средней стадий катагенеза содержание хло-

роформенного битумоида находится на уровне 0.04-0.05 %, с увеличением преобразования ОВ оно снижается до 0.007 %. Доля спиртобензольного битумоида, как правило, на порядок ниже хлороформенного и составляет не более 0.002-0.012 %. Многими исследователями отложения рассматриваются как нефтематеринские с большим нефтепроизводящим потенциалом.

Меловые отложения. Потенциал нефтепроизводящих апт-альбских отложений как источников УВ следует оценивать исходя из конкретных геолого-геохимических условий. Там где они представлены восстановительной геохимической фацией (Прикумская зона и прилегающая акватория Каспия) при более высоких значениях Сорг (от 0,4 до 10 %) процессы битумообразования протекали наиболее эффективно, в отличие от южной части бассейна.

Палеогеновые отложения. Отложения кумской свиты (средний эоцен) оцениваются как нефтематеринские, однако следует учитывать их относительно небольшую мощность (около 20 м), поэтому их роль пока не ясна.

Майкопские отложения в качестве одного из основных нефтематеринских комплексов выделены на Северном Кавказе давно. Отложения представлены, в основном, глинами морского генезиса и содержат ОВ смешанного генетического типа с преобладанием сапропелевой составляющей. Глинистость разреза в пределах Терско-Сулакской впадины составляет 75-90 %. Среднее содержание органического углерода в майкопских глинах колеблется от 0.5 до 4 %, а содержание битумоидов в отдельных разрезах превышает 0,06-0,08 %. Между содержанием ХБ и Сорг существует прямая связь (коэффициент корреляции равен 0.8), которая указывает на сингенетичную природу битумоидов в майкопских породах.

В битумоидах верхнего майкопа отмечено повышенное содержание перилена – ароматического углеводорода, источником которого являются полициклические структуры хлорофилла. Более «кислый состав» органического вещества, наличие высокомолекулярных алканов (твердые углеводороды) и аренов в составе углеводородов, объясняется приносом в бассейн седиментации наземного органического вещества, обогащенного высококонденсированными структурами. Тем не менее, исходное органическое вещество для майкопских отложений классифицируется как II тип (сапропелевое), т.е. наиболее типичное для нефтематеринских пород. В целом, олигоцен-нижнемиоценовые отложения характеризуются высоким нефтегазоматеринским потенциалом – породы с большим содержанием ОВ, преимущественно II типа, способного к формированию в основном нефтяных углеводородов.

По составу и содержанию ОВ, его битуминизации и преобразованности подразделяется на две геохимические зоны, соответствующие структурно-тектоническому районированию: северную и южную. В первой (севернее г. Избербаш) майкопские отложения характеризуются грациями катагенеза МК1-3, содержанием Сорг-0.7 %, битумоидным коэффициентом 7.7, что свидетельствует об интенсивных процессах битумо- и углеводородообразования. Здесь возрастает количество первично-миграционного битумоида (70 %) при значительном количестве остаточного битумоида, что указывает и на миграционные процессы в этой области. Во второй области (южнее г. Избербаш) майкопские отложения находятся на стадии катагенеза МК1-3, содержание Сорг-1.22 %, содержание битумоидов невысокое – 0,01-0,05 %. Отношение ХБ/СББ < 1, генерационный потенциал значительно ниже. Более того, следует отметить, ожидаемые более низкие показатели нефтематеринских свойств в нижне-среднемайкопской клиноформной части разреза, обогащенной песчано-алевролитовым материалом и отличающейся менее благоприятными условиями накопления РОВ в динамичной и высокоэнергетической среде осадконакопления.

Неогеновые отложения. Глинистые породы чокрака обладают высокими нефтепродукцирующими свойствами, обеспечившими формирование залежей нефти и газа в Терско-Каспийской области. В средней части бассейна, где в чокракский век наблюдалась область максимального компенсированного прогибания и накопления мощной песчано-глинистой толщи, отмечается высокое содержание ОВ и прогнозируется интенсивная эмиграция легких компонентов и формирование залежей нефти в ловушках. На юге и в северной области процессы седиментации протекали при малой геотектонической активности бассейна, что

привело к накоплению алевроито-глинистых и глинистых пород меньшей мощности, которые в начале плиоцена были выведены на поверхность. Глинистые породы смогли продуцировать только небольшую часть газообразных УВ, что и подтверждается многочисленными проявлениями углеводородных газов на юге Дагестана. Глинистые породы караганского горизонта характеризуются меньшим продуцирующим потенциалом УВ по сравнению с чокракскими.

Таким образом, по комплексу геохимических показателей, содержащих сведения о количестве и исходном типе ОВ, геохимических обстановках осадконакопления и литолого-фациальном облике пород, в разрезе осадочного чехла Средне-Каспийского, бассейна выделены нефтегазоматеринские толщи с различным потенциалом, отличающиеся не только в пределах того или иного стратиграфического интервала, но и обладающие разными свойствами в пределах разных участков бассейна.

Литература

1. Буторин Г.Д., Галин В.Л., Галина А.А. Закономерности размещения и условия формирования залежей нефти и газа Предкавказья. Том IV. Дагестанская АССР. //Труды Ин-та геологии и разработки горючих ископаемых. М., Недра, 1980. – 207с.
2. Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. М.: Недра, 2004 г. – 342 с.
3. Летавин А.И., Орел В.Е., Чернышев С.М. Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. АН СССР; ИГиРГИ; М.: Недра, 1987.
4. Лопатин Н.В., Зубайраев С.Л. Нефтяные генерационно-аккумуляционные системы: логика концепции и ее применение в поисково-разведочных работах //Геоинформатика, 2000, № 3.
5. Мирзоев Д.А. О нефтепроизводящем характере юрских отложений Прикумской области Дагестана. // Уч. зап. АГУ, сер. геол.-географ. 1966, №2. С. 20-24.
6. Мирзоев Д.А., Джапиридзе Л.И., Шарафутдинов Ф.Г., Саидов С.А. Органическое вещество пермских и триасовых отложений платформенной части Восточного Предкавказья. М., Изд-во МГУ, 1976. с. 162-163.
7. Мирзоев Д.А., Пирбудагов В.М., Саидова С.А. Рассеянное органическое вещество и геохимические образования мезозойских отложений Восточного Предкавказья. //Органическое вещество нефтепроизводящих пород – основной УВ нефти и газа. Ташкент, Изд-во САИГНМС, 1975, - с. 233-245.
8. Пирбудагов В.М. Битуминозность нижнемеловых отложений Дагестана. //Изв. вузов, сер. Нефть и газ, 1963, №10, с. 11-14.
9. Сабанаев К.А., Черкашин В.И. Геологическое строение и нефтегазоносность осадочного комплекса Российского сектора Каспийского моря. //Тр. института геологии Дагестанского научного центра Российской АН. Вып. 53. Изд-во ДИНЭМ, Махачкала, 2008. – 208 с.
10. Скрипнюк О.В. Геолого-геохимические условия нефтегазоносности мезозойских отложений зоны Маньчских прогибов и южного склона Кряжа Карпинского. //Автореферат дис. Краснодар. 2010 г. с. 25.
11. Соколов Б.А., Корчагина Ю.И., Мирзоева Д.А. Нефтегазообразование и нефтегазонакопление в Восточном Предкавказье. М.: Наука, 1990. – 205 с.

ОБСТАНОВКИ ДЕФИЦИТА КИСЛОРОДА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МОРФОЛОГИЮ РАКОВИН МЕЛОВЫХ ФОРАМИНИФЕР

Исаева Н.А.

Институт геологии ДНЦ РАН

В последнее время современной наукой проявляется большой интерес к изучению закономерностей эволюции отдельных таксонов ископаемой органики, к выявлению и выяснению причин палеоэкологических кризисов прошлого. В связи с этим встает проблема прогнозирования возможных биосферных изменений и уделяется большое внимание изучению палеоэкологических кризисов прошлого, оценки реакции биоты на экологические события. Резкое потепление, перестройки в составе морской биоты, распространение осадков, обогащенных органическим веществом – общие признаки, характерные для этих событий. Размах перечисленных изменений зависит от масштаба события, а также ассоциируется с довольно резкими колебаниями уровня моря. Динамика изменения состава фораминиферных ассоциаций, отдельные представители которых являются показателями температуры и солености, а также изотопно-кислородные и изотопно-углеродные данные позволяют проводить реконструкции палеогеографии и палеоклимата их местообитания. К глобальным событиям, зафиксированным и в океанах, и на континентах, относятся меловые Океанические Аноксические События ОАЕ1а (Selli Event, конец раннего апта) и ОАЕ2 (Bonarelli Event, терминальный сеноман) и событие на границе мела и палеогена. Менее значимыми являются следующие события: поздневалажинское Weissert, позднеготеривское Faraoni, ОАЕ1b (Jacob, Pagnier, Killian), ОАЕ1с (Toolebus), ОАЕ1d (Breistroffer), среднесеноманское событие, позднеконьякское ОАЕ3 и некоторые другие. В ходе этих событий происходили значительные палеоклиматические изменения, повлекшие за собой перестройки в составе морской и наземной биоты, а также режиме седиментации. Широко распространенным территориально и самым известным является пограничное сеномантуронское событие Бонарелли (Bonarelli ОАЕ2).

Меловые аноксические события, в ходе которых произошли резкие палеоклиматические пертурбации, обусловили значительное ускорение эволюционных изменений в составе комплексов фораминифер. Однако установлено, что в ходе глобальных событий ОАЕ1а и ОАЕ2 увеличение числа вымирающих и возникающих отмечаются непосредственно перед собственно «аноксическим событием», а также сразу после него, внутри же битумозных отложений наблюдаются только резкие количественные изменения в численности и соотношениях разных таксонов [1].

Палеоэкологическое изучение динамики изменений комплексов основных групп микробиоты включает статистический, биометрический и морфологические анализы. Уже довольно давно показана приуроченность различных групп бентосных фораминифер к определенным батиметрическим условиям и оксическому уровню придонных вод, что позволяет использовать их в качестве наиболее точного инструмента при анализе гидрологического режима придонных вод. Установлено вертикальное распределение отдельных родов планктонных фораминифер в толще водного столба, поэтому вариации в их составе дают информацию о гидрологии поверхностных вод бассейна [2].

В числе заметных изменений в составе комплексов планктонных фораминифер (ПФ) на протяжении мелового периода является периодическое увеличение количества особей с удлинёнными камерами последнего оборота. Удлинение камер являлось «возвращающимся» морфологическим признаком в меловом периоде и кайнозое. Это позволяет предположить, что такая раковина имела преимущество в определенных условиях окружающей среды. Одним из возможных условий этого преимущества является их адаптация к низкому содержанию кислорода в водной толще. Основанием для такого предположения послужил фактический материал из большого количества разрезов разных регионов мира [7]. Периодическое появление ПФ с удлинёнными камерами зафиксировано и в разрезах Крымско-Кавказского региона [Горбачик, 1986; Горбачик, Копяевич, 1992; Горбачик, Александрова, 1999; Вишневецкая и др., 2006; Vishnevskaya, Kopyevich, 2008; 2009; Gorbachik, Kopyevich, 2011].

В Дагестане горизонты, соответствующие всем этим событиям прослеживаются в нескольких разрезах – Аймаки, Леваша, Акуша и др. В настоящее время из перечисленных разрезов наиболее хорошо (стратиграфически, литологически) изучен и продолжает изучаться разрез Аймаки (рис.1 [1]).

Ранний мел. Анализ большого литературного и фактического материала показал, что фораминиферы разных таксонов, но обладающие вытянутыми камерами последнего оборота приурочены к событиям Фараони, Селли и Бонарелли. Каждый из этих интервалов имеет свои особенности. Появление первых меловых морфотипов с удлиненными камерами предшествует недолгому эпизоду дефицита кислорода Фараони [Горбачик, 1986; Coccioni et al., 2006; Vishnevskaya, Koraevich, 2008; Gorbachik, Koraevich, 2011]. В области Центрального и Северного Дагестана начало готерива ознаменовалось усилившейся трансгрессией морского бассейна и обогащением фауны видами, не встречающимися в валанжине. Бассейн изобилует бентосными фораминиферами.

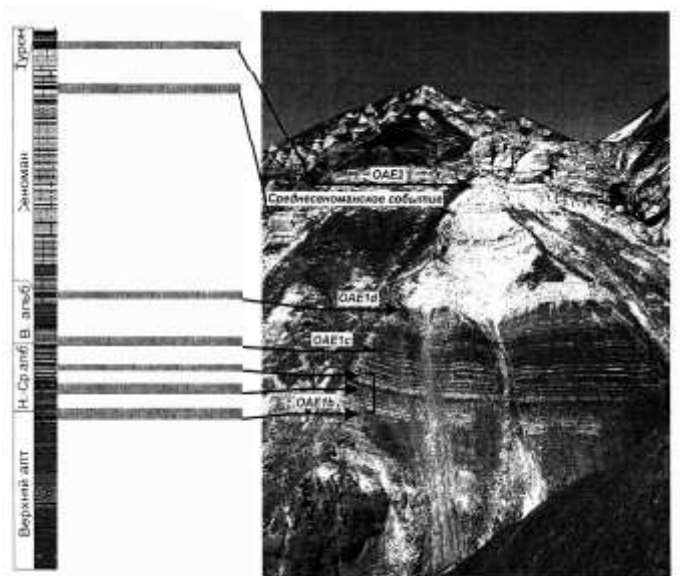


Рис. 1. Уровни меловых аноксических событий в разрезе Аймаки (Центральный Дагестан)

Наиболее многочисленными среди них являются представители родов *Lenticulina*, *Astaculus*, *Citharina*, изредка отмечаются представители родов *Nodosaria*, *Tristix*, *Trochammina* и другие. Обилие фораминифер отразилось на литологическом составе органогенно-оолитовых и органогенно-обломочных известняков. В глинистых фациях лентиккулины, как это видно на примере разреза по р. Чирахчай, тонкостенные, чаще обладают вытянутой и уплощенной раковиной. В прослоях песчаных глин в пачках глауконитовых песчаников преобладают раковины округлой формы с натечным диском, что, возможно, связано с батиметрической приуроченностью местообитания фораминифер [4].

С событием Селли связано резкое увеличение таксономического разнообразия фораминифер с удлиненными камерами. Комплекс фораминифер нижнего апта характеризуется присутствием в нем как планктонных, так и бентосных фораминифер. Наличие в ассоциации хедбергелл свидетельствует о том, что морской бассейн был широким и открытым, так как хедбергеллы обычно обитают в условиях нормальной морской солености. Появление различных групп фораминифер с удлиненными камерами можно объяснить степенью их толерантности к стрессовым обстановкам [6].

Альбские события Пакье, Амадеус и Брейштоффер не сопровождались заметным увеличением количества ПФ с удлиненными камерами. В разрезах Дагестана в этом стратиграфическом интервале фиксируется резкое сокращение бентосных фораминифер вплоть до полного отсутствия. Нормальная соленость и газовый режим благоприятствовали массовому развитию фораминифер. Среди планктонных форм характерными являются: *Hedbergella infracretacea* (Glaessn.), *H. globigerinellinoides* (Subb.), *H. planispira* (Tapp.) и др., среди бентосных – *Neobulimina spicata* Bukal., *Marssonella trochus* (Orb.) и др. В верхней части позднего альба происходит сокращение разнообразия пелигической биоты, преобладание в

развитии видов отдельных групп, происходит увеличение эндемизма, наблюдается уродливость и гигантизм отдельных видов фораминифер. В частности, у рода *Ticinella* наблюдается раздвоенность в последней камере, деление последней камеры на две, а затем смещение одной из камер по отношению к другой и уменьшение одной из них и увеличение другой. Указанные признаки не получили в дальнейшем закрепления [7]. В тоже время после события Брейштоффера начинается бурная эволюция высокоспециализированного рода *Rotalipora* s.l. Аналогичная картина наблюдается и в разрезах Италии, где таксономическое разнообразие ПФ с удлинненными камерами является более высоким, появляются планоспиральные ПФ с раздвоенными камерами, что является, по мнению некоторых исследователей, реакцией на ОАЕ [Venturati, 2006].

Поздний мел. Самое заметное влияние на морфологию и таксономический состав ПФ оказало пограничное сеноман-туронское событие Бонарелли (ОАЕ2). Оно привело к значительным изменениям в структуре комплексов фораминифер, а также весьма существенно повлияло на морфологию их раковины.

В позднесеноманский век также происходила смена комплексов с преобладанием планктонных фораминифер комплексами с преобладанием бентосных. Фораминиферы многочисленны. Размеры раковин средние и крупные. Преобладающее значение имеют планктонные формы, составляющие иногда 80% от общего числа фораминифер. На секрционный бентос приходится 18%. Представители *Rotalipora cushmani*, как правило, образуют многочисленные скопления. На границе сеноман-турон отмечается некоторое изменение литологического состава пород – увеличение песчаности, а также появление пиритизированных конкреций в терригенных прослоях нижнего турона, что может служить свидетельством кратковременного нарушения газового режима бассейна – заражения его дна сероводородом. Из фораминифер в раннем туроне продолжают существовать *Rotalipora reicheli* (Morn.), *Praeglodotruncana stephani* (Gandolfi), появляется *Hedbergella holzli* (Hagn.). Большое распространение получили и бентосные аномалины, годрины, годринеллы, спироплектины и др. [5].

Состав комплексов свидетельствует о смене стабильных олиготрофных обстановок условиями эвтрофии. Интенсивность влияния события ОАЕ2 на морфологию раковин фораминифер и состав комплексов на больших территориях указывает на глобальный характер события и наименьшее влияние локальных особенностей. Скорее всего, морфологические изменения фораминифер были пропорциональны масштабу стресса, связанного с ОАЕ, а событие Бонарелли (ОАЕ2) было наиболее масштабным.

Литература

1. Гаврилов Ю.О., Щербинина Е.А., Черкашин В.И. Отображение глобальных и межрегиональных биосферных событий мезозоя и кайнозоя в осадочных комплексах Северо-Восточного Кавказа (Дагестан) //Труды Института геологии ДНЦ РАН, выпуск №50, Махачкала. 2006. С.15.
2. Гаврилов Ю.О., Копаевич Л.Ф. О геохимических, биохимических и биотических следствиях эвстатических колебаний //Стратиграфия. Геологическая корреляция //М.: Наука, том 4, № 4. 1996. С.11-12.
3. Самышкина К.Г. Фораминиферы и стратиграфия меловых отложений Восточного Кавказа. //М.: Наука, 1983. С.30-31.
4. Исаева Н.А. Развитие сеноман-туронской биоты фораминифер Северо-Восточного Кавказа в связи с абиотическими факторами //Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы Пятого Всероссийского совещания 23-28 августа 2010г. Ульяновск. 2010.С.174-178.
5. Копаевич Л.Ф., Вишневская В.С. Палеогеография Восточно-Европейской платформы и ее южного обрамления в позднем мелу на основе анализа комплексов микроорганизмов (фораминиферы и радиолярии) //Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы Четвертого Всероссийского совещания 19-23 сентября 2008г. Новосибирск.2008. С.107.

6. Копаевич Л.Ф. Обстановки дефицита кислорода и их влияние на морфологию раковин меловых планктонных фораминифер //Систематика организмов. Ее значение для биостратиграфии и палеогеографии. Материалы LX сессии Палеонтологического общества 1-5 апреля 2013г. Санкт-Петербург. 2013. С.64.
7. Самышкина К.Г. Новые данные стратиграфического расчленения альбских и сеноманских отложений Восточного Кавказа на основании фораминифер //Биостратиграфия и микроорганизмы фанерозоя Евразии. Труды XII Всероссийского микропалеонтологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Д.М. Раузер-Черноусовой. ГЕОС.1997. С.180.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НА ВОСТОЧНОМ КАВКАЗЕ И ПРЕДКАВКАЗЬЕ

Маммаев¹ О.А., Магомедов² Р.А., Мамаев² С.А.

¹Институт проблем геотермии ДНЦ РАН, ²Институт геологии ДНЦ РАН

Показано, что использование аэрокосмической информации в комплексе с наземными геологическими методами может значительно повысить эффективность дорогостоящих геофизических исследований в обнаружении структурно-тектонических элементов земной коры, в том числе погребенных поднятий, кольцевых структур, линеаментов, сейсмодислокаций и т.д. и способствовать открытию новых месторождений полезных ископаемых различного генетического типа.

Ключевые слова. Материалы аэрокосмической съемки, дистанционное зондирование Земли, дешифрирование, сейсмодислокации, погребенные поднятия, линеаменты, кольцевые структуры, активные тектонические нарушения, морфотектонический анализ, структурно-геоморфологический анализ.

It is shown that the use of aerospace information in combination with surface geological methods can significantly improve the efficiency of expensive geophysical studies of in the detection of structural-tectonic elements of the earth's crust, including the buried uplifts, ring structures, lineaments, seismodislocations, etc. and facilitate the discovery of new mineral deposits of different genetic types.

Key words. Materials aerospace survey, remote sensing, desif-risovanie, seismodislocations, buried uplift, lineaments, circular structures, active tectonic disturbance, morphotectonics analysis, structural-geomorphological analysis.

На закономерную связь рельефа, новейших структур и глубинной тектоники, а также на необходимость применения структурно-геоморфологических исследований в комплексе с дешифрированием аэро- и космических материалов и интерпретаций данных глубокого бурения и геофизических работ в пределах Восточного Кавказа и Предкавказья указывалось многими исследователями (И.О. Брод, А.Ф. Якушева, А.А. Чистяков, О.К. Леонтьев, Д.А. Мирзоев, Г.Г. Бунин, Г.Д. Буторин, В.Л. Галин, Н.В. Криволицкий, Д.В. Несмеянов, К.О. Соборнов, В.Д. Скарятин и др.). Использование аэрокосмической информации, структурно-геоморфологических исследований с анализом фаций и мощностей четвертичных отложений позволило решить ряд принципиальных вопросов глубинного геологического строения и выяснить характер соотношений зон новейших поднятий с погребенными тектоническими элементами, выделенными геофизическими методами, преимущественно сейсморазведкой.

Восточно-Кавказский сегмент сооружения Большого Кавказа отвечает участку альпийской геосинклинали, в пределах осевой зоны которого наиболее резко проявилась инверсия геотектонического режима в конце раннеальпийской (киммерийской) стадии, тогда как краевые зоны геосинклинали продолжали развиваться как прогибы вплоть до палеогена (южная флишевая зона) или даже до неогена (северная известняковая зона). Глубинное строение докембрийского фундамента Восточного Кавказа под осадочным мезокайнозойским чехлом пока еще остается слабоизученным.

Восточный Кавказ и Предкавказье по данным ГСЗ характеризуется следующими особенностями строения земной коры. Мощность земной коры для Восточного Кавказа оценивается в среднем в 45-55 км, а для Восточного Предкавказья она составляет 20-30 км. Мощность осадочного чехла, залегающего на платформенном герцинском основании колеблется от 2 до 10 км. Вследствие погружения платформенного склона Восточного Предкавказья к югу и к востоку, мощность осадочного чехла увеличивается соответственно от 4 км до 5-6 км в сторону Терско-Каспийского передового прогиба и до 8 км в районе Каспия. Осадочный чехол этой части региона сложен слабо дислоцированными осадками пермо-триасового, мезозойского, третичного и четвертичного возрастов. Мощность осадков четвертичной мо-

лассы в разрезе особенно велика за счет размыва и выклинивания юрских отложений и значительного опускания платформенного склона в четвертичное время.

Геофизическими исследованиями и глубоким разведочным бурением на территории Восточного Предкавказья обнаружены многочисленные брахиантиклинальные локальные структуры прерывистого типа, отражающие строение доюрского складчатого основания, прорванного диапировыми интрузиями и экстрюзиями с широким развитием вулканогенно-осадочных пород. По геолого-геофизическим данным здесь выделяется несколько меридиональных и субмеридиональных разломов глубокого заложения, которые пересекаясь с разломами субширотного простирания, дробят фундамент на серию блоков [22]. С помощью методов отраженных волн (МОВ) и др., проведенных Кабардино-Балкарской геофизической экспедицией СКГУ (П.П. Коростелев и др.) было установлено, что все крупные структурные единицы, известные в пределах северо-восточного склона Большого Кавказа, находят свое прямое отображение в фундаменте. Было установлено, что существенная роль в формировании современного структурного плана Восточного Кавказа и Предкавказья принадлежит разрывным нарушениям субширотного и субмеридионального направлений, четко выраженным в рельефе фундамента и определяющих его блоковое строение.

Однако эти сведения еще не дают общей картины блокового строения Восточного Кавказа, поскольку положение скрытых внутренних глубинных разломов, дробящих его на отдельные блоки, выражено в рельефе поверхности Мохоровичича слабо, либо они не проявляются вообще. Поэтому основным исходным документом, послужившим для выявления и прослеживания нарушений и шовных зон в фундаменте, определяющих мозаику блокового строения Восточного Кавказа, являлись гравиметрические данные аномального поля в комплексе с результатами дешифрирования космоснимков различного уровня генерализации. А признаками, определяющими эти тектонические структуры, являлись граничные линейные структуры аномального поля, выражающиеся гравитационными ступенями, пережимами и изломами изолиний, цепочками ориентированных локальных аномалий и смещениями в рисунке аномалий гравитационного поля. Наиболее крупные линеаменты Кавказа дешифрируются по фототону, спрямленным границам ландшафтов, русел рек, виргации хребтов, зонам повышенной трещиноватости и глубинных разломов и другим признакам. По своей протяженности они относятся к суперлинеаментам (от 100 до 1000 км) и макролинеаментам (от 10 до 100 км) и имеют различную глубину распространения, которая не всегда соизмерима с их протяженностью. К числу подкорковых, достигающих поверхности Мохоровичича относятся прежде всего линеаменты, определяющие облик главных структурных элементов Скифской плиты и орогенно-складчатого пояса (Предкавказский прогиб, Большой и Малый Кавказ и разделяющие их Куринская и Рионская впадины) и, совпадающие с зонами тектонических швов и глубинными разломами (Пшекиш-Тырныаузский и др.). Они отчетливо выражены в геофизических полях в виде гравитационных ступеней и флексур и имеют древнее заложение и унаследованное развитие. Другие линеаменты совпадают с границами структурно-фациальных зон, с крупными нарушениями взбросо-надвигового характера. Линеаменты Кавказа образуют разноориентированные сетки, размещение которых определяется в основном особенностями напряженного состояния литосферы, литологическими и физико-механическими свойствами горных пород, тектоническим режимом и зависят в первую очередь от планетарных и космических причин (положение полюсов, угловой скорости вращения Земли, периодическими гравитационными возмущениями при орбитальном ее движении и др.).

Расположенная на севере исследуемой территории в районе рек Кума и Сухая Кума первичная морская равнина, с идеально выраженным рельефом, слабо затронута эрозионными процессами, а также развитием аккумулятивных эоловых форм. Она соответствует выделенному по палеозойскому фундаменту Восточно-Маньчскому погребенному прогибу (палеорифту). Прикумской системе поднятий, к которой приурочены основные месторождения нефти и газа, в современном рельефе соответствует морская равнина, переработанная солончаково-дефляционными и эрозионными процессами, что указывает на имевшее здесь отставание в погружении этой области относительно северной и южной. Расположенная на юге аллювиально-дельтовая равнина характеризуется наличием крупных эоловых форм и развитием мощного аллювия в долине р. Терека, что указывало на интенсивное погружение этой

части территории. По поверхности фундамента эта аккумулятивная равнина соответствует наиболее погруженной части (-12 км) обширного Терско-Каспийского прогиба. Выявленные крупные тектонические элементы находят отражение, как на космических снимках (КС), так и в строении (фашии, мощности) четвертичных отложений.

Анализ с использованием материалов аэро- и космоснимков позволил выделить участки наиболее вероятного расположения погребенных поднятий. Новейшие поднятия Русский Хутор, Южно-Сухокумск, Равнинное, Адильотарское, Бабаюртовское, Кизлярское, выделены по данным интерпретации аэрокосмических материалов и структурно-геоморфологических исследований. Они были впоследствии подтверждены сейсморазведочными и буровыми работами. На ряде из них открыты месторождения нефти и газа.

Складчато-глыбовый характер палеозойского фундамента Восточного Кавказа определил в основных чертах строение и вышележащих доплитного (триасового) и плитного (юрско-антропогенного) комплексов, где формировались зоны растяжения и сжатия со значительными горизонтальными перемещениями пород, что особенно видно на складчатом борту Терско-Каспийского прогиба (Дагестанский выступ), а также в пределах Восточно-Маньчского прогиба и его сочленении с валом Карпинского.

Анализ космических материалов позволил детализировать существующие представления на тектоническое строение региона, выделить крупные древние тектонические структуры: надвиги, линеаменты, кольцевые структуры и др.

В пределах рассматриваемой территории отдешифрировано около 100 кольцевых структур разного порядка от 10 - 12 км до 160 км в поперечнике и число их продолжает расти [Г.Г. Бунин, В.Д. Скарятин, М.С. Буньков, А.П. Герасимов, О.К. Леонтьев, Г.Д. Буторин, Д.В. Несмеянов, К.О. Соборнов и др.]. Одни из них дешифрируются уверенно в виде куполов (Верхне-Андийская, Андийская, Аварская (Цурибская), Нижне-Сулакская) или депрессий в вулканотектонических мульдах, другие же - предположительно (Терско-Кумская и др.). Выделенная, на основании дешифрирования космоснимков [31] Цурибская кольцевая структура диаметром до 50 км располагается в междуречье Аварское Койсу - Казикумухское Койсу и совпадает с наиболее тектонически напряженным участком зоны флексур, имеющий здесь наибольшую ширину (рис. 1).

Большинство дешифрированных структур имеют плутоническое и вулканоплутоническое происхождение и являются отражением древних и молодых вулканических аппаратов и диапиров, связанных с внедрением позднеэоценовых гранитоидов и олигоценых нефелиновых и щелочных сиенитов. Структура, выделенная нами [23] в районе слияния рек Аварское Койсу и Андийское Койсу, предположительно имеет плутоническое происхождение, связанное с внедрением позднемиоценового гранитоида (рис. 2).



Кружочком обозначено местоположение кольцевой структуры на обзорной геологической карте.



1 - Сулакский шток; 2 - Хадумский купол
3 - дешифрированные зоны разломов.

Рис. 1. Цурибская кольцевая структура

Рис. 2. Космический снимок Сулакского выступа

Под куполом Хадум предполагается криптолакколит, подтвержденный сейсморазведочными работами методом МОВ. Дешифрирование космоснимка подтверждает наше предположение о наличии активной глубинной структуры, в купол которого и в настоящее время активно врезаются долины Аварского и Андийского Койсу и реки Сулак, отделяя друг от друга Гимринский и Салатауский хребты. Глубинная структура приурочена к высокоомобильной зоне тектоносферы и представляет собой орогидрографическую аномальность данной территории, является одним из косвенных индикаторов активных глубинных деформаций земной коры. Воздымание блока вдоль протяженных тектонических швов на орогенном этапе альпийского цикла развития Восточного Кавказа обусловило его овальную форму. Различная степень энергии воздымания Сулакского штока и Хадумского купола и компенсационный характер колебательных (вековых) движений являются причиной того, что амплитуда гипсометрических уровней одновозрастных, литологически однородных геологических образований данных структур достигает от первых сотен метров до 1.5 км.

Многие исследователи связывают образование кольцевых структур в фундаменте с явлением диапиризма, концепцией очагового геотектогенеза и нелинейной геодинамикой. В исследование морфоструктур центрального типа (МЦТ) и кольцевых структур внесли определенный вклад В.В. Соловьев (1973, 1975, 1978, 1983), Б.В. Ежов (1980, 1984, 1986), А.П. Кулаков (1986), Г.И. Худяков (1974, 1982), Г.Г. Бунин (1980, 1982, 1985, 1991) и др. Иницирующие очаги МЦТ, т.е. их гипоцентры, по мнению некоторых исследователей, приурочены к геофизическим разделам (сейсмическим волноводам) в коре, астеносфере и верхней мантии.

Отдельные выходы магматических пород, просвечивающих в виде овалов и куполообразных структур через толщу покровных осадков на космоснимках были обнаружены в пределах Предкавказья глубоким разведочным бурением, другие же неплохо коррелируются с предполагаемыми выходами гранитов на доюрскую поверхность по геофизическим данным.

В Предкавказье, в пределах молодой Скифской плиты, дешифрируются пожалуй самые крупные кольцевые структуры размером от 100 до 160 км (Терско-Кумская и др.), а также несколько полузамкнутых кольцевых образований размером от 10 до 60 км, пересекающихся и вложенных друг в друга колец, проявление которых связывается с неотектонической активностью погребенных положительных структур фундамента или осадочного чехла. Большое число мелких кольцевых структур размером от 10 до 60 км обнаружено в пределах мегантиклинория Большого Кавказа, в зоне Главного Кавказского хребта (Тырныаузская, Казбекская и др.) Терско-Каспийского (Аргунская, Нижне-Теречная и Нижне-Сулакская) и Индуло-Кубанского краевых прогибов.

По своему генезису кольцевые структуры Кавказа и Предкавказья исследователи делят на пять типов:

1. Купольные (гранито-гнейсовые купола, положительные структуры овальной или округлой формы);
2. Ядерные;
3. Депрессионные;
4. Многоспектральные (вулканоплутонические структуры усложненного характера);
5. Спиралевидные (вихревые).

Немало геологов и астрономов связывают образование кольцевых структур с падением метеоритов и астероидов. При ударе метеорита о твердую поверхность планеты со скоростью несколько десятков километров в секунду происходит взрыв - мгновенное испарение метеорита и значительной части вещества вокруг него. Горные породы оказываются под действием мощной ударной волны, давление которой достигает миллионов атмосфер. Кинетическая энергия астероида переходит в тепловую, достаточную, чтобы полностью испарить весь метеорит или астероид! При взрыве, независимо от угла падения астероида, образуется круглый кратер. Этим круговым структурам присущ ряд особенностей, например, следы колоссальных давлений в десятки и сотни тысяч атмосфер... В геологии не известны процессы, способные создать такие давления вблизи земной поверхности. Кроме следов колоссальных давлений этим структурам присущи полностью или частично переплавленные горные породы, два минерала, возникающие только при огромных, взрывных давлениях - коэсит и стиповерит, некоторые структурные особенности пород и т.д. У самых древних кратеров метеоритное вещество может и не сохраниться.

То, что наша планета подвергается космической бомбардировке, сейчас не вызывает сомнений. В отличие от Луны и Марса, Земля обладает и гидросферой и биосферой, могучими механизмами, непрерывно преобразующими земную поверхность. Пласты древнейших архейских кристаллических сланцев, гнейсов, везде, где бы их ни находили, всегда оказываются чрезвычайно сильно нарушенными, дислоцированными. Выходы архейских пород на поверхность есть в очень немногих местах, а там, где есть, они сильно изменены эрозией. Архейские породы являются фундаментом всех геологических платформ. Они - всюду, но на различной глубине.

Космические снимки Марса, Луны и других планет сделанные с близкого расстояния, показали, что на ближайших «соседях» Земли преобладают кольцевые структуры (рис. 3). Наша планета должна быть усеяна кратерами, по крайней мере, мелкими, не хуже Марса или Луны. Но на Земле есть то, чего нет ни на Луне, ни, вероятно, на Марсе. Под действием внутренних сил происходят мощные горизонтальные и вертикальные перемещения участков земной коры.



Рис. 3. Космические снимки Марса и Луны

Огромные пространства оказываются то выше уровня Мирового океана и подвергаются действию весьма активной атмосферы, то опускаются ниже уровня моря и заполняются осадками. Поэтому сейчас огромное большинство метеоритных кратеров срезано эрозией или погребено под многокилометровой толщей осадков. Остальные – на разных стадиях разрушения или захоронения. Но некоторые из них (относительно молодые) хорошо различаются среди остальных кольцевых структур (рис. 4).



Рис. 4. Метеоритные кратеры Земли

К сожалению, минерогеническое значение кольцевых структур и линеаментов Кавказа изучено пока недостаточно, поэтому мы не можем сказать какие типы месторождений локализируются преимущественно в кольцевых структурах, какие на пересечении линеаментов и кольцевых структур, а какие приурочены только к линеаментам. Очевидно, много предстоит сделать для расшифровки геологической природы структур различного типа, обосновать металлогеническую роль скрытых линеаментов диагональной системы, выяснить рудоконтролирующую роль концентрических структур различных тектонических рангов и типов, а также выяснить особенности металлогенической зональности.

Материалы космических съемок отражают все формы тектонических движений. В сейсмоактивных районах при применении повторных съемок можно непосредственно фиксировать как быстрые, так и медленные современные движения земной коры, их интенсивность и направленность, что позволяет применять данный метод для их мониторинга.

С помощью структурно-геоморфологического анализа материалов дистанционного зондирования Земли проводят локализацию и оценку степени современной активности опасных геологических процессов [29].

Разные уровни генерализации космических снимков выявляют специфические наборы отражаемых геологических объектов. При уменьшении масштаба изображения укрупняется ранг дешифрируемых структур, то есть происходит объективная естественная генерализация структурного плана поверхности Земли. По эмпирическим данным, качественные изменения информативности происходят при изменении масштаба снимка в 3-5 раз [31].

Последовательная генерализация материалов дистанционного зондирования позволила выявить сеть активных тектонических нарушений, что было впоследствии подтверждено полевыми маршрутными, геофизическими и горно-буровыми работами.

Для выявления и точной локализации на местности активных тектонических нарушений применяется методика морфотектонического анализа - выявления элементов тектоники по совокупности структурных черт рельефа с применением данных дистанционного зондирования. Основой морфотектонического анализа является соответствие рельефа темпам и характеру эндогенных процессов, что определяет две составляющие морфотектонического картирования - морфоструктурную и морфодинамическую. Относительные смещения блоков в процессе неотектонической активизации создают основные черты рельефа (морфоструктуры), ограниченные активными разломами, а характер экзогенной геодинамики отражает характер современной геодинамической активности в пределах блоков и межблоковых линейных зон. Наиболее благоприятным геоморфологическим объектом для выявления новейших и современных тектонических движений являются речные долины, особенно чувствительные к тектоническим перемещениям. Изучение на исследованной территории речных пойм, имеющих обычно позднеголоценовый возраст (сотни - первые тысячи лет), современного русла (десятилетия), а также комплекса надпойменных террас позволяет делать вывод об особенностях и тенденциях проявления молодых и современных тектонических движений, что крайне важно для решения ряда практических вопросов.

Большое видится на расстоянии - эта истина, приемлемая для изучения глубинного строения регионов мира, нашла отражение и при познании глубинного строения Восточного Кавказа и Предкавказья, выявлении в его недрах различного вида месторождений, в частности, флюидных энергоносителей (нефть, газ, термальные воды). Большое значение расшифровка КС имеет для выявления зон палеовулканической деятельности на территории Восточного Кавказа. Литолого-фациальные исследования ИГ ДНЦ РАН показали, что в разрезе мезо-кайнозоя, начиная от триаса до антропогена отмечены следы активной вулканической деятельности, которые особенно ярко проявляются в зонах сочленения блоков фундамента, структур центрального типа и др. Вулканические очаги располагались в глубинной части Дербентской впадины, вдоль Кавказского хребта а также тектонических структур - Хадумском и Талгинском Дагестанского выступа - погребенных аналогах Минералводских лакколлитов. С шовными зонами совпадают предполагаемые центры верхнепалеозойского и мезо-кайнозойского вулканизма.

Палеовулканическая деятельность, зафиксированная в мощных толщах эффузивно-осадочных пород, повышенной прогретости недр (значение тепловых потоков - до $2.1 \cdot 10^{-6}$ кал/см² · с) отразилась и на широком развитии в регионе геотермальных ресурсов. Анализ процессов радиотеплогенерации в земной коре Восточного Предкавказья также подтверждает относительно повышенные значения теплового потока в данном регионе [25].

Выявленные за последнее время закономерности формирования и размещения скопления УВ их фазового состава в Восточном Кавказе и Предкавказье определили в первую очередь роль новейшего альпийского тектогенеза (Предакчагыльской и Восточно-Кавказской фаз складчатости) в окончательном формировании структурного плана и размещении природных флюидных энергоносителей (нефть, газ, термальные воды). Все это проявилось в возникновении в таком сейсмоактивном районе, как Дагестан, многочисленных аномалий в геофизических, геохимических, ландшафтных и других полях, вызванных взаимодействием эндогенных и экзогенных процессов. В этой связи использование КС в комплексе с наземными геологическими методами может значительно повысить эффектив-

ность дорогостоящих геофизических исследований и способствовать открытию новых месторождений полезных ископаемых различного генетического типа.

Литература

1. Абросимов И.К., Богородский С.М., Востокова Е.А. ландшафтные взаимосвязи и их использование при дешифрировании материалов аэро- и космических съемок для изучения глубинного строения западной части Туранской плиты //Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология.- М.: ВИНТИ, 1974.- Т.2.- С. 59-71.
2. Артюшков Е.В. Геодинамика.- М.: Наука, 1979.- 327 с.
3. Афанасьев Н.Ф., Можаев Б.Н., Опыт геоиндикационного моделирования с использованием материалов аэро- и космических съемок //Изв. вузов. Геология и разведка.- 1981. - № 3.- С.46-50.
4. Брод И.О. К проблеме поисков погребенных структур на южной окраине Русской платформы и в Предкавказье в связи с нефтегазоносностью. Уч. зап. МГУ, Геология, т. 1, кн.1, 1946.
5. Брод И.О. Тектоника Восточного Предкавказья. Сов. Геология, т. VIII, № 7, 1938.
6. Брод И.О. Тектоника и нефтеносность Восточного Предкавказья. «Советская геология», № 7, 1938.
7. Брод И.О. Формы нефтяных залежей Северо-Восточного Кавказа и методы разведки. «Грозн. нефт.», №9, 1937.
8. Брод И.О., Буньков М.С. Тектоника Герского и Сунженского Передовых хребтов Восточного Предкавказья в связи с поисками новых погребенных поднятий. Нов. нефт. техн., сер. Нефтепромысловое дело, 1954.
9. Бунин Г.Г. О винтовой (вихревой) самоподдерживающейся субвертикальной колонке проявления физических процессов в оболочках Земли. -В сб.: Геологические критерии поисков минерального сырья Дагестана /Тр. ИГ ДагФАН СССР, 1982, вып. 25, С. 167-181.
10. Бунин Г.Г. О Цурибской кольцевой структуре в Горном Дагестане. - В кн. Геологическое обоснование поисков месторождений полезных ископаемых Дагестана /Тр. ИГ ДагФАН СССР, 1980, вып. 4 (24). С.63-71.
11. Бунин Г.Г. Результаты геолого-структурного дешифрирования космоснимков Предгорного Дагестана в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности //Нефтегазоносность мезозойских отложений Кавказа. Махачкала. 1986. С. 117-123.
12. Бунин Г.Г. Роль блоковой тектоники в проявлении сейсмичности территории (на примере Дагестана). - ДАН СССР, 1971, т. 197, №2.
13. Буньков М.С. Новые данные о тектонических направлениях в фундаменте и их отражениях в складчатой структуре северного склона Кавказа и Предкавказья. Ф. КЮГЭ, 1956 (2).
14. Буторин Г.Д., Галин В.Л. Тектоника передовой складчатой зоны Дагестанского выступа в связи с поисками залежей нефти и газа //Сов. геол., 1972, № 9.- С. 127-133.
15. Виноградов Б.В. Космические методы изучения природной среды.- М.: Мысль, 1976.- 286 с.
16. Герасимов А.П. Кавказская складчатость и вулканизм. «Природа», № 3-5, 1922.
17. Доливо-Добровольский А.В., Стрельников С.И., Особенности дешифрирования геологических объектов по космическим снимкам //Применение новых видов аэросъемки при геологических исследованиях.- Л., 1976.- С. 5-10.
18. Ежов Б.В. О связях кольцевых морфоструктур с геофизическими оболочками Земли. - В кн.: Геолого-геоморфологические конформные комплексы Дальнего Востока, Владивостока. ДВНЦ АН СССР, 1980, С. 71-80.
19. Кац Я.Г., Рябухин А.Г., Трофимов Д.М. Космические методы в геологии.- М.: Изд-во МГУ, 1976.- 246 с.
20. Краснопецева Г.В. и др. Результаты глубинного сейсмического зондирования земной коры Кавказа.- В кн.: Глубинное строение Кавказа. М.: Наука, 1966. С.43-56.
21. Леонтьев О.К., Куприн П.Н. Геология и геоморфология Дагестанского побережья.

- Объяснительная записка к геолого-структурной и геоморфологической картам Дагестанского побережья. Ф. Дагнефти, 1951 (1).
22. Магомедов Р.А. Дизъюнктивная тектоника и современная сейсмичность территории Восточного Кавказа //Отечественная геология, № 3.- 2014.- С.69-77.
 23. Магомедов Р.А. Гидрогеодинамический режим области Дагестанского клина Восточного Кавказа в связи с сейсмичностью /ИГ ДНЦ РАН. ПБОЮЛ «Бисултанов», Махачкала, 2003. 203 с.
 24. Максимов С.С. Космотектоническое районирование и перспективы нефтегазоносности юго-восточной части Прикаспийской впадины /С.С. Максимов, О.С. Обрядчиков //Геология нефти и газа.- 1986.- № 5.- С. 10-14.
 25. Маммаев О.А. Геотермальные ресурсы Восточно-Предкавказского артезианского бассейна (формирование, изотопная гидрогеохимия, процессы радиотеплогенерации). Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург. 2006. 43 с.
 26. Милановский Е.Е, Новейшая тектоника Кавказа. - М.: Недра. 1968.- 482 с.
 27. Можаяев Б.Н., Жученко А.Г. Геоиндикационный метод дешифрирования аэро- и космических снимков – состояние и перспективы //Сов. геология.- 1984.- № 8.- С. 60-65.
 28. Несмеянов Д. В. Структурное развитие и нефтегазоносность передовых антиклинальных зон Дагестана //Тр. КЮГЭ, в.4. Л.: 1959.- С. 35-148.
 29. Овсяченко Н.И. Опыт использования материалов дистанционного зондирования земли в оценке сейсмической опасности //Инженерные изыскания, № 1, 2011.- С. 58-65.
 30. Овсяченко Н.И. Изучение современной активности тектонических нарушений в сейсмоопасных районах //Геопрофи. 2006. № 1. С. 51-55.
 31. Скарятин В.Д. Об изучении разрывной тектоники по комплексу разномасштабных космоснимков Земли (метод многоступенчатой генерализации) //Изв. вузов. Геология и разведка.- 1973.- № 7.- С. 62-67.
 32. Скарятин В.Д. Применение метода многоступенчатой генерализации при изучении геологических структур разного масштаба (на примере Северного Кавказа) //Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология.- М.: 1976.- Т.5.- С. 123-141.
 33. Соборнов К.О. Формирование складчато-надвиговой структуры Дагестанского клина //Геотектоника. 1991. № 3.- С. 34-46.
 34. Юдин В.С. Комплексная обработка и интерпретация космоснимков //Исследования Земли из космоса.- 1981.- № 4.- С. 70-75.
 35. Юдин В.С. Результаты геологической интерпретации космоснимков. Автоматизация. Дешифровочные признаки //Тр. ЗапСибНИГНИ.- Вып.166.- Тюмень, 1982.- С. 99-109.
 36. Burgmann R., Rosen P., Fielding E. Synthetic aperture radar interferometry to measure Earth's surface topography and its deformation //Ann. Rev. Earth. Planet. Sci. 2000. V. 28. P. 169-209.

Мансуров Р.Х.

Центральный научно-исследовательский геологический институт цветных и благородных металлов (ЦНИГРИ)

На примере поисковых работ на крупнообъемное золотое оруденение в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади Енисейской золоторудной провинции рассматривается применение экспрессной методики поисков золоторудных месторождений в сложных «закрытых» горно-таежных ландшафтных условиях, основанной на использовании как традиционного комплекса геологических, геохимических и геофизических методов, так и нестандартных приемов. Наиболее информативная и эффективная часть методики – литогеохимическое опробование малосмещенных делювиальных отложений на контакте с коренными породами в комплексе со шлиховым и сколковым опробованием, максимально четко характеризующие истинное положение золотоносных минерализованных зон и потенциальных рудных зон в их пределах.

Ключевые слова: поиски золоторудных месторождений, горно-таежный ландшафт, информативный слой делювиальных отложений, золотоносные минерализованные зоны, Енисейская золоторудная провинция.

The paper demonstrates the new express method's application. The area studied lies in the Sredne-Ishimbinskaya area of the Yenisei gold province. The method combines a traditional set of geological, geochemical and geophysical techniques and a new prospecting approach. The latter is the basal talus sampling combined with panning. This combination proved to be a good tool in pinpointing the lode gold mineralized zones and prospective smaller structures within them.

Keywords: prospecting of gold deposits, mountain taiga landscapes, informative layer of talus deposits, gold mineralized zones, Yenisei gold province.

Поисковые работы на рудное золото в складчатых комплексах часто затруднены в связи с полной или значительной закрытостью склонов и водоразделов, а также наличия моховых и гумусово-торфяных слоев большой мощности. Такие ландшафтные условия требуют применения специальных методов и методик поисков с целью получения достоверной информации по золотоносности исследуемых перспективных площадей и поисковых участков в их пределах. В период с 2013 по 2015 гг. ЦНИГРИ осуществлялись поисковые работы на крупнообъемное золотое оруденение, локализованное в углеродисто-карбонатно-терригенных комплексах в пределах Енисейской, Байкало-Патомской и Верхояно-Колымской золоторудных провинций с использованием апробированной в институте методики поисков золоторудных месторождений в сложных «закрытых» горно-таежных ландшафтах [2, 3]. Данная методика основана на комплексировании известных методов и способов изучения делювиально-элювиальных отложений в целях поисков месторождений рудных полезных ископаемых: обломочном (оконтуривание делювиальных свалов рудных тел), копушения, минералогическом (+ минералого-геохимическом), литохимическом [1].

В данной статье представляются методика поисковых работ и основные результаты исследований в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади (Енисейская золоторудная провинция). Центральная часть площади охватывает Нижне-Чиримбинский золоторудно-россыпной узел, в пределах которого предшествующими работами (ОАО «Красноярскгеолсъёмка») выявлено Марокское рудопроявление золото-малосульфидно-кварцевого типа. Рудопроявление было принято в качестве объекта-эталона. Оно приурочено к зоне развития системы Ишимбинского глубинного рудоконтролирующего разлома и расположено на восточном склоне Енисейского кряжа. Последний представляет собой вытянутый на 700 км покровно-складчатый пояс северо-западного простирания, в юго-западном обрамлении Сибирской платформы [7]. Промышленная золотоносность этой части Енисейского кряжа в настоящее время оценивается неоднозначно, вместе с тем, в ее пределах установлены прямые прогнозно-поисковые признаки, в т.ч. работами ЦНИГРИ:

коренные и россыпные проявления золота, шлиховые, первичные ореолы и вторичные ореолы рассеяния (ВОР), потоки рассеяния (ПР) золота [5, 6, 7].

На первом этапе поисковых работ перспективная площадь была изучена опорными геолого-геофизическими профилями с целью выявления рудоконтролирующих зон складчато-разрывных деформаций. Поиски включали комплекс геологических (маршруты), геохимических (литохимическое опробование по ВОР) и геофизических (электро-, грави-, магниторазведка) методов поисков. На этом же этапе осуществлялись геохимические поиски по ПР масштаба 1:50 000 [4].

Комплексирование геологических, геохимических и геофизических методов поисков позволило уже на ранней стадии изучения площади установить основные прогнозно-поисковые признаки объекта-эталона и, с учетом этого, определить наиболее перспективные поисковые участки для проведения дальнейших ГРР, в пределах выявленных рудоконтролирующих зон расланцевания. Перспективные участки выделяются по первичным ореолам, ВОР, наличию вкрапленной бурошпатизации (железо-магнезиальной карбонатизации) и сульфидизации, бурошпат-кварцевой жильно-прожилковой минерализации в делювиально-элювиальных отложениях. В геофизических полях перспективные участки выделяются в областях разрушения («распада») структуры магнитного поля.

Наиболее перспективным для локализации крупнообъемного золотого оруденения в пределах Средне-Ишимбинской площади является поисковый участок Южный, приуроченный к рудоконтролирующей зоне расланцевания ССЗ ориентировки. Зона расланцевания локализована в пологом крыле антиклинальной складки 1-го порядка в узле пересечения разрывных нарушений нескольких направлений, в том числе сонаправленных зоне Ишимбинской системы глубинных рудоконтролирующих разломов. В геологическом строении участка участвуют глинисто-карбонатно-терригенные отложения сухопитской серии среднего рифея: известняки, мергели, мраморизованные известняки, с прослоями углеродсодержащих известковисто-глинистых сланцев свит аладынской и карточки объединенных и алевроито-глинистые сланцы, алевролиты с прослоями кварцитовидных песчаников, кварцитов погорюйской свиты. Вмещающие породы имеют пологое (30°) северо-восточное падение, варьирующее в пределах $30-60^\circ$, что связано с интенсивно проявленной осложняющей мелкой складчатостью. В пределах зоны расланцевания широко проявлены гидротермально-метасоматические изменения: бурошпатизация, (прожилково)-вкрапленная сульфидизация, мусковитизация, окварцевание.

Таким образом, была локализована рудоконтролирующая структура и выделен перспективный участок для постановки поисков второго этапа – поисковый участок Южный.

На втором этапе поисковых работ осуществлялись площадные геохимические поиски по ВОР, проходка линий копушей глубиной 0,8–1 м, геолого-поисковые маршруты масштаба 1:10 000. Геохимические поиски по ВОР велись по нестандартной сети 200×20 м, глубина опробования – 0,3 м. Проходка линий копушей глубиной 0,8 м осуществлялась по нижним бортам склонов с интервалом 20–40 м между копушами. В копушах проводилось шлиховое и литохимическое по ВОР опробование нижней информативной части делювия, а также сколковое (точечное) опробование гидротермально измененных пород с кварцевой жильно-прожилковой, железо-магнезиально-карбонатной и сульфидной вкрапленной минерализацией в делювиальных отложениях. Геолого-поисковые маршруты выполнялись с целью изучения гидротермально-метасоматических процессов, выяснения природы потенциально рудоконтролирующих и рудо локализуемых элементов космодешифрирования, выявления и прослеживания потенциально минерализованных зон. Следует отметить, что элювиально-делювиальные отложения практически повсеместно перекрыты почвенно-растительным слоем, редко отмечаются малосмещенные делювиальные крупнощебнисто-глыбовые развалы измененных пород, в связи с чем доступ к информативному слою делювия возможен лишь с помощью проходки копушей глубиной до 0,6 м. В результате поисков второго этапа выявлены потенциально золотоносные минерализованные зоны в пределах рудоконтролирующей зоны расланцевания поискового участка Южный, которые характеризуются следующими основными элементами:

1) Минерализованные зоны отвечают интервалам повышенных концентраций золота более 0,1 г/т (ширина зон до 400 м, протяженность превышает 1,5 км) в пределах широ-

кого (1,5x1,7 км) вторичного литохимического ореола золота с содержанием металла более 0,05 г/т.

2) По результатам опробования нижнего информативного слоя делювия по линиям копушей выявлен шлиховой ореол золота, представляющий собой протяженную (около 1,5 км по линии копушей) зону со средним содержанием золота 5-7 знаков на шлиховую пробу. В пределах этого ореола выделен интервал высоких концентраций золота в шлиховых пробах (от 6 до 19 знаков на шлик) протяженностью около 200 м. Золото тонкодисперсное, до пылевидного, установлено как в свободной форме, так и в пирите. Низкие концентрации золота в шлиховых ореолах, по-видимому, связаны с тем, что большая часть золота «уходит» при промывке шлиховых проб. Шлиховой ореол пространственно сопряжен с аномалией золота в ВОР в восточной части участка.

3) Минерализованные зоны, выявленные в ВОР и шлиховом ореоле золота, в крупнообломочном материале делювиальных отложений представлены интенсивно буропатитизированными (прожилки, вкрапленность анкерита), сульфидизированными (вкрапленность пирита), окварцованными породами с кварцевой жильно-прожилковой минерализацией.

Таким образом, по результатам поисков второго этапа по комплексу поисковых признаков (аномалии золота в ВОР, шлиховой ореол золота, зоны развития гидротермально измененных пород) были выделены потенциально золотоносные минерализованные зоны.

На третьем этапе поисков выполнялась проходка линий шурфов до коренных пород (интервал 10-20 м между шурфами) и бульдозерных расчисток глубиной 1 м с целью локализации золотоносных минерализованных зон. В шурфах производилось шлиховое и литохимическое по ВОР опробование нижнего информативного слоя делювиальных отложений, а также бороздовое опробование коренных пород в шурфах. По результатам опробования шурфов выделены участки для вскрыши бульдозерными расчистками – золотоносные минерализованные зоны с содержаниями золота более 0,1 г/т в первичных ореолах и в ВОР. Результатом поисковых работ третьего этапа явилось выявление наиболее мощной минерализованной зоны в центральной части участка Южный – зоны Центральной. Мощность зоны 280 м, протяженность более 800 м. Морфологически зона характеризуется сложным линейно-штокерным строением. Минерализованная зона сложена гидротермально-измененными окварцованными, серицитизированными, буропатитизированными (анкерит) породами, в разной степени насыщенными кварцевыми, кварц-буропатитовыми разноориентированными, взаимопересекающимися жилами и прожилками (от 2-3 до 18-20 жил и прожилков на 1 пог. м), с сульфидной (пирит, редко халькопирит) вкрапленностью до 5-7 об.% в околожильном пространстве. Вмещающие породы – отложения нижней пачки свит аладьинской и карточки объединенных (известняки с прослоями углеродсодержащих известковисто-глинистых сланцев). Таким образом, третий этап поисков позволил локализовать золотоносные минерализованные зоны и определить участки для проходки бульдозерных канав до коренных пород с целью выявления рудных зон в пределах первой.

Четвертый завершающий этап поисков – комплекс горно-буровых работ. Наиболее минерализованные участки в пределах зоны Центральной были вскрыты траншеями до коренных пород, а затем «подсечены» серией буровых скважин. В результате лабораторно-аналитических работ выявлены эпицентры повышенных содержаний – потенциально рудные зоны с содержаниями золота в отдельных пробах до 6,5 г/т (бороздовое опробование). Их мощность достигает 23 м, всего выделено 4 зоны. Зоны имеют субогласную слоистости ориентировку. Визуально рудные зоны не имеют четких границ и выделяются по данным опробования. Для них характерно увеличение концентрации кварцевых прожилков (до 15-20 и более прожилков на 1 пог. м), как правило, секущих маломощных (до 1-2 мм). Околожильное пространство насыщено (на расстояние до 5-7 см от прожилков) сульфидами – тонкой (менее 1 мм) вкрапленностью пирита до 10-12 об.%. Пирит – как кубической, так и осложненных форм (кубоктаэды, пентагондодекаэды). Такие участки отвечают эпицентрам содержаний золота в первичных ореолах и в ВОР от 0,3 г/т.

Таким образом, методика поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах позволила в достаточно короткие сроки локализовать золотоносную минерализованную зону и потенциально рудные зоны в ее пределах с использованием незначительного объема горных выработок. Важным представляется то, что результаты лито-

химического по ВОР опробования нижнего информативного слоя делювиальных отложений существенно отличаются от данных стандартного опробования на глубине 0,3–0,4 м, выявляя наиболее высокие аномальные концентрации золота в ВОР. Максимальные концентрации золота ($>0,1$ г/т) установлены именно по результатам литохимического опробования на контакте с коренными породами по горным выработкам. Аномалии золота в ВОР практически совпадают с повышенными содержаниями золота в первичных ореолах. Полученные данные говорят о том, что методика литохимического опробования по ВОР нижнего информативного слоя делювия позволяет с высокой степенью точности определить положение золотоносных минерализованных зон и потенциально рудных зон в их пределах. Итоги работ демонстрируют успешность применения новых методических приемов поисков золоторудных месторождений в сложных «закрытых» горно-таежных ландшафтных условиях. Новыми и наиболее эффективными направлениями методики являются: 1) применение комплекса геологических, геофизических и геохимических методов по опорным профилям, позволяющего уже на ранней стадии изучения определить наиболее перспективные потенциально рудоконтролирующие зоны расщелачивания и поисковые участки в пределах исследуемых площадей; 2) литохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений, которое дает возможность максимально точно локализовать золотоносные минерализованные зоны, непосредственно определить участки для последующих горно-буровых работ и, соответственно, минимизировать затраты на проведение геологоразведочных работ.

Литература

1. Иванов А.И. Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы). – М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2014. – 215 с.
 2. Иванов А.И. Экспрессный метод поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах / Руды и металлы, №1, 2014. – М.: ФГУП ЦНИГРИ. – 36–42 с.
 3. Иванов А.И., Васюков В.Е., Мансуров Р.Х. и др. Новые данные по технологии прогноза, поисков и оценки большеобъемных золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах // Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений цветных и благородных металлов, алмазов — состояние и перспективы. Сборник тезисов докладов научно-практической конференции. М.: ЦНИГРИ. 2016. С. 24–26.
 4. Мансуров Р.Х., Зеликсон Б.С., Курмаев А.В. Применение экспрессной методики поисков золоторудных месторождений в горно-таежных ландшафтах на примере поисковых работ на большеобъемное золотое оруденение в пределах Средне-Ишимбинской площади // Руды и металлы. – 2015. – № 4. – С. 39–50.
 5. Мансуров Р.Х. Новый прогнозируемый тип крупнообъемного золотого оруденения в среднерифейских карбонатных отложениях Енисейской золоторудной провинции // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 31 марта – 2 апреля 2015 г. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2015. С. 272–275.
 6. Сазонов А.М., Звягина Е.А., Полева Т.В. и др. Геолого-структурная позиция и типизация золоторудных полей восточной части Енисейского кряжа // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Центральной Сибири. Материалы юбилейной научно-практической конференции. Красноярск. ОАО «Красноярскгеолсъемка». 2010. С. 94–101.
 7. Фисенко В.Г., Макаров В.А. Геохимические критерии и термодинамические условия локализации золоторудной минерализации Северо-Восточного склона Енисейского кряжа // Современные проблемы науки и образования. 2013. №6. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/geohimicheskie-kriterii-i-termodinamicheskie-usloviya-lokalitsii-zolotorudnoy-mineralizatsii-severo-vostochnogo-sklona-eniseyskogo>.
- УДК 551.217.2 (470.67)

КРАСНОЦВЕТЫ В МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДАГЕСТАНА И ИХ СВЯЗЬ С ГИДРОТЕРМАЛЬНО-ЭКСПЛОЗИВНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

*Мацапулин В.У.^{1,2}, Гусейнов М.М.³, Тулышева Е.В.^{1,2},
Юсупов А.Р.^{1,2}, Исаков С.И.¹, Казанова Э.³*

¹*Институт геологии Дагестанского научного центра РАН.*

²*Дагестанский государственный университет*

³*Институт физики Дагестанского научного центра РАН.*

В статье рассмотрены красноцветы распространенные в Дагестане. Выделены эндогенные, экзогенные образования. Возраст красноцветов от нижнего мела до плейстоцено-голоценового. Показана связь их с гидротермально-эксплозивными процессами. Локализация красноцветов отмечается в карбонатах, песчаниках, песчано-глинистых породах и аргиллитах. Предполагается связь их с металлогенией региона.

In article are considered Krasnotsvetov widespread in Dagestan. Endogenous, exogenous educations are allocated. Age Krasnotsvetov from Lower Cretaceous to the Pleistocene-Holocene. Their connection is shown with hydrothermally-explosive processes. Localization of krasnotsvet is noted in carbonates, sandstones, sandy-argillaceous breeds and shales. Their communication is supposed with a metallogeny region.

Ключевые слова: красноцветы, эндогенные, экзогенные, гидротермально-эксплозивные процессы, ореолы, шлихи, киноварь, галенит, сфалерит, красящие пигменты, мессбауровская спектроскопия.

Key words: krasnotsvets, endogenous, exogenous, hydrothermal explosive processes, halos, concentrates, cinnabar, galena, sphalerite, pigments, messbaurovskaya spectroscopy

На территории Дагестана при изучении позднекайнозойского вулканизма выделены вулканогенно-осадочные, вулканокластические и гидротермально-эксплозивные образования. С последними широко связаны красноцветы. В Бугленском карьере выделено наиболее крупное exploзивное тело, сформированное за счет естественного взрыва (эксплозии) в караганских кварцевых песчаниках. При этом произошло дробление кварцевого песчаника – образование несцементированных микробрекчий, размер exploзии (40×20м) в глубь это тело не обнажено. Этот процесс сопровождался формированием красноцветов. Они обнаружены в днище карьера в виде тектонических трещин мощностью до 10см, выполненных железистыми красноцветными, железисто-глинистыми образованиями и дробленным песком белого цвета. Трещины имеют довольно пологое залегание до 10-15°. Они, видимо, являются подводящими каналами пластов нагнетания глинистого, железистого материала в песчаных стенках карьера. У подножья этих стенок были находки трубчатых тел (d – 30см), в которых стенки труб имеют толщину до 2-3 см, а внутренность сложена светлыми вмещающими песками. Другие формы – в виде двутавровых балок, гантелей, конкрециевидные и др. По этим каналам происходило нагнетание дробленного кварца в виде струй, которые пересекались железистыми и глинистыми пластами, что свидетельствует об их последовательности образования. Черно-бурый предпочвенный пласт содержит значительное количество ожелезненного песка, пород. В меньшем количестве ожелезненные прослои и тела отмечаются на старом Бугленском карьере.

В долине р. Шура-Озень устанавливаются пропластки ожелезненных песчаников в начале Капчугайской котловины, в одном случае отмечен сильно ожелезненный пласт песчаника красно-краснобурого цвета длиной до 10м, в сечении 0,5×0,5м. Ожелезненные песчаники использовались для изготовления облицовочных плит, которым и облицован железнодорожный мост через р. Шура-Озень. В долине р. Истисув, с наибольшими проявлениями вулканогенных образований, отмеченных на правом берегу в караганских песчаниках красноцветы отмечены в тектонических трещинах мощностью до 5-8см, с окварцеванием песчаников. В русле реки, в районе трассы Ростов-Баку, установлена галька красноцветов, составляющая более половины галечного материала.

В районе перекрестка дорог Буйнакск-Кизилюрт, Буйнакск-Дубки отмечено до пяти проявлений в виде штоков (2×3м), в которых щебенка измененных (осветленных, окристо-

го цвета) аргиллитов, размером до 2×3см сцементирована красноцветным материалом. В цементирующей массе отмечаются обломки кристаллов гипса.

В долине р. Эрпели-Озень (левый приток р. Шура-Озень) в 1,5 км от гидротермально-пирокластического образования пеплового материала вверх по течению отмечена зона красноцветов. Она представляет собой проявление, в котором рыхлый материал речной террасы пропитан красноцветами. Вкрест простирания красноцветы прослежены на протяжении 40м, максимальная мощность их составляет до 5м. в красноцветах отмечаются кристаллы гипса и незначительное количество самородной серы. Мы считаем, что их образование произошло близодновременно с пеплами Эрпели-Озеньского проявления.

Вулканогенное проявление Нижнее Казанище представлено тектонической зоной, в которой выделяются взаимопересекающиеся ветви. Полости тектонических зон мощностью до 0,2м выполнены дробленным кварцевым песком, железистым материалом и глинами черного цвета. Положения этих материалов чередуются между собой по простиранию тектонических полостей.

Предполагаемые взрывные проявления в Известняковом Дагестане.

В меловых известняках Дагестана отмечаются проявления, которые мы предположительно связывали с тектоническими разломами. Они представлены обломками известняков с более мелкой фракцией этих пород (Цу дахарское, Акушинское, долина р. Аварское Койсу между селами Унцукуль-Аракань). Более крупные обломки отмечаются в проявлении северной ветви Гимринского хребта. Крупные глыбы известняков (до 0,5м и более) отмечены в проявлении селений Микрах и Мискинджи, расположенных, вероятно, на структурных террасах речных долин.

Эксплозивное проявление близ с. Цу дахар расположено на левом берегу р. Казикумухское Койсу. Размеры его составляют 0,4×0,9×0,05км. Рыхлые отложения представлены фракциями (мм) 2 -0,05-45,2%, >2мм -54,8%. Это овальное тело, вытянутое вдоль реки. В северном склоне оно выглядит точно также как и проявление нового Бугленского карьера в караганских песчаниках, напоминая барранкосы в стратовулканах Камчатки, образующихся за счет временных водотоков. Продолжения каких-либо тектонических зон в этом взрывном проявлении нет. Отсутствие приуроченности проявления к тектонике, наличие красноцветов на западной окраине, сходство с проявлением нового Бугленского карьера послужило основанием называть это тело дробленных (несцементированных брекчий) известняков – взрывным образованием.

В районе сел. Акуша и в долине Аварского Койсу отмечены образования близкие к взрыву сел. Цу дахар, но материал более измельчен, и крупные обломки цементируются перетертыми карбонатами.

На Гимринском хребте, его северной ветви при въезде в село Аркас, прямо на дороге во врезе в известняки возвышается сравнительно небольшое тело в виде холма (высотой - 25-30м, в диаметре до 25м) сложенного крупными обломками (до 20-30см) известняка. В коренном залегании в известняках отмечается пласт ожелезненных пород. Это проявление долгое время считали что-то вроде аллювиального происхождения. Но применительно к нему взрывное тело подходит логичнее.

Такое же взрывное образование отмечается в районе сел. Микрах в долине р. Усук-чай. Здесь глыбы (до 1м) красноцветных известняков покрытые красными железистыми растворами располагаются на структурной террасе. Они подстилаются грунтом, сложенным более мелкозернистым красноцветным известняком. Предполагается, что красноцветные известняки (коренное залегание которых отмечается на Шалбуздаге и Шахдаге) простирались и сюда в район сел. Микрах.

Впоследствии, в позднем кайнозое, здесь происходили гидротермально-взрывные процессы, в результате которых сформировались скопления обломочного (глины, щебень и мелкая фракция) материала красноцветных известняков, взрывы сопровождались выбросом красноцветных растворов. В районе сел. Микрах известно шиховое проявление киновари с сульфидами свинца, цинка. Мы не исключаем возможность образования этих ореолов совместно с взрывами.

В долине р. Самур, в районе сел. Мискинджи существует взрывное проявление аналогичное Микрахскому. Проявления располагаются на одной параллели по разные сто-

роны отрога Шалбуздагского массива ожелезненных известняков – горы Острой. Вероятно, они сформировались одновременно при гидротермально-эксплозивных процессах.

Мы привели характеристики эксплозивных образований представленные обломочным материалом и сопутствующими красноцветами. Но на территории существуют и ненарушенное (коренное) проявление красноцветов. К таковым можно отнести образования красноцветных карбонатов Шалбуздагского и Шахдагского массивов мелового возраста. Мощность красноцветных отложений на Шахдагском массиве составляет порядка 700-800м. Красноцветы в известняках имеют облачное распространение. На Шалбуздаге мощность красноцветов меньше (до 350-400м), но они интенсивнее окрашены, содержат большее количество железа.

В коренном залегании красноцветы отмечены также в верховьях долины р. Кизил-Дере, на траверсе Главного Кавказского хребта в верхнеюрских глинистых отложениях, на южной окраине Миатлинского водохранилища – яркое красноцветное пятно больших размеров. Проявления нами не обследован.

К этому типу проявлений красноцветов мы относим также Талгинское месторождение красящих пигментов с запасами сырья 500 тыс.тн. Считается, что оно образовано за счет окисления залежей сидеритовых конкреций и красноцветных песчаников. Хотя широкого распространения конкреций в этом районе – долина р. Черкез-Озень не отмечается. Участок месторождения расположен в долине второго правого притока р. Черкез-Озень, вверх по долине от санатории Талги. Здесь установлены выходы красноцветов в коренном залегании, вперемежку с рудами более темного, черного цвета (возможно, окислы марганца). Здесь отмечаются следующие моменты: в руде установлена тонкозернистая брекчия – мелкие обломочки (до 0,5см) вмещающих аргиллитов, к рудной зоне примыкает полоса осветленных пород с вкраплениями гипса в виде блестков в породе. В свою очередь зона с гипсом сменяется полосой тектонически проработанной зоны с трещинами, по которым развиты гидротермально-измененные породы.

По полученным данным – наличие брекчий в красноцветной рудной массе, наличие зон с гипсом и гидротермально-измененных пород можно предположить, что месторождение образовано гидротермально-эксплозивными процессами. К такому типу проявлений относятся красноцветы Эрпели-Озень, развилки дорог Буйнакск-Дубки, Буйнакск-Кизилюрт.

В долине р. Маза (в южде) правый приток р. Ахтычай, в районе слияния с Мазой ее притока Джиг-Джиг отмечается экзотическое проявление красноцветов. На территории проходит Кахетинский диабазовый пояс даек. В рассматриваемом сечении долины отмечается пучок (раздвиг) магматических даек. Здесь одна из даек мощностью до 10-12м пересекается по простиранию жилой кальцита мощностью до 8м. кальцит крупнокристаллический, белого цвета. Жила проходит вблизи западной стороны дайки. Изменение вмещающих пород визуально не отмечено. В западном направлении от дайки в 7-8м выделяется кальцитовая красноцветная жила мощностью до 4-5м. Кальцит по морфологии аналогичен кальциту в дайке магматических пород.

Ожелезненная кальцитовая жила соответствует железистой руде типа «редберг» карбонатитовых месторождений. Редкоземельного оруденения в жилах не установлено и только содержания стронция достигает 1-2%.

Курушское рудное поле, расположенное рядом (южнее) с Шалбуздагским и Шахдагским массивом, в своих гидротермальных рудопроявлениях (Скалистое, Сельды, Рагданчай и др.) содержит гидроокислы железа до 10-30%, окислы марганца до 8-10% [3], что малохарактерно или вовсе не характерно для проявлений жильной кварц-сульфидной формации в Дагестане. Сведения о красноцветах Дагестана приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Ожелезненные зоны мезо-кайнозойских пород Дагестана

№.№ п/п	Место нахождения	Вмещающие породы	Характерные особенности	Фазовый состав, данные мессбаэровской спектроскопии, %
1	Бугленские песчани-	Кварцевые слабос-	Слои нагнетания ожелез-	FeOOn+FeOnH (гетит)

	ки, карьеры	цементированные песчаники, средний миоцен	ненных пород. Различные тела в свалах: трубы, балки, гантелевидные и конкрецевидные тела.	– 49,5 Fe ₂ O ₃ (гематит) – 0.0 Fe ₃ O ₄ (магнетит) – 48.3 αFe (альфа-железо) – 1.7 FeO (вюстит) – 0.6
2	Эрпели-Озень	Красноцветные растворы, пропитывающие рыхлый материал речной террасы Q ₁	Красноцветы в рыхлом материале террасы.	FeOOH+FeOnH (гетит) – 71 Fe ₂ O ₃ (гематит) – 0.0 Fe ₃ O ₄ (магнетит) – 19.6 αFe (альфа-железо) – 6.2 FeO (вюстит) – 3.2
3	Перекресток дорог Буйнакск-Дубки, Буйнакск-Кизилюрт	Аргиллиты майкопской свиты	Шпокообразные тела (2×3 м), с брекчией, в которой цемент – красноцветы	FeOOH+FeOnH (гетит) – 99,1 Fe ₂ O ₃ (гематит) – 0.0 Fe ₃ O ₄ (магнетит) – 0.0 αFe (альфа-железо) – 0.1 FeO (вюстит) – 0.2
4	Долина р. Шура-Озень	Среднемиоценовые кварцевые песчаники	Ожелезненные пласты песчаников	
5	Долина р. Истисув	Караганские кварцевые песчаники	Гематитовые прожилки Ожелезнение с окварцеванием, ожелезнение пепловых частиц.	
6	Талгинская нефтегазоносная площадь	Аргиллиты майкопской свиты	Месторождения красящих пигментов. Считается образованным за счет окисления сидеритовых конкреций.	
7	Южное побережье Миатлинского водохранилища	Среднеюрские песчано-аргиллитовые толщи	Крупное проявление красноцветных пород	
8	Верховья долины р. Кизил-Дере	Сланцы верхней юры	Ожелезненные аргиллиты. Сланцы	
9	Архитский участок	Известняки верхнего мела	Зона ожелезнения известняков	
10	Цудахар, долина р. Казикумухское Койсу	Известняки нижнего мела	Ожелезненные карбонаты, штокоподобные тела	FeOOH+FeOnH (гетит) – 97,5 Fe ₂ O ₃ (гематит) – 0,9 Fe ₃ O ₄ (магнетит) – 1,6 αFe (альфа-железо) – 0.0 FeO (вюстит) – 0.0
11	Шалбуздаг-Шахдагская зона красноцветных известняков	Карбонаты нижнего, верхнего мела	Ожелезненные карбонаты мощностью до 700-800м	
12	Район с. Микрах-Мискинджи	Обломки ожелезненных известняков Шалбуздагского массива	Ожелезненные обломки, глыбы известняков нижнего-верхнего мела.	
13	Среднее течение р. Мазы, правый приток р. Ахтычай	Кальцитовая жила тесно связанная с дайками диабазов Кахетинского пояса.	Интенсивно ожелезненная кальцитовая жила	
14	Зона окисления сульфидного месторождения, долина р.Кизил-Дере, правый приток р. Ахтычай	Среднеюрские аргиллиты	Месторождение медно-пирротиновых ру, зона окисления.	

Таким образом, мы видим широкое морфологическое разнообразие красноцветных образований в Дагестане. Что же они представляют собой? Обычно красноцветы относят к экзогенным образованиям, за счет окисления геологических тел; не всегда ясно, что это за тела.

В гидротермально-эксплозивных проявлениях красноцветы имеют эндогенное происхождение (Бугленские карьеры, долины рек Шура-Озень, Истисув, Гунибское, Паласырт). Месторождение Талги – считалось экзогенным – за счет окисления сидеритовых конкреций. Но сейчас появляются материалы, говорящие об эндогенном его образовании. Красноцветные карбонаты массивов Шалбуздаг, Шахдаг, Микрах, Мискинджи образованы за счет подтока гидротермальных растворов при образовании карбонатных толщ. Проявление р. Кизил-Дере, южный берег Миатлинского водохранилища, видимо, образованы за счет гидротермального подтока красноцветных растворов уже после образования пород. Проявление долины р. Мазы тесно связано с магматическими процессами.

Зона окисления медно-пирротинового месторождения Кизил-Дере – это единственная зона красноцветов, имеющая определенное экзогенное происхождение.

Довольно широкое развитие красноцветных проявлений в Дагестане и значительный масштаб некоторых из них – Шахдагский, Шалбуздагский массивы, образованных при подтоке красноцветных гидротерм, могут иметь металлогеническое значение. Наличие шлиховых ореолов ртути в Микрахском проявлении, наличие гидроокислов железа и марганца проявления Курушского полиметаллического рудного поля, тесная связь красноцветов с магматизмом (долина р. Мазы) – признаки металлогенической обусловленности красноцветов.

Естественно возникает вопрос, откуда поступали гидроокислы железа? В литературе имеются сведения о наличии окислов железа во внутренних геосферах Земли. Так В.Е. Хаин и др. [4,5] отмечают «Следующий, более мощный и, очевидно, важнейший источник внутреннего тепла земли – это энергия глубинной гравитационной дифференциации, т.е. выделение тепла при перераспределении вещества Земли по плотности при его химических и фазовых превращениях. Главным здесь является процесс разделения вещества на силикатную и металлическую или, точнее, металлизированную (скорее всего Fe_2O_3 или FeO) часть на границе мантии и ядра в слое D'' ».

Но граница мантии и ядра – не единственный возможный уровень гравитационной и дифференциации. Более глубинным уровнем является, очевидно, граница внешнего и внутреннего ядра, поскольку внутреннее ядро состоит, скорее всего, из чистого железа (с примесью никеля, а внешнее, вероятно, содержит заметный процент таких элементов как кислород, сера, кремний). Соответственно рост внутреннего твердого ядра, связанный с вековым охлаждением Земли, должен сопровождаться «выталкиванием» этих легких примесей во внешнее ядро.

Другими уровнями дифференциации являются границы нижней и верхней мантии астеносферы и литосферы.

Современные определения [3] железистых образований следующие. Железисто-карбонатные осадки – красновато-коричневые карбонатные (преимущественно фораминиферовые) или, содержащие $> 50\% CaCO_3$, и $> 5\% Fe$. В бескарбонатном веществе этих осадков содержание Fe составляет до 10-30%, а Mn до 5%. Характерно обогащение рядом микроэлементов [Ni , Co , Cu , Pb]. Они являются специфическими осадками зон подводной гидротермальной деятельности.

К железистым (10-20% FeO), высокожелезистым (20-30% FeO) осадкам принадлежат преимущественно аутогенные железистые образования типа железистых корок, железисто-марганцевых конкреций и тонкозернистые железистые осадки района вулканической и поствулканической деятельности, болотные железистые руды, некоторые прибрежные россыпи.

На территории Дагестана выделяются железисто-карбонатные осадки (Шалбуздаг, Шахдаг, Цудахар, Аркас), железистые осадки района вулканической деятельности (Буглен, Истисув, Шура-Озень, Белиджи, Гуниб, Паласырт, Маза; вероятно, верховья р. Кизил-Дере, Миатлинское водохранилище, Талги).

Железистое вещество нами изучалось методом мёсбауровской спектроскопии (МС) на проявлениях Буглен, Эрпели-Озень, Цудахарское. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

№№ п/п	Форма минерала в образцах	Доля минерала в образцах при T=300 К, %			
		Буглен	Миатлинское вдхр.	Цудахар	Эрпели-Озень
1	FeOОН+FeOнН (гетит)	49.5±0.1	99.1±0.9	97,5	71,0
2	Fe ₂ O ₃ (гематит)	0.0±0.0	0.6±0.6	0,9	0,0
3	Fe ₃ O ₄ (магнетит)	48.3±0.2	0.0±0.0	1,6	1,96
4	α-Fe (альфа-железо)	1.7±0.1	0.1±0.1	0,0	6,2
5	FeO (вюстит)	0.6±0.0	0.2±0.2	0,0	3,2

Среди исследованных образований устанавливаются – гематит, гетит, магнетит – эти минералы обнаружены и в метеоритах, но они имеют вторичную природу, их первичные минералы окислены в земных условиях. Магнетит имеет первичную и вторичную природу. Интерес представляет αFe (альфа-железо) и вюстит минералы характерные только для метеоритов. Следовательно, их наличие будет свидетельствовать о глубинной природе железа, которое отмечается в глубинных геосферах Земли. [1.2] Наибольший интерес представляют проявления Буглен и Эрпели-Озень, в которых α-Fe и FeO установлены в стабильном состоянии.

Таким образом, установление железистых образований расширяет наши представления о распространении эндогенных глубинных процессов на Восточном Кавказе, на территории Дагестана.

С ними, вероятно, следует связывать жильные полиметаллические проявления Куршского рудного поля, шлиховые ореолы киновари (Микрах), месторождения красящих пигментов – Талги. Образование проявлений железистых осадков происходило, начиная с мела и до позднекайнозойских процессов плиоцен-плейстоцена. Происходило это, видимо, в коллизионную стадию орогена Восточного Кавказа. Эти процессы позволяют обосновывать металлогению региона в Известняковом Дагестане: проявление благородных металлов в известняково-доломитовой толще, в среднемиоценовых аргиллитах хребта Нарат-Тюбе, месторождения целестина, кольцевые структуры, приуроченные к структурам Известнякового Дагестана и др. Выделение дагестанской подзоны Самуро-Белореченской зоны может быть обусловлено широкомасштабным проявлением Шахдаг-Шалбуздагской структуры красноцветов.

Литература

1. Войткевич Г.В., Мирашников А.Е., Поваренных А.С., Прохоров В.Г. Краткий справочник по геохимии. Изд-во «Недра», М., 1970, 278с.
2. Гусейнов М.М., Камилов И.К., Казанова Э., Юсупов А.Р.//Труды XVIII Международного междисциплинарного симпозиума «Упорядочение в минералах и сплавах» ОМА-18, Ростов-на Дону, г. Туапсе, 12-17 сентября 2013 г. Вып.18. С.85-89.
3. Петров О.В.//Геологический словарь. Спб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. Т.1. 432с.
4. Короновский Н.В. Общая геология. М.: 2006. 429с.
5. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики

Мацапулин В.У.

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН.

Дагестанский государственный университет

В статье приведен краткий обзор исследований по рудной тематике (1971-2016 гг.), исполнители работ, перспективные направления последнего времени и ближайшего будущего.

The article is provided a summary of research on the subject of the ore (1971-2016 gg.), contractors, the perspective directions of recent and near future.

Ключевые слова: лаборатория, отдел, тема, проект, Институт, филиал АН СССР, минералы, руда, рудообразующая среда, изотопы серы, углерода.

Key words: laboratory, department, topic, project, Institute, a branch of the Academy of Sciences of the USSR, minerals, ores, ore-forming environment isotopes of sulfur, carbon.

Изучение рудного сырья – самое молодое направление, которое проводится в Институте геологии Дагестанского научного центра РАН. Оно сформировалось после сейсмологии, интенсивно развернутое в период дагестанского землетрясения 1970 года, когда стала очевидна настоятельная необходимость сейсмологических исследований.

Я поступил на работу в Институт в 1971 году, тогда уже существовала потенциальная рудная группа – в составе Поливоды Н.К. и его супруги А.А. Поливоды, но утвержденной темы еще не было. С моим приходом группа пополнилась и была утверждена рудная тематика, которая проводится до настоящего времени.

До этого рудой Дагестана занимался Г.Г. Бунин. Он первый написал небольшую монографию «Рудоносность Дагестана», в которой обобщил материал по рудам региона и защитил кандидатскую диссертацию по этой же теме. Предшественником настоящей лаборатории был отдел того же – названия «Региональной геологии и минерального сырья», которым руководил известный геолог-нефтяник Мусаев С.Э. В отделе были группы: рудной геологии – руководил Паливода Н.К., нерудного сырья – руководитель к.г.-м.н. Керимов Г.К., в группе работал к.г.-м.н. Эфендиев И.Э.; группа литологии – руководитель к.г.-м.н. Жгенти Т.Г., сотрудник к.г.-м.н. Слинко М.Е., и впоследствии защитил степень к.г.-м.н. Ибрагимов М.И. До описываемого периода в отделе работали, ставшие позднее известными докторами геолого-минералогических наук, Халифа-Заде Ч.М. и Бровков Г.И., в области литологии и нерудных полезных ископаемых. В частности, Халифа-Заде Ч.М. написал монографию по сидеритам Дагестана, а впоследствии монографию по литологии Восточного Кавказа.

С 1971 года мы занимались колчеданными рудами (месторождение Кизил-Дере и ряд аналогичных проявлений) и жильным кварц-сульфидным оруденением. Паливода Н.К. с тех еще пор и по настоящее время отстаивает точку зрения стратиформного образования руд месторождения Кизил-Дере. Завидное постоянство, в противовес, например, Курбанову М.М. (сотруднику комплексной геологической экспедиции, написавшему отчет в ГКЗ по месторождению Кизил-Дере), в котором он обосновывал гидротермально-метасоматическое происхождение месторождения, а вскоре защитил кандидатскую диссертацию, где обосновывает образование месторождения за счет функционирования черных курильщиков.

Поскольку я приехал в Дагестан с Чукотки, где занимался и поисками и разведкой золотоносных россыпей, то естественно я геологию Восточного Кавказа не знал. Это, конечно, отрицательно сказывалось на проведении работ, выработки направлений. Мне повезло в некотором роде, то что я познакомился с Кучером М.И. к.ф.-м.н. – сотрудником Института физики Дагестанского филиала АН СССР, только что защитившим кандидатскую диссертацию по теме – миграция аргона в слюдах. Для своей работы он изготовил установку с реактором из кварцевого стекла, в котором нагревалась навеска минерала до 1000⁰С и все выделявшиеся газы, пары воды (газопаровая смесь) могли фиксироваться. Эта была идеальная установка для термобарометрических исследований, для изучения минералооб-

разующей среды руд, пород. Правда изучались только жильные минералы, а сульфиды могли диссоциировать при высоких температурах и исказить всю картину. В тот период набирала обороты только что зародившаяся термобарогеохимия, прошло уже первое все-союзное совещание по этой тематике. Мы договорились с М.И. Кучером о совместных работах, его все это устраивало и мы начали аналитические исследования. Где-то мы проработали около двух лет, до его отъезда в Москву. Пошли публикации в ГЕОХИ, выступления на международной конференции в Варне. Попали на II конференцию по термобарогеохимии в г. Ростове на Дону. Ростовский университет в то время считался одним из центров термобарогеохимии. Но когда мы увидели их аппаратуру, то поняли, что они дети по сравнению с нами – у нас была установка с массспектрометрическим окончанием. Наши исследования были вторыми после петербургских геологов, а может быть и первыми в России, мы их установку не видели. Над нами посмеивались – говоря, что стреляем из пушки по воробьям. Но после отъезда М.И. Кучера в Москву исследования прекратились, установку забыли и на этом все закончилось. Это было упущение Института физики. Работы необходимо было продолжить, и в Институте со временем образовался бы центр по термобарогеохимии лучший в Союзе.

По результатам работ был написан отчет и подготовлена диссертация, которую я не защитил. Основным недостатком у меня считали отсутствие определений температуры методом гомогенизации.

После этих исследований я вышел на Курушские конгломераты и занялся их изучением. В результате на Куруше были установлены рудо- и петрокласты, широко развитая галька кварца в единичных случаях с сульфидами цинка. В конгломератах впервые были установлены различные морфогенетические типы обломков руд, гальки кислых пород, установлены сидеритовые конкреции с септариями, выполненными сульфидами цинка, свинца. Впервые проведено определение изотопов серы в различных образованиях конгломератов и рудопроявлений Курушского рудного поля, углерода, определений отношений $Ag^{36/40}$, параметров кристаллической решетки кварцев (аналитик Черкашин В.И.) и другие аналитические определения. В результате работ по Куруше была составлена схема рудообразования в верхнетар-нижнеааленских отложениях, которая позволяла обосновать перспективность глубоких горизонтов (до 300-400м) на колчеданно-полиметаллические руды. По результатам работ была написана основательная записка (100 листов) для внедрения на производстве и передана в ДКГЭ, Ессентуки (Севкавказгеология). Записка была рассмотрена на техсоветах и принята к внедрению и даже были расписаны сроки проведения работ. Но последующие события (1991) перечеркнули эти планы. На основании этих исследований была написана мною диссертация кандидата г.-м.н. и защищена на совете КИМС(а).

Сотрудник лаборатории к.г.-м.н. Г.Г. Бунин занимался структурами космоснимков Восточного Кавказа, писал статьи, отчеты; Н.Т. Романов исследовал металлогению Дагестана и считал, что она контролируется морфологией Кахетинского диабазового пояса; связывал локализацию месторождений с наличием пучков диабазовых даек. С 2007 года проводятся работы по нефтегазовой геологии под руководством к.г.-м.н. К.А. Сабанаева. За этот период им написаны две монографии, опубликованы статьи в ведущих журналах по нефтегазоносности Дагестана, завершены работы по составлению структурной карты Восточного Кавказа, Предкавказью и акватории Каспия. Составлен генеральный план работ на нефтегазовое сырье Республики до 2040 года. Паливода Н.К. написал записки по внедрению работ на золото и полиметаллические руды по месторождению Кизил-Дере и рудопроявлению Скалистое и передавал в ДКГЭ.

В последующие годы лаборатория проводила работы по условиям формирования рельефа Восточного Кавказа в неотектонический период. В результате работ была уточнена морфогенетическая схема районирования Дагестана, особенно ее осевой части, по которой существовали дискуссионные моменты. Обоснована орогидрографическая схема формирования речных долин, проясняющая существующий орогидрографический парадокс Восточного Кавказа. Показан антецедентный характер образования речных долин. В отличие от ранних представлений об антецедентности, установлено широкое ее распространение и мощные врезы для Бокового хребта, меловых хребтов и распространение этого явления на Передовой хребет.

В этот же период (1990-2000 гг.) начиналось шлиховое опробование рыхлых отложений по долинам рек и террасам приморской низменности. Была составлена карта-схема золотоносности рыхлых отложений Горного Дагестана (Коржов В.Н.). Составлен небольшой отчет (70стр) по шлиховому опробованию. Но в то время отчеты нигде, даже на производстве не принимались, и он остался на руках у исполнителей. Затем (1995) он был передан сотруднику ЦНИГРИ д.г.-м.н. Б.Я. Вихтеру, т.к. он проявил интерес к теме. Но какого-либо ответа на этот отчет, ни самого отчета, мы не получили.

С тогдашним директором Института Мирзоевым Д.А. мы пытались вызвать интерес к нашим результатам по золоту с целью получить какое-либо финансирование в правительстве РД. О целесообразности подобных исследований было письмо от ак. А.Л. Яншина, который в то время отдыхал в Дагестане. Мы показали ему имевшиеся материалы, он согласился о проведении необходимых исследований. Но это не решило исхода в нашу пользу и мы ничего не получили, т.к. производственники (ДКГЭ) эту идею не одобрили и она затерялась в череде текущих бумаг.

К этому периоду на Ставрополье было установлено Бешпагирское промышленное россыпное месторождение титано-циркониевого сырья. Поэтому мы не отказывались от шлихового опробования. Тем более, что оно проводилось ранее (1960) в прибрежной зоне Дагестана – устье Терека, Черкес-Озени и других. Проходились выработки – скважины ручного бурения. В результате которых были установлены небольшие непромышленные титано-циркониевые россыпи.

В 2002-2003 гг. руководство Института (В.И. Черкашин) на отделении наук о Земле предложило проводить проект Президиумовской (РАН) темы по титано-циркониевым россыпям. Это предложение было принято (ак. Д.В. Рундквист) и нам с этого периода стали финансировать эти работы, вначале на титано-циркониевое сырье, а затем (когда появились благородные металлы) и на золото. Эти исследования проведены до 2014года. В результате работ установлено непромышленное содержание (0,5-1,0%) титано-циркониевого сырья, и шлиховые пробы с золотом с содержанием до $4\text{г}/\text{м}^3$ в чокрак-караганских слабосцементированных песчаниках. На Восточном Кавказе (Дагестана) впервые установлена платина в рыхлых отложениях и коренных породах.

Для полного выяснения перспективности россыпей на территории Дагестана необходимо проведение более капитальных работ. Проблема золотоносности в Дагестане прозвучала. По данным геологов на Куруше установлено промышленное месторождение рудного золота средних размеров (порядка 60тн). Дальше повторится история Кизил-Дере. Отработка золоторудного месторождения также связана с экологией. При добыче, обогащении руд применяются цианиды – ядовитые вещества, которые могут загрязнять воды Усучая. Поэтому разработка вопроса золотоносности древних россыпей чокрак-карагана в Дагестане выглядит многократно выигрышнее рудного золота в высокогорье.

Примерно с 2006 года в Институте проводятся работы по позднекайнозойскому вулканизму. Тема фундаментальная и имеет практическое значение, апробирована во ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург). Впервые выдвигается проблема местного образования вулканитов кислого состава, с которыми предполагается связь полезных ископаемых, таких как кремнисто-цеолитовое сырье, бентониты, опоки, ртуть (Хпек, Казардикам, геохимические ореолы ртути), полиметаллы (Хал-Тукиркильское рудное поле), благородные металлы в среднемиоценовых аргиллитах и меловых доломитах. Установление вулканизма на Восточном Кавказе будет иметь и геодинамическое значение для Северного Кавказа, т.к. оно в настоящее время рассматривается без учета находок на Восточном Кавказе.

Интересное направление проявляется в связи с эксплозивно-гидротермальными процессами, установленными на проявлениях Бугленских песчаных карьеров, с. Н.Казанище, Буйнакского перевала на хребте Нарат-Тюбе и в долинах рек Шура-Озень, Истисув.

Характерной особенностью отмеченных проявлений является наличие в них раздробленного кварцевого песка и связанных с ними проявлений красноцветов. Последние отмечаются в виде маломощных жил (р. Истисув) в песчаниках, в окварцованных породах, цементе песчаников; трубообразных, гантелевидных, конкрецеподобных образованиях; в виде брекчий, в которых обломки гидротермально-измененных аргиллитов светло-

желтоватого цвета цементируются красноцветным материалом (проявления вблизи Миатлинского водохранилища, Талгинское месторождение красящих пигментов). Самым крупным из описываемых проявлений является Бугленские карьеры. Геологическая характеристика их однозначно свидетельствует, что они образовались при взрывных процессах, им сопутствуют красноцветные образования также эндогенного происхождения.

Интерес к эксплозивным образованиям проявляется также в том, что в Дагестане в меловых известняках известны проявления аналогичные Бугленскому карьере, но больше его по размерам. К таким образованиям нами отнесены проявления Цудахарское (04×0,9×0,05 км), Акушинское, проявления в известняково-доломитовой толще долины реки Аварское Койсу (Унцукуль-Аракань), представленные перетертыми карбонатами и ожелезненной зоной. Проявление в долине р. Усук-чай в районе с. Микрах и в долине р. Самур в районе с. Мискинджи. Проявления ожелезненных карбонатов, наиболее крупные в Дагестане, известняки Шахдагского и Шалбуздагского массивов. Крупные ожелезненные зоны отмечаются также на южной окраине Миатлинского водохранилища и на траверсе Главного Кавказского хребта в верховьях речки Кизил-Дере. Связаны эти проявления с эксплозиями, нами не обследованы. Самые последние (2016) полевые работы по Талгинскому месторождению минеральных красок могут свидетельствовать о возможности его происхождения за счет эксплозивных процессов – наличие брекчии сцементированной железистыми образованиями (красноцветами).

Эти процессы достаточно крупномасштабные и могут иметь влияния на металлогению, сейсмологию, геотектонику и др. Они, несомненно, заслуживают внимания и дальнейшего изучения.

Помимо отмеченных исследований в лаборатории проводились работы по теме Президиума РАН – россыпеобразование титано-циркониевого сырья и благородных металлов (2003-2014), сотрудники выигрывали гранты РФФИ и проводили по ним работы (2003-2014), по заявкам местных предпринимателей и государственных учреждений – Махачкалинский завод стекловолокна, предприятие «Восток» занимавшееся облицовочным материалом и др., писались рецензии на открытие глинистых, песчаных, карбонатных и гипсовых карьеров, проводились многочисленные консультации с предпринимателями республики по нерудному сырью.

С 1970 года в лаборатории защищены две диссертации к.г.-м.н., одна диссертация к.г.-н., две докторские диссертации – д.г.-м.н. При лаборатории функционирует геологический музей (ответственный к.г.-м.н., с.н.с. Юсупов А.Р.), запасники которого пополняются ежегодно за счет проведения полевых работ. Сотрудники лаборатории кандидаты наук В.У. Мацапулин, Е.В. Тулышева, А.Р. Юсупов, д.б.н. З.Г. Залибеков преподают геологические и биологические дисциплины в Дагестанском государственном университете.

В 2010 году за работу «Золотоносность среднемиоценовых (чокрак-караган) песчаников северного склона альпийского орогена Восточного Кавказа (Дагестан)» присуждена премия Роснедра и Росгео в номинации «За достижение в решении фундаментальных и прикладных проблем геологии, способствующих развитию минерально-сырьевой базы». В лаборатории работают два заслуженных геолога РФ, они же первооткрыватели месторождений – В.У. Мацапулин, К.А. Сабанаев.

Институт геологии совместно с Институтом водных проблем РАН, Прикаспийским институтом биологических ресурсов ДНЦ РАН издает журнал «Аридные экосистемы», входящий в перечень ВАК. Главный редактор д.б.н., профессор З.Г. Залибеков – главный научный сотрудник лаборатории.

В настоящее время в лаборатории проводятся работы по следующим направлениям: рудное и нерудное сырье – рук. к.г.-м.н. В.У. Мацапулин, нефте-газовое сырье – рук. к.г.-м.н. К.А. Сабанаев, направление литологии и палеонтологии – рук. д.г.-м.н. В.И. Черкашин, почвы аридных экосистем – рук. д.б.н. З.Г. Залибеков, технология строительных материалов – рук. д.т.н. Б.Д. Тотурбиев.

С 1970 года по 1980 работами рудной геологии руководил Н.К. Паливода, с 1980 по 1988 – Г.Г. Бунин. В 1988 году на ученом совете Института заведующим лабораторией был избран В.У. Мацапулин, работающий в этой должности по настоящее время.

К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
ФОРМИРОВАНИЯ ОКТЕМБЕРЯНСКОЙ ГАЗОНОСНОЙ СВИТЫ АРМЕНИИ

Мелик-Адамян Г.У.¹, Каграманов Ю.Р.², Мелик-Адамян Т.Г.²

1-Институт геологических наук НАН, Ереван; 2-ООО «Интеграл Петролеум», Ереван
e-mail: hmelik-adamyam@mail.ru

На основании сопоставительного анализа имеющихся палеонтологических и палеоботанических данных, относительный геологический возраст октемберянской газоносной свиты с общим запасом природного газа по категории D_1+D_2 в 39 млрд m^3 , который ранее датировался тарханкараганским временем среднего миоцена (16,3-13,8Ma), в свете современных представлений уточнен в рамках чокрак-нижекараганского интервала с приблизительным диапазоном от 15,4 до 14,3 Ma. Нижняя газоносная подсвита октемберянской свиты образовалась в условиях влажного и жаркого субтропического климата.

Ключевые слова: октемберянская свита, газоносная подсвита, палинология, чокрак-нижний караган.

Based on a comparative analysis of the available paleontological and paleobotanical data, the relative geological age of Hoktemberyan gas bearing suite with a total supply of 39 bln m^3 of natural gas of D_1+D_2 category, previously dated to Tarkhan-Karagan time of Middle Miocene (16,3-13,8Ma), is identified within Chokrak – Lower Karagan interval with an approximate range of 15.4 to 14.3 Ma. The Lowest gas bearing subsuite of Hoktemberyan suite was formed in humid and hot subtropical climate.

Keywords: Hoktemberyan suite, gas-bearing subsuite, palinology, Chokrak – Lower Karagan.

Октемберянская свита локализована в Армавирском марзе Армении приблизительно в 60-70 км западнее г. Еревана в пределах нижеахурянского, или армавирского, прогиба, в западной части крупной среднеараксинской межгорной впадины. Эта свита мощностью более 1800 м впервые была выделена С.К. Арзуманяном в 1962 г на основании литологических особенностей kernового материала, вскрытого буровыми скважинами при поиске промышленных запасов нефти и газа. [5, 34] На основании детального и совместного анализа литолого-минералогических и электрокаротажных скважинных исследований, данная свита довольно четко подразделяется на 3 подсвиты: верхнюю песчано-глинистую, среднюю глинистую и нижнюю песчано-глинистую [9, 10, 19, 20].

Верхняя подсвита представлена зеленовато-серыми полимиктовыми песчаниками и алевролитами с примесью туфогенного материала, переслаивающимися с сероватыми песчанистыми глинами. По сравнению с нижележащими подсвитами в пределах нижеахурянской депрессии, данная подсвита имеет наименьшее развитие и часто размывта эрозией. В центральной части депрессии ее мощность достигает 1000 м [9, 10, 19].

Граница между верхней песчано-глинистой и нижележащей глинистой свитами проводится по КС (кажущеся сопротивление) в 5-10 омма. Средняя глинистая подсвита представлена темно-серыми, зеленовато-серыми мелкочешуйчатыми, преимущественно монтмориллонитовыми, глинами. Для этой подсвиты характерна слабая дифференцированность КС в 2-3 омма и положительная аномалия ПС. Мощность подсвиты варьирует от 1000 до 200 м [9, 10, 19].

Данная глинистая подсвита в отношении нефтегазоносности лишена каких-либо серьезных перспектив, но является важной экранирующей крышкой, флюидоупором, надежным экраном, который способен запечатать углеводороды в перспективной газоносной нижележащей песчано-глинистой подсвите, а также создать благоприятные условия для формирования тектонически экранированных залежей углеводородов [3, 11, 19].

Нижняя глинисто-песчаная подсвита образована чередованием зеленовато-серых и темно-серых полимиктовых песчаников, туфопесчаников, туфов, туффитов, алевролитов и глин с редкими прослоями (мощностью 0,5-1 м) известняков и мергелей. Отложения данной подсвиты довольно отчетливо выделяются повышенными значениями КС на фоне низких сопротивлений выше и ниже залегающих отложений. КС песчаников составляет 7-25 омм, аргилитов – 7-15 омм, глин – 2-5 омм [19]. По сравнению с вышележащими подсвитами, эта подсвита имеет наибольшее площадное распространение, и ее мощность варьирует от 282 м (скважина 15 Кармрашен) до 1238 м (скважина 21 К) [9, 19, 20].

В процессе бурения скважин 7р, 11р, 17с, 42Е, 49с и 1 опорной в нижней песчано-глинистой подсвите наблюдались интенсивные газопроявления, в частности, из кровли этой подсвиты в скважине 7р из интервала 754-777 м был получен приток природного метанового газа 5760 m^3 /сут, а при испытании скв. 13Е в интервале 738-765 м получен приток газа с начальным дебитом 45 тыс m^3 /сут. Общие геологические запасы газа в нижней песчано-глинистой подсвите в основном блоке цен-

тральной антиклинали составляет 2,57 млрд. м³ по категории С₂. Общие прогнозные запасы газа для всей нижней подсвиты октемберянской свиты по категории D₁+D₂ составляют 39 млрд. м³. [19,20]

Несмотря на очень детальные исследования вещественного состава отложений октемберянской свиты, в связи с ее потенциальной газоносностью, вопрос об ее геологическом возрасте до сих пор остается дискуссионным и вызывает значительные разночтения. Это, в первую очередь, объясняется слабой палеонтологической охарактеризованностью отложений свиты, а зачастую и неправильной интерпретацией биостратиграфического значения имеющегося скудного палеонтологического материала.

К.Н.Паффенгольц [29] датирует возраст свиты эоценом, предположительно, средним, С.К.Арзуманян и др. [6] – сармагом, О.А.Саркисян [35] – нерасчлененным миоценом, Ю.В.Саядян [36] – мзотис-понгом. По другим данным, [4] октемберянская молласовая толща, в целом охватывающая также октемберянскую свиту общей мощностью в 3 км, датируется нерасчлененным олигоценом. Наиболее обоснованным, на наш взгляд, является точка зрения А.А.Габриеляна [10] о тархан-караганском возрасте свиты.

В основании октемберянской свиты залегает фаунистически почти нехарактеризованная мощная базальная красноцветная свита (М-650-700м), которая некоторыми исследователями [3] рассматривается в качестве самой нижней, четвертой подсвиты октемберянской свиты.

По другим данным [10,35], данная красноцветная подсвита в опорной скважине рассматривается в качестве верхней части самостоятельной пестроцветной свиты, которая по составу и литологическим особенностям обнаруживает почти полное сходство с ацаванской пестроцветной свитой (700м) Ереванского бассейна. Она датируется олигоцен-нижним миоценом [35] или нерасчлененным нижним миоценом, [6, 10] охватывающим в современной интерпретации верхнюю часть тарханского, кавказский, сакарульский и коцахурский регионы Восточного Паратетиса в диапазоне от 23 до 16Ма [30].

Отложения октемберянской свиты впервые на полную мощность вскрыты в опорной скважине #1 в 55 км юго-западнее г.Еревана, в 8 км к северу от р.Аракс, на абсолютной высоте 963 м, пробуренной в 1954 г, где мощность свиты достигает 1734 м, при общей глубине 2763 м, а затем скважинами бр, 11р, 15р, 46К и др.. Верхняя песчано-глинистая подсвита опорной скважины вскрывается в интервале 350-1320 м, средняя глинистая подсвита – от 1320 до 1550 м, а нижняя песчано-глинистая подсвита - в интервале 1550-2070 м [19, 20, 25].

Возраст верхней песчано-глинистой подсвиты устанавливается по наличию монотипной фауны пелиципод *Spanidontella sp.*, обнаруженных из кернов буровых скважин [10]. Несмотря на отсутствие видового определения данной формы, можно уверенно датировать эти отложения нижекараганским подъярусом, учитывая то обстоятельство, что в пределах Восточного Паратетиса от Болгарии до Туркмении монотаксонные спандионотелловые палеосообщества наиболее характерны для мелководных фаций нижекараганских, архашенских, урупинских слоев [1, 14, 21, 26].

Косвенным подтверждением данной интерпретации является относительная стенобиотность спандионотелл в целом, что хорошо согласуется с ранне-караганским режимом солёности Восточного Паратетиса, который, в отличие от более полносоленого (30-40 промилле) и открытого средне-караганского бассейна, характеризовался миксогалинными условиями (5-18 промилле), полуморским палеогидрологическим режимом и аридным, преимущественно летне-сухим климатом. [13, 18, 24, 26, 27].

На значительную аридизацию климата во время формирования верхней части верхней песчано-глинистой подсвиты указывает факт нарастания пыльцы фисташки *Pistacea* до 35% из ядерного материала на глубине 650 м опорной скважины #1 [22]. Интересно отметить, что пыльца фисташки на территории Дагестана также характерна для ксерофитных сообществ караганского времени и в чокракских отложениях не известна [40].

Верхний стратиграфический предел верхней песчано-глинистой подсвиты однозначно маркируют вышерасположенные фолладовые отложения верхней пестроцветной свиты М до 100 м. Они содержат характерную фауну пелиципод *Barneapseudoustjurtensis Andr.* (определения Б.П.Жижченко) [10], которая к настоящему времени в пределах Восточного Паратетиса известна только из верхнекараганских, картвельских еврилово-фолладовых слоев и в других слоях не встречается [8,21].

Чокракский возраст средней глинистой подсвиты октемберянской свиты устанавливается нами по наличию руково дящей эпипланктонной формы брюхоного моллюска *Spiratella (Spirialis) subtarchanensis Zhizh* (определение П.М.Асланяна), обнаруженного из керна скважины 68 на глубине 909-920 м в окрестностях села Каракерт Арагацотнского марза Армении [7,39]. При этом геологический возраст фауносодержащих глинисто-алевролитовых отложений (одинадцатая пачка октемберянской свиты) трактовался или в рамках нерасчлененного чокрака [39], или же тархан-чокракским интервалом [7]. Такое разночтение было основано на устаревших данных

проф. Б. П. Жижченко [16], согласно которому, крупная форма *S. subtarchanensis* (до 4 мм в длину), по размерам в несколько раз превосходящая остальные виды рода *Spirialis*, в пределах Восточного Паратетиса встречается как в тарханских, так и в чокракских отложениях.

Однако, по последним данным, [8, 28] для «спириалисовых глин» верхнего тархана (юраковские слои Крыма или аргунские слои Предкавказья) характерна более мелкая форма гастроподы *S. tarchanensis Kittl.*, а свободноплавающая крупная форма *S. subtarchanensis* в тарханских (верхнебурдигальских - нижнелангидийских) отложениях ни Восточного, ни Западного Паратетиса не встречается.

В гипостратотипе чокракского яруса на Керченском полуострове на восточном берегу оз. Чокрак *S. subtarchanensis* встречается в слое #32, что соответствует верхней части нижнечокракской зюкской свиты [12]. Раннечокракский бассейн Восточного Паратетиса свободно сообщался с соседними морями, в частности, с Центрально-Иранским бассейном, через среднеараксинский пролив [13]. Благодаря этой связи, соленость раннечокракского моря, хоть и немного отклонялась от полносоленого стандарта в 35 промилле, но, за исключением локальных участков влияния пресноводных рек, не опускалась ниже 28 промиллей, что благоприятствовало развитию спиррателовых гастропод.

В позднем чокраке (брыковское время), вследствие полного, или частичного закрытия среднеараксинского пролива, Восточный Паратетис почти изолировался от морей Южного Паратетиса. Из-за усилившегося притока пресных вод он значительно опреснился до миксо-мезогалинной пумурской стадии с соленостью в 5-18 промиллей. [13, 27].

По данным Г. А. Квалиашвили [21], к нижней части чокракского регионаруса нужно отнести все виды спиралисовых глин со всеми известными видами спирателл, в т.ч. *Spiratella subtarchanensis*, которые в пределах черноморско-каспийского бассейна почти везде характеризуются черноватым темно-серым оттенком, часто с выцветом ярозита, и которые указывают на довольно глубоководные условия образования.

Необходимо отметить, что одиннадцатая пачка скважины #68 со спиралисовыми глинами, которая пройдена в наиболее приподнятой части погребенной антиклинальной структуры, по данным каротажных диаграмм, хорошо коррелируется с глинистыми, лишенными фаунистических характеристик, отложениями средней глинистой подсвиты октемберянской подсвиты, скважин #67, 25К, 24К и 8К, также пробуренных в нижнеахурянской, или армавирской, депрессии [38, 39].

Отличие от верхней и средней подсвит октемберянской свиты, нижняя газоносная песчано-глинистая подсвита и расположенная ниже верхняя подсвита ацаванской свиты фаунистически очень плохо охарактеризованы [25, 33]. Из первой опорной скважины в средней части нижней песчано-глинистой подсвиты, расположенной на глубине 1875-1900 м, С. А. Бубилян описала новый вид остракоды *Herpetocypris achurianica Bubik, 1961*, который индифферентен для определения геологического возраста (данный род известен от олигоцена до голоцена) и лишь указывает на полупресноводные (не более 3-5 промиллей) условия обитания, а чуть выше – не определенные до вида представители пресноводных и мезогалинных (2-10 промиллей) верхнеолигоцен – голоценовых родов *Candona* и *Cyprideis*, по которым также невозможно делать точные биостратиграфические интерпретации [25, 31].

С точки зрения биостратиграфической значимости особенно заслуживает внимания карликовая форма фораминиферы *Quinqueloculina cf. ungeriana d'Orb* (определение Н. А. Саакян) из верхней части верхнепестроцветно-красноцветной подсвиты ацаванской свиты в опорной скважине на глубине 2147-2152 м, непосредственно под нижней глинисто-песчаной газоносной подсвитой октемберянской свиты [25]. В пределах южного Кавказа данный вид известен только из чокракских отложений Грузии и Азербайджана, а в тарханских отложениях не встречается. [14, 15]. Важно отметить, что типичные виды беспозвоночной фауны в целом, характерные для тарханского регионаруса, на территории Армении также полностью отсутствуют. [23].

Споро-пыльцевые спектры из нижней глинисто-песчаной подсвиты и верхней части красноцветной-пестроцветной подсвиты в пределах глубин от 1725 до 2200 м (5-ый предпоследний споро-пыльцевый комплекс октемберянской опорной скважины) [22] также довольно четко отличаются от тарханских и коцахурских палинологических комплексов южного Кавказа. Так нижние и средние слои коцахурского яруса разреза Шихзагирли юго-восточнее г. Шамаха в Азербайджане характеризуются доминированием (10-12%) влаголюбивых *Taxodiaceae*, пыльца сосновых *Pinaceae* составляет всего 3-5%, а в верхнем коцахуре пыльца хвойных вообще отсутствует и доля ореха достигает 45% [2], тогда как в палинозоне #5 и в нижележащей палинозоне #6 (2100-2763 м) октемберянской опорной скважины доминирует сосна, а доля ореховых в целом ничтожна [22].

От тарханских палинокомплексов западной Грузии [32] пятый и шестой палиноспектры опорной скважины также четко отличаются несравненно меньшим количеством листопадного ореха *Juglas*, наличием пальмовых, нипы *Nipa* до 4,5%, финиковой пальмы *Phoenix* и пальмы сабаль *Sabal*,

которые в тархане Грузии полностью отсутствуют. Присутствие субтропической пальмы *Sabal* указывает на жаркий гумидный климат со среднегодовой температурой не ниже +15° [17]. Пальмы *Nipa* указывают на среднеземную температуру не ниже +16°, среднелетнюю +26° и на годовую сумму осадков от 1000 до 1500мм [37].

Исходя из вышеприведенных фактов, можно с большой долей вероятности утверждать, что относительный геологический возраст нижней глинисто-песчанистой подсвиты октемберянской свиты не может быть древнее нижнего чокрака. Таким образом, в общих чертах подтверждается точка зрения А.А.Габриеляна [10] о среднемиоценовом тархан-караганском возрасте (16,3-13,8Ма) октемберянской свиты, при этом ее возраст уточняется в рамках чокрак-нижнего карагана, что, по современным представлениям, соответствует интервалу от 15,4 до 14,3Ма [30]. Свита образовалась преимущественно в условиях влажного и жаркого субтропического климата, однако в нижнем карагане наблюдалась некоторая аридизация.

Литература

1. Али-Заде А.А., Ализаде К.А., Атаева Э.З. и др. Юго-восточный и Малый Кавказ. Стратиграфия СССР. Неогеновая система, полутом 1. М.: Недра, 1986, С.222-239.
2. Ализаде Ак.А., Тагиева Е.Н., Байрамова Ш.Ш. Палиностратиграфия и условия формирования майкопской свиты Шамаха-Гобустинской области Азербайджана. ВестникПермского ун-та. Геология, 2014, вып.4(25), С.8-19.
3. Аракелян Р.А., Мелик-Бархударов К.Б., Толмачевский А.А., Тащян А.А. Перспективы нефтегазоносности олигоценых и миоценовых отложений Армении и дальнейшее направление геологоразведочных работ. Известия АН Арм.ССР. Наука о Земле, 1967, # 3, С.35-47.
4. Аракелян Р.А., Мапхасян Э.Г., Мкртчян С.С. и др. Геологический очерк Арм.ССР. Изд. АН Арм.ССР. Ереван, 1975, 174 с.
5. Арзуманян С.К. Схема сопоставления разрезов верхнеолигоценых и неогеновых образований Октемберянского, Ереванского и Нахичеванского прогибов. //Изв.АН Арм.ССР. Геологич. и географич.науки. 1962, # 4, С.9-18.
6. Арзуманян С.К., Вегуни А.Т., Давтян А.Р. Неогеновая система. //Геология СССР. т. XLIII. Армянская ССР. Геологическое описание. М.: Недра, 1970, С.165-203.
7. Арзуманян С.К. Сопоставление разрезов верхнеолигоцен-миоценовых отложений Араксинской межгорной впадины и обоснование их возраста. //Ученые записки Ереванского госуниверситета, сер. Естественные науки, 1980, #3, с.131-138.
8. Барг И.М., Иванова Т.А. Стратиграфия и геологическое развитие равнинного Крыма в миоцене. //Стратиграфия: Геологическая корреляция. 2000, т.8, # 3, С.83-93.
9. Габриелян А.А. Толмачевский А.А., Шестаков П.Т. О возрасте и стратиграфическом положении Октемберянской свиты. //ДАН АН Арм.ССР. 1968, т. XLVII, # 3, С.176-181.
10. Габриелян А.А. Среднеараксинская впадина //Стратиграфия СССР. Неогеновая система. полутом 1. М.:Недра, 1986, С.310-327.
11. Габриэлянц Г.А., Клещев К.А., Шеин В.С. Возможные нефтегазоносные бассейны Армении и их углеводородный потенциал. //Изв.НАН РА, Науки о Земле, 2000, #3, С.3-17.
12. Гончарова И.А. Двустворчатые моллюски тарханского и чокракского бассейнов. //Труды Палентологического института АН СССР. т.234, М.: Наука, 1989, 160 с.
13. Гончарова И.А., Хонджариан С.О., Щерба И.Г. Тархан-караганский этап развития эвксинокаспийского бассейна (Восточный Паратетис). //Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2002, т.10, # 2, с.100-112.
14. Джанелидзе О.И. Фораминиферы нижнего и среднего миоцена Грузии. Тбилиси: Мециниерба, 1970. 171 с.
15. Джанелидзе О.И., Векуа М.Л., Майсурадзе Л.С. Развитие фауны фораминифер и остракод позднего неогена черноморско-каспийского бассейна. Тбилиси: Мециниерба, 1985. 88с.
16. Жижченко Б.П. Моллюски. //Атлас среднемиоценовой фауны Северного Кавказа и Крыма. М.:Госнаучно-техническое изд., 1959. С.143-289.
17. Зубаков В.А. Глобальные климатические события неогена. Л.: Гидрометиздат, 1990. 222 с.
18. Ильина Л.Б. О связях средне- и позднемиоценовых бассейнов Восточного Паратетиса с соседними морями. Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. т.8, # 3, С.94-99.
19. Каграманов Ю.Р., Атанесян Г.А., Танащян М.Е., Каграманова Е.А. Геологическое изучение октемберянской свиты в связи с выявлением зон возможных нефтенакоплений. // Заключительный отчет. Фонды Института геологических наук АН РА. Ереван, 1981, 76 с.
20. Каграманов Ю.Р. К проблеме нефтегазоносности Арарат-Арагацкой межгорной впадины. Ереван, 2010, 141 с.
21. Квалиашвили Г.А. Основные этапы развития моллюсков среднего миоцена черноморской области. Тбилиси: Мециниерба, 1979, 282 с.

22. Лейе Я.Б. Споро-пыльцевые комплексы третичных отложений Октемберянского района. Отчет. Фонды Института геологических наук НАН РА. Ереван, 1958, 85 с.
23. Мелик-Адамян Г.У. Детализация и уточнение стратиграфической схемы среднего и верхнего миоцена (тархан-понт) центральной Армении. Заключительный отчет по 2005-2009г. //Фонды Института геологических наук НАН РА. Ереван, 2009. 85 с.
24. Мелик-Адамян Г.У. Межрегиональная корреляция миоценовых эвапоритов южного Кавказа. //Материалы конференции “Проблемы региональной геологии Северной Евразии. X научные чтения, посвященные памяти профессора М.В.Муратова. М., 2016, С.63-65.
25. Месропян А.И., Арзумян С.К., Бубикян С.А. и др. Сводный отчет по результатам бурения и опробования ряда горизонтов опорной скважины#1 в Октемберянском районе Арм.ССР. Итоги и перспективы нефтегазоносности района. Ереван, Фонды Института геологических наук НАН РА, 1961, т.1, 199 с.
26. Невеская Л.А., Гончарова И.А., Ильина Л.Б. и др. О стратиграфической шкале неогена Восточного Паратетиса. Стратиграфия, геологическая корреляция. 2003, т.11, # 2, С.3-26.
27. Невеская Л.А., Гончарова И.А., Ильина Л.Б. Типы неогеновых морских и неморских бассейнов на примере Восточного Паратетиса. Палентологический журнал. 2005, #3, С.3-12.
28. Носовский М.Ф., Иванова Т.А. К проблеме возраста и корреляции тарханского региона Юга Восточного Паратетиса. Бюлл. Московского общества испытателей природы, отд. геологии. 2005, т.8, вып.2, С.68-73.
29. Паффенгольц К.Н. Стратиграфия палеогена Малого Кавказа. Недра, Ленинградское отделение. 1979, 254 с.
30. Попов С.В., Ахметьев М.А., Головина Л.А. и др. Региональная стратиграфическая шкала неогена юга России. Состояние и перспективы //Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы. ГИН РАН, М., 2013, С.356 – 359.
31. Практическое руководство по микрофауне СССР. т.3. Остракоды кайнозоя. Л.: Недра, 1989, 334 с.
32. Пурцеладзе Х.Н. Палинокомплекс тарханского региона Юга Западной Грузии. Палинологические исследования для стратиграфии. Труды ЗапСибНИГНИ, вып.179, Тюмень, 1983, С.46-48.
33. Саакян Н.А., Мартиросян Ю.А., Бубикян С.А. Биостратиграфическое расчленение третичных отложений ЮЗ части Арм.ССР //Изв.АН Арм.ССР. Науки о Земле. 1967, # 3, С. 85-92.
34. Саркисян О.А. Октемберянская свита //Стратиграфический словарь СССР. Палеоген, неоген, четвертичная система. Л.: Недра, 1982. 323 с.
35. Саркисян О.А. Геологический очерк Армении. Стратиграфия и свиты // Геологическая энциклопедия (на арм., рус., англ. яз.). Ереван: Геоид, 2013, 441 с.
36. Саядян Ю.В. Новейшая геологическая история Армении. Ереван: Гитутюн, 2009. 356 с.
37. Синицын В.М. Природные условия и климаты территории СССР в раннем среднем кайнозое. Л.: ЛГУ, 1980. 103 с.
38. Ташян А.А. Геолого-геофизическая корреляция разрезов миоценовых отложений Араратской впадины и установление стратиграфического положения залежей каменной соли // Изв.АН Арм.ССР. Науки о Земле, 1978, #3, С.13-23.
39. Ташян А.А. Положение горизонта *Spiralis subtarchanensis* Zhizh. в разрезах миоценовых отложений Араратской котловины //Изв. АН Арм.ССР. Науки о Земле, 1980, #1, С.85-87.
40. Теймуров А.А., Абдулхаджиева З.С., Джамалдинова М.А. Геоморфологическое развитие внутреннего Дагестана и некоторые аспекты ее флоры // Юг России: Экология, развитие. 2010, #3, С.39-45.

К ВОПРОСУ О ДОКАЗАТЕЛЬСТВАХ ОСАДОЧНОГО ГЕНЕЗИСА КОЛЧЕДАННЫХ РУД ДАГЕСТАНА

Паливода Н.К.

Институт геологии ДНЦ РАН

Основные моменты наших представлений об осадочном генезисе колчеданных руд Дагестана нами опубликованы в 1975–1978 гг. По нашим предположениям, рудное вещество начинает формироваться на живом веществе организмов в период их жизни и в процессе отмирания, а источником веществ образования руд являются воды континентального стока. Доказательством служили находки в рудных телах конгломератов, доломитов, мелководной фауны, зональность и морфология рудных тел, что, в свою очередь, исключает формирование руд из высокотемпературных гидротермальных растворов, так как начальные процессы происходили при обычной температуре, пригодной для жизнедеятельности организмов. В таком случае имеющиеся теории гидротермального и эксгальциционно-осадочного образования руд нами ставятся под сомнение, а имеющие место высокотемпературные процессы в метаморфизме руд и перекристаллизация кварцево-карбонатного вещества объясняются протеканием экзотермических реакций образования пирротина по сидериту на глубинах 1800 – 2500 м [1].

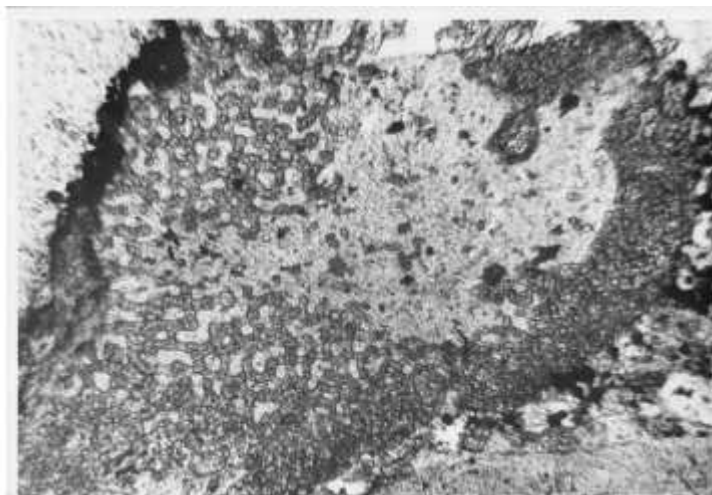


Рис. 1. Обломок раковины (светлое), покрытый сетчатым карбонатом (серое) с высоким рельефом и показателем преломления и вкрапления пирита (чёрное) по сидериту, что отражает особенности поверхности организма и связано с прижизненным повышением концентрации металлов в водной среде. Прозрачный шлиф. Николь один. X150. Обр. 480г.

Отсутствие признаков магматической деятельности в ряде рудопоявлений Кавказа также не позволяет найти связь рудообразования с магматическими процессами. Рудообразование происходит в прибрежной зоне на геохимическом барьере, где одновременно концентрируются все элементы колчеданных руд. Собранный материал о последовательности и стадийности рудоотложения опровергает высокотемпературные процессы рудообразования, что мы осветили в работах [1,2,3] и в обобщающих работах [4,5]. В этих работах приведены примеры стадийного замещения органического вещества, податливого быстрому преобразованию – тела водорослей, мелководной фауны, внутренние органы раковин, которые в итоге выполнены сульфидами.

В данной работе мы приводим стадийный рост сульфидов на костном веществе раковин. Сначала железо осаждается в карбонатной форме на поверхности раковины, а затем – в процессе замещения – образуются сульфиды железа. Так же, как мы наблюдали образование сфалерита и галенита по карбонатам цинка и свинца [3].

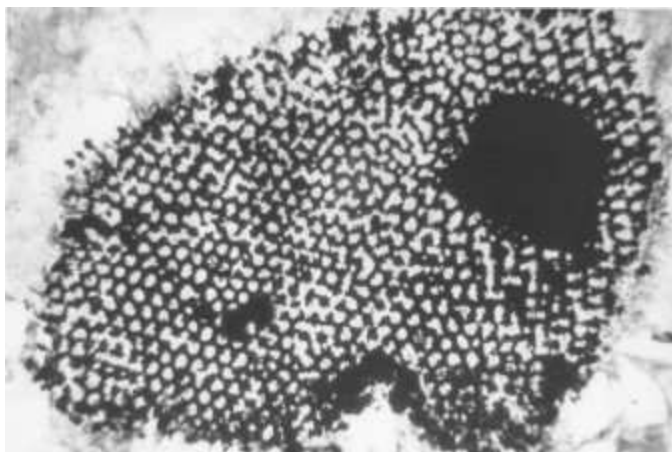


Рис. 2. Обломок раковины с сеткой, состоящей из сульфидов железа (чёрное) и ячеек, выполненных карбонатами кальция и магния (светлое). Предполагается, что сульфиды образовались по карбонатам железа, отложенным в карбонатном слое при жизни организма в условиях повышенной концентрации железа в водной среде. Прозрачный шлиф. Николь один. X150. Обр. 530а.

Мы приводим образцы с рудных проявлений Дагестана. На рис. 1 обломок раковины, на котором железо осаждено в карбонатной форме. Видно, что по краю раковины и в некоторых местах сидерит уже замещается пиритом.

На рис.2 процесс образования сульфидов по сидериту на обломке другой раковины завершён и есть сплошные области, выполненные сульфидом.

На рис. 3 видна спиральная раковина, тело которой полностью замещено пиритом. Видимо, процесс осаждения пирита продолжался и после отмирания раковины при поступлении соответствующих растворов континентального стока.



Рис. 3. Спиральная раковина, тело которой замещено пиритом (светлое) среди глинисто-карбонатного цемента (тёмное). Прозрачный шлиф в отражённо-проходящем свете. X150. Обр. 530-1а.

Таким образом, собранный материал подтверждает отсутствие явных признаков гидротермального образования колчеданных руд и подтверждает их осадочный генезис.

Литература

1. Паливода Н.К., Паливода А.А. Органогенно-хемогенное рудообразование и роль метаморфизма в формировании меднопирротинового месторождения Кизил-Дере в Дагестане Литология и полезные ископаемые. № 2. 1978.- С. 95-111
2. Паливода Н.К., Паливода А.А. Новое о генезисе стратиформного медноколчеданного месторождения Кизил-Дере в Дагестане в связи с находками фаунистических остатков в рудах. ДАН СССР. Т. 225, № 2. 1975, с. 426-427.

3. Паливода Н.К., Паливода А.А. Новое о генезисе полиметаллической минерализации Куруш-Мазинского рудного поля в Дагестане. ДАН СССР. Т. 237, № 6, 1977
4. Паливода Н.К., Паливода А.А., Гасанова М.С. Природа и поисковое значение окорудных изменений, сопровождающих медноколчеданные и полиметаллические руды Дагестана с позиций осадочно-метаморфогенно-сульфидизационного генезиса руд. Тр. ИГ Даг. ФАН СССР 1982, вып 25, с 74-103.
5. Паливода Н.К. Проблема поисков колчеданных руд прибрежного формирования в условиях пульсирующей трансгрессии океана в Баймакском рудном районе Южного Урала и на Восточном Кавказе. Тр. ИГ ДНЦ РАН, 2007, вып 51, с 111-121.

ПСЕВДОДИАБАЗЫ - ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ, ГЕНЕТИЧЕСКИ СВЯЗАННЫЕ
С ПРИБРЕЖНО-МОРСКИМ ФОРМИРОВАНИЕМ КОЛЧЕДАННЫХ РУД,
И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ РУДНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ НУЦУРАКО В ДАГЕСТАНЕ)

*Паливода Н.К.
Институт геологии ДНЦ РАН*

При просмотре документации горных выработок высокогорной части Дагестана видно, что к диабазам относят карбонатные, кварцево-карбонатные, сирицито-кварцевые и другие породы с фаунистическими остатками. Степень изменения этих вторичных пород связывается с их метаморфизмом в процессе гидротермального формирования. Секущий характер этих пород к напластованию считают обусловленным генетически прорывами флюидов, гидротермальной деятельностью.

Наше изучение этих пород приводит к выводу, что на самом деле они являются минерализованными туфами, осадочными доломитами и другими породами, часто связанными с конгломератами, сирицито-кварцевыми породами, приуроченными к зоне перерыва в осадконакоплении. Во всех случаях подобные породы, как нами установлено, залегают согласно и часто сопровождаются рудной минерализацией. Конечно, такие выводы противоречат общеприменяемым методам оценки рудных проявлений. Обычно вертикально залегающие рудные зоны изучаются с точки зрения их вертикального залегания, в то время как нами предлагается исходить из согласного залегания рудных тел с вмещающими породами и синхронного с осадконакоплением отложения рудного вещества. К сожалению, подобные разногласия приводили к такому обострению отношений, что даже доступ к геологическим данным нам ограничивали, приходилось пользоваться фондами ТГФ в г. Ессентуки.

Проблема псевдодиабазов затрагивалась нами особенно детально в предыдущих работах по Юго-восточной рудоносной зоне Дагестана [1,2,3]. Теперь предлагаем рассмотреть рудные проявления Северо-западной рудоносной зоны, где особый интерес представляет колчеданное проявление Нуцурако, находящееся в 6 км от автодороги Бежта – Махачкала, открытое в 1935 г. В.П. Пацем. Оно изучалось рядом исследователей, в том числе наиболее детально – Нуцуракским отрядом ДКГЭ в 1971-73 гг., результат деятельности которого был представлен в «Отчете о ревизионных и поисковых работах на медь в Горном Дагестане за 1969-74 гг.» 1974 г. (В дальнейшем – отчёт 1974 г.)

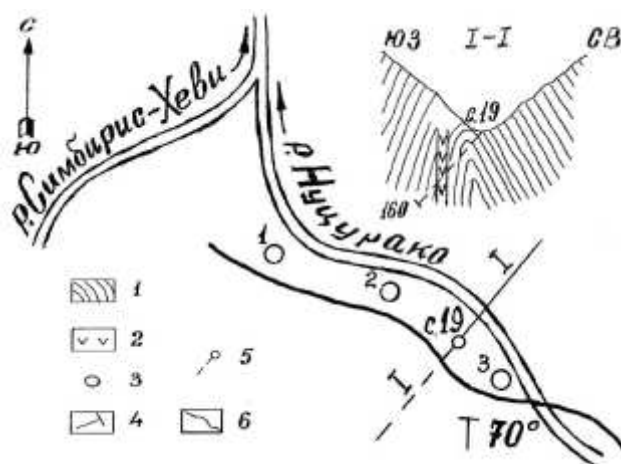
Согласно материалам отчёта Романова Н.Г., Спасского Н.В, Рыбинцева В.А., Коржова В.Н., Зозули В.Н., Нуцуракское рудопроявление находится на левом берегу реки Нуцурако (правом притоке реки Симбирис-Хеви) в 200 - 800м от устья. Оно описано, как жила пирротина, залегающая в дайке диабаза, мощностью до 1,3м, протяжённостью 300м. Простираение 304-305⁰, угол 77⁰ на юго-запад. С поверхности рудопроявление охарактеризовано 11 пробами. 6 проб отобрано из массивных медно-пирротиновых руд. В них установлено 0,74 – 1,68 % меди. Остальные пробы отобраны из прожилково-вкрапленных руд. В них меди – от 0,03 до 0,69 %. Микроскопическими исследованиями устанавливается сходство массивных руд Нуцуракского рудопроявления с Правобережной залежью месторождения Кизил-Дере. Отмечается, что для кварц-карбонатно-халькопиритовых жил характерно широкое развитие высокотемпературных структур распада твёрдого раствора - наличие звёздчатых, лапчатых и пылевидных выделений сфалерита в халькопирит. По мнению авторов это свидетельствует о глубинном формировании кварц-карбонатных жил с халькопиритом при температурах более 550⁰. На основании проведённых отрядом в 1971-1973 гг. горных, буровых, петрографических работ, перспективам рудопроявления дана отрицательная оценка в том числе и потому, что пробуренная на профиле 18 скважина 19 на глубине 128,5 и 133 м от дневной поверхности вскрыла минерализованную кварц-карбонатными и пирит-пирротиновыми прожилками дайку диабаза и не подсекла массивных колчеданных руд. (отчёт 1974г).

По нашему мнению, скважина 19 (рис.1) пробурена по падению пород, параллельно их напластованию, и не может характеризовать рудоносную толщу.

Автор данной статьи в 1974 г обследовал левый берег р. Нуцурако в районе устья и обнаружил выше поймы реки на 10-15м обнажённый в результате обрушения делювиальных пород выход медно-пирротиновых руд мощностью около 2 м с пологим юго-западным падением. Намного позже, при просмотре отчётов работавшего там отряда, стало понятно, что поисковыми работами данное обнажение [1] (рис.1) обнаружено не было, возможно потому, что обрушение появилось позже проводимых работ.

Имея опыт работы на Южном Урале (геологоразведочные работы 1949-1965г.г.), автор, на основании этого опыта и фактического материала по Восточному Дагестану, приходит к выводу, что формирование колчеданных залежей Южного Урала и Юго-Восточной и Восточной части Дагестана проходило в аналогичных условиях осадочным путём [5].

Состав руд Восточной части Дагестана соответствует составу колчеданных руд Южного Урала. Туффиты Южного Урала, сопровождающие рудные тела, соответствуют «диабазам» Дагестана, которые, скорее всего, являются продуктами процесса осадочного рудообразования. В начальный период работы на месторождении Кизил-Дере в 1965-1968 гг. в должности старшего геолога по твёрдым полезным ископаемым в ДКГЭ, автор установил присутствие доломитов (канавы 10-87) и конгломератов, генетически связанных с рудообразованием [3] и сделал в 1965 г прогнозную оценку потенциальных запасов месторождения на основании Южно-Уральского опыта. 10 лет спустя прогнозная оценка реально подтверждена.



1 - алевриты, песчаники; 2 - жильные диабазы (по Романову Н.Т. и др. 1974 г); 3 - выходы медно-пирротиновых руд; 4 - элементы залегания медно-пирротиновых руд; 5 - скважина 19 и её проекция на горизонтальную плоскость; 6-ось аномалии заряда в скважину 19 (130 м)

Рис. 1. Схематический план расположения рудного поля Нуцурако.

«Диабазы» рудопроявления Нуцурако, которые считаются жильными, на самом деле тоже являются осадочными и образовались в результате водной и ветровой эрозии пород континентального склона, расположенного северо-западнее. Показателем интенсивности данных процессов может служить соотношение K_2O/Na_2O , когда оно достигает 5-10. В осадочных породах отношение K_2O/Na_2O равно 1:1 и увеличивается в сторону береговой зоны рудоотложения [4]. Химический анализ «диабазов» по реке Нуцурако показал, что соотношение K_2O/Na_2O достигает 5-10 и более раз. В районе рудопроявления Нуцурако величина этого соотношения – более 10. Содержание Al_2O_3 в этих породах достигает 21%, SiO_2 – 68 -75 %, что подтверждает процессы выветривания пород на континентальном склоне. Анализируя вскрытые рудные проявления [1,2,3] и скв.19 (рис.1), можно предположить, что они различны и представляют собой параллельные береговой зоне переслаивания отдельных рудных тел рудоносной пачки пород. Длинные оси рудных тел в данном случае следует уточнить, используя данные геофизических и геохимических исследований, чтобы поисковые работы оказались эффективными. Следует учитывать также, что юрские отложения и «диабазы» залегают на размывтой поверхности палеозоя (по данным место-

рождения Кизил-Дере). Таким образом, имеющиеся материалы подтверждают, что выходы рудных тел в обнажении, обнаруженном автором в 1974 г в районе устья реки Нуцурако [1], в канаве 2а [2], в обнажении 57 мощностью 0,3 м, с падением 70° к юго-западу [3], а также «диабазы», подсечённые скважиной 19 на глубине 130 м (рис.1), являются отдельными рудными зонами и имеют согласное залегание с вмещающими породами, что чётко видно на зарисовке обнажения 57 в отчёте 1974 г. Качественно выполненные геофизические исследования района (отчёт 1974 г.) хорошо согласуются с нашей интерпретацией. Кроме того, можно предположить, что выше рудных тел обнажения 57 и ниже скважины 19 существуют другие проводящие зоны, которые ещё не вскрыты эрозией, но являются зоной переслаивания рудных тел к югу и юго-западу.

В пределах рудной зоны Нуцурако существуют несколько рудных тел, длинные оси которых параллельно направлены вдоль береговой зоны континентального склона с юго-запада на северо-восток. По своему объёму эти рудные тела могут соответствовать крупному месторождению колчеданных руд.

Литература

1. Паливода Н.К., Паливода А.А. Новые данные о возрасте вмещающих пород и условиях формирования колчеданного месторождения Кизил-Дере в Дагестане. Труды ИГ Даг. ФАН СССР. Вып. 9, кн.2. 1975.- С. 43-50.
2. Паливода Н.К., Паливода А.А. Новое о генезисе стратиформного медноколчеданного месторождения Кизил-Дере в Дагестане в связи с находками фаунистических остатков в рудах. ДАН СССР. Т. 225, № 2. 1975.- С. 426-427.
3. Паливода Н.К., Паливода А.А. Органогенно-хемогенное рудообразование и роль метаморфизма в формировании меднопирротинового месторождения Кизил-Дере в Дагестане Литология и полезные ископаемые. № 2. 1978.- С. 95-111
4. Паливода Н.К., Паливода А.А., Гасанова М.С. Природа и поисковое значение окколорудных изменений, сопровождающих медноколчеданные и полиметаллические руды Дагестана с позиций осадочно-метаморфогенно-сульфидизационного генезиса руд. Тр.ИГ Даг. ФАН СССР 1982, вып 25.- С. 74-103.
5. Паливода Н.К. Проблемы поисков колчеданных руд прибрежного формирования в условиях пульсирующей трансгрессии океана в Баймакском районе Южного Урала на Восточном Кавказе. Труды ИГ ДНЦ РАН. Вып. 51. 2007.- С. 111-121.

АНАЛИЗ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ

Сарычева О.В.

Бакирский государственный университет

Россия является лидером по объемам добычи углеводородов (УВ) на арктическом шельфе. В недрах Баренцева и Карского морей основная доля ресурсов углеводородов представлена газом, в недрах Печорского моря преобладают нефтяные месторождения. Нефтегазоносность региона была изучена геологической съёмкой, бурением, сейсморазведкой, гравиразведкой, магниторазведкой, дистанционными методами зондирования, тематическими исследованиями. Карское море рассматривается как северное продолжение Западно-Сибирской нефтегазовой плиты. Приямальский шельф Карского моря является одним из основных объектов увеличения ресурсной базы углеводородного сырья в России. Перспективы нефтеносности шельфа сосредоточены в неокомских, нижне-среднеюрских и триасовых отложениях.

Ключевые слова: шельф Карского моря, нефть, газ, углеводородное сырье, потенциал, нефтегазоносная провинция.

Russia is the world leader in hydrocarbon production in the Arctic sea shelf. In the Barents and Kara seas the major share of hydrocarbon resources is represented by gas, and the depths of the Pechora Sea are dominated by oil. The oil and gas bearing capacity of the region has been studied through drilling, geological, seismic, gravity and magnetic explorations, remote sensing methods and mission oriented research. Yamal shelf of the Kara sea is one of the main objects that will increase the hydrocarbons resource base of Russia in the nearest decade. Oil-bearing shelf prospects are concentrated in the Neocomian, Lower-Middle Jurassic and Triassic sediments.

Keywords: Kara sea shelf, oil, gas, hydrocarbon stock, potential, oil and gas bearing province.

Общая площадь континентального шельфа России более 6 млн. км², что составляет 25 % общей площади шельфа Мирового океана (рис. 1) [13].

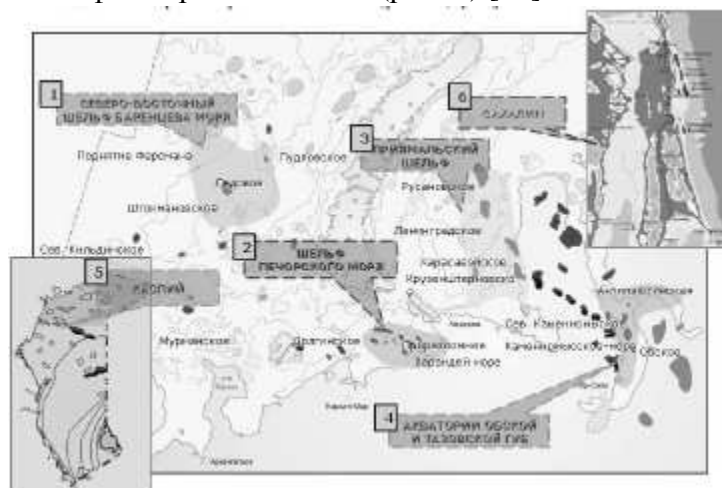


Рис. 1. Месторождения Российского шельфа

По экспертным оценкам, ведущее место по запасам на территории Российского шельфа принадлежит недрам арктических морей – Баренцева (49 %), Печорского (15%), Карского (35 %) [15]. Нефтегазовые бассейны западной части арктического шельфа России лежат на подводном продолжении крупнейших нефтегазоносных провинций мира – Тимано-Печорской и Западно-Сибирской, это свидетельствует, о том, что нефтегазовый потенциал этого уникального региона еще только начинает раскрываться. В недрах Баренцева и Карского морей основная доля ресурсов УВ представлена газом, в недрах Печорского моря преобладают нефтяные УВ [4].

На западной части шельфа Российской Арктики открыто более 15 месторождений УВ. Месторождения принадлежат трем осадочным бассейнам: Тимано-Печорскому; Южно-Баренцевому и Южно-Карскому. Рассматриваемые бассейны можно отнести к окраинно-континентальным рифтогенным [3].

Тимано-Печорский бассейн был сформирован на древней пассивной окраине. На экваториальном продолжении данного бассейна открыто семь месторождений: морские – Приразломное, Северо-Гуляевское, Поморское, Варандей-море и Медыньское-море, а на суше Колгуев - Песчаноозерское и Ижимка-Таркское [12]. Разрез чехла на шельфе, как и на суше, представлен шестью нефтегазоносными комплексами: ордовик-нижнедевонский (терригенно-карбонатный), среднедевон-нижнефранский (терригенный), верхнедевон-турнейский (карбонатный), каменноугольно-нижнепермский (карбонатный); верхнепермский и триасовый (терригенный). Продуктивность установлена в трех верхних комплексах. Нефтематеринскими породами считаются франские битуминозные отложения (доманик) [10].

Южную часть Восточно-Баренцевского мегапрогиба, ограниченную с севера Лудловским поднятием, традиционно выделяют в самостоятельный Южно-Баренцевый бассейн. Он расположен в сложном тектоническом узле, сопрягаясь с «боковыми» палеорифтами - Варангерским и Печороморскими - и Кармакульским прогибом, разделяющим ортогенную структуру Новой Земли. Земная кора бассейна имеет неоднородно рифтогенный характер. В данном бассейне открыто пять месторождений: Мурманское, Северо-Кильдинское, Штокмановское, Ледовое и Лудловское. Продуктивными являются триасовые и юрские комплексы, нефтематеринскими - отложения пермо-триаса [2].

Южно-Карский бассейн расположен на продолжении Западно-Сибирской рифтовой системы. В тектоническом отношении месторождения Южно-Карского бассейна тяготеют к его центральной части [9]. Бассейн характеризуется доказанной газоносностью неоком-аптского (Русановское месторождение) и альб-сеноманского (Ленинградское месторождение) комплексов. Нижнемеловые отложения также могут быть нефтеносными, о чем свидетельствуют результаты бурения на острове Белый: помимо газоконденсата здесь была получена нефть (танопчинская свита). Кроме того, можно считать частично подтвержденной и продуктивность юрского комплекса, в отложениях которого на прибрежно-морском Харасавейском месторождении открыта залежь газоконденсата [7].

При рассмотрении нефтегазоносных комплексов западной части арктического шельфа России, можно сказать, что мезозойские отложения, играют важную, но вместе с тем и специфическую роль в размещении скоплений УВ [14].

Наиболее перспективным объектом на сегодняшний день, представляется разработка новых месторождений шельфа Карского моря.

Нефтегазоносность региона была изучена геологической съёмкой, бурением, сейсморазведкой, гравиразведкой, магниторазведкой. В районе расположения месторождений глубина моря составляет 40-350 м. В геологическом строении шельфа Карского моря участвуют как доюрские (PR, Pz и T) образования фундамента, так и юрско-кайнозойские осадочные накопления чехла [11].

Акватория Карского моря в тектоническом отношении охватывает Южно-Карскую и Северо-Карскую синеклизы, разделённые Северо-Сибирским порогом. В пределах морской части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП), выделяются: в западной части Байдаракко-Приновоземельская нефтегазоносная область (перспективы нефтеносности в неокомских, ниже-среднеюрских и триасовых отложениях), в центральной части Южно-Карская газонефтяная область (перспективы объектов предполагаются в мезозойских отложениях), в южной части три ГНО: Пайхойско-Таймырская ГНО, Ямало-Гыданская ГНО и Южно-Ямало Мессояхинская ГНО (у всех трех перспективы связаны с мезозойскими отложениями) [6].

В строении осадочного разреза принимают участие два структурно-формационных комплекса. Верхний (плитный) комплекс, представлен терригенными юрско-меловыми отложениями; нижний (рифтовый) - триасовыми вулканогенно-терригенными образованиями. Общим для морской части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции является формирование верхнеюрско-нижнемеловой нефтегазоматеринской толщи доманикоидного

типа. Это карбонатно-кремнисто-глинистые толщи баженовской свиты севера Западной Сибири и юга Карского шельфа.

Согласно новым данным информация о запасах нефти и газа в Карской нефтегазональной провинции собрана по Приновоземельским участкам являющиеся действующими, перспективными объектами в настоящее время, исследованные с помощью методов 2D сейсмологии. В 2012 по 2016 гг. запланировано дальнейшее изучение Приновоземельских участков методами сейсмологии 2D и 3D. Оценочные извлекаемые ресурсы Восточно-Приновоземельских участков Карского моря таковы: нефти – 6,268 млрд. т., газа – 14,59 млрд. м³.

В 2014г. компания ОАО «НК «Роснефть» завершила бурение скважины «Университетская-1», по итогам которого обнаружена нефть на лицензионном участке Восточно-Приновоземельский-1 в Карском море и открыто газонефтяное месторождение «Победа», с суммарными извлекаемыми запасами нефти 130 млн. т. и газа 499,2 млрд. м³. Запасы газа обнаружены в меловых отложениях сеномана и апт-альба, нефти - юрских отложения. По исследованиям физико-химических свойств и состава нефти из скважины «Университетская-1» нефть является сверхлегкой (плотность 808-814 кг/м³), малосернистой (менее 0,02%), характеризуется высоким выходом светлых фракций – 60-70% и низким содержанием смол – 1,5%, это указывает, что качество нефти лучше, по сравнению с известными марками Brent, Urals [1].

Карская морская нефтегазональная провинция, по мнению экспертов, по предположительным объемам ресурсов УВ должна превзойти такие нефтегазональные провинции как Мексиканский залив, Бразильский шельф, арктический шельф Аляски и Канады, а так же она сравнима со всей текущей ресурсной базой Саудовской Аравии [5]. Анализ тектонического строения и условий газонакопления позволяет дать высокую, уверенную перспективную оценку газонасыщенности пластов-коллекторов на всех крупных поднятиях мегавалов Южно-Карского нефтегазонального бассейна. Выявленные тектонические валы и крупные поднятия определяют возможность открытия на Южно-Карском шельфе значительных по запасам преимущественно газонефтяных месторождений [8].

Литература

1. Арктические моря России: Официальный сайт «НК «Роснефть». [Электронный ресурс]. URL: http://www.rosneft.ru/Upstream/Exploration/arctic_seas/ (дата обращения 27.12.2015).
2. Астафьев Д.А., Шеин В.А. Тектоническое строение и перспективы нефтегазонасыщенности северной части Западно-Сибирского тафродена и его обрамления // Геология нефти и газа. 2010. № 3. С. 19-29.
3. Белонин М.Д., Подольский Ю.В. Нефтегазовый потенциал России и возможность его реализации. – СПб: Недра, 2006. С 376.
4. Вовк В.С. Прогноз крупных месторождений нефти в Баренцево-Карском регионе России: Автореферат на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Москва, 2010. 39 с.
5. Вяхирев Р.И., Никитин Б.А., Гриценко А.И., Захаров Е.В., Никитин П.Б. Актуальность выявления и освоения месторождений газа и нефти на шельфе России. М.: Газоил пресс, 2000. С. 109.
6. Десятков В.М., Рапопорт Б.И. Результаты геологоразведочных работ на нефть и газ на островах Арктического бассейна // Перспективы нефтегазонасыщенности Баренцева и Карского морей и прилегающей суши: Тезисы Междунар. Конф. (Мурманск: НИИморгеофизика). – Трондхейм, Норвегия, Институт континентального шельфа, 1992. С. 87.
7. Дзюбло А.Д., Никитин Б.А., Холодилов В.А., Цемкало М.Л. Нефтегазонасыщенность юрских и перспективы доюрских отложений Обско-Тазовской губы и Западно-Ямальского шельфа // Газовая промышленность. 2011. С. 16 – 25.
8. Захаров Е.В., Кулибакина И.Б., Толстикова Т.А. Прогноз газоконденсатных скоплений на шельфе наиболее перспективных морей // Перспективы выявления и освоения месторождений газа, конденсата и нефти на шельфе России. М.: ВНИИгаз,

1998. С.34-41.
9. Захаров Е.В., Холодилов В.А., Мандель К.А. Основные результаты и перспективы развития работ по выявлению и освоению углеводородных месторождений на шельфе Карского моря // Геология, геофизика и разработка нефтегазовых месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 2004, №9, С. 23-27.
 10. Маргулис Е.А. Строение и состав осадочного чехла северной части Печорской синеклизы//Тр. ВНИИморгео: Результаты морских геолого-геофизических исследований на нефть и газ. Рига.1983.С.25-36.
 11. Никитин Б.А., Ровнин Л.И. Перспективы открытия новых месторождений и залежей газа и нефти на шельфе Карского моря // Геология нефти и газа. 2000. №5.
 12. Новиков Ю.Н., Калист Л.В. Углеводородный потенциал морской периферии России: условия и направления освоения // Нефть Газ Промышленность. 2007. № 5(33). – С.40-43.
 13. Сарычева О.В. Анализ нефтегазоносности объектов западной части арктического шельфа России. Перспективы дальнейшего развития// Успехи современной науки и образования, г. Белгород, 2016. №2.С. 146-150.
 14. Сарычева О.В. Нефтегазоносные комплексы западной части арктического шельфа России // Сб. междунар. науч. Конференции «Приоритеты мировой науки: эксперимент и дискуссия», Северный Чарльстон, Южная Каролина, США. 2015. С. 28-33.
 15. Цемкало М.Л. Нефтегазогеологическое районирование и перспективы освоения сырьевой базы Западно-Ямальского шельфа//Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 2008. №4. С. 10-12.

ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ
БАРРЕМ-АЛЬБСКИХ (НИЖНИЙ МЕЛ) ЦЕНТРАЛЬНОГО И ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Снежко В.А., Богданова Т.Н.

Всероссийский научно-исследовательский институт им. А.П. Карпинского (ФГБУ),
snejko-va@yandex.ru; tnbogdanova@list.ru

В статье дано литологическое и палеонтологическое сравнение баррем-альбских отложений восточной части Центрального и Восточного Кавказа. Приведено послынное описание отдельных свит.

Ключевые слова: мел, баррем, апт, альб, свиты, отложения, аммониты.

Lithological and paleontological comparison of the Barremian – Albian deposits of the Central and Eastern Caucasus is given. Bed by bed descriptions of same Formations are given.

Keywords. Cretaceous, Barremian, Aptian, Albian, Formations, deposits, ammonites.

Нижнемеловые отложения широко распространены на Северном Кавказе. По вещественному составу и структурному положению они довольно чётко различаются в пределах выделенных Центрально-Кавказского и Восточно-Кавказского сегментов северного склона Большого Кавказа [11, 12]. В Восточно-Кавказском сегменте отложения нижнего мела делятся на крупные литологические комплексы с присущим каждому из них составом ископаемой фауны. Нижний карбонатно-терригенный комплекс – берриас-готеривский и верхний терригенный с шаровыми карбонатными конкрециями – баррем-альбский. Для нижнего комплекса характерны двустворчатые моллюски, брахиоподы, морские ежи, а для верхнего – многочисленные аммониты.

Несмотря на относительную однородность литологического состава пород, как в нижнем, так и в верхнем комплексах намечается определенная смена основных фаций на значительных площадях [2]. В отличие от Центрально-Кавказского сегмента в восточных районах Северного Кавказа в отдельных ярусах нижнего мела появляются относительно мощные пачки чёрных, обогащенных пиритом алевролитов и глин. В связи с этими и другими особенностями литологического состава пород, определенными различиями в комплексах фауны, сменой фаций в разрезах нижнего мела, мы провели сопоставление отложений барремского, аптского и альбского возраста восточной части Центрально-Кавказского и Восточно-Кавказского сегментов.

Отложения баррема начинаются кичмалкинской свитой, выделенной В.Л. Егояном и Г.А. Ткачук [15] по р. Кичмалка, левому притоку р. Малка. Свита сложена мелкозернистыми песчаниками и алевролитами с прослоями известняков; в верхней части свиты авторы указывают на присутствие железистых известняков, так называемых красных камней. Мощность свиты до 60-70 м. В нижней части свиты по р. Урух найдены аммониты *Biasalocras subsequens* Kar., *Eulytoceras phestum* Math. и *Phyllopalaeoceras infundibulum* d'Orb., а в верхней части свиты, найдены *Euphyllolloceras ponticuli* Rouss., *Cymatoceras pseudoelegans* d'Orb., *Protetragonites crebrisulcatus* Uhler и др. [10]. Возраст свиты, по заключению этих исследователей, ранний баррем.

Кичмалкинская свита протягивается восточнее р. Баксан в междуречье Терек - Асса, где залегает с размывом, иногда согласно на готеривской гунделенской свите, и представлена толщей (мощностью до 180 м) неравномерного чередования алевролитов, песчаников, переходящих в пески, с прослоями аргиллитов и известняков. В основании свиты иногда залегает пачка известняков. Барремский возраст её определяется стратиграфическим положением выше гунделенской свиты и сходством вещественного состава с её западным аналогом. Находки в разрезах по рекам Гизельдон и Ардон (западнее р. Терек) двустворок *Amphidonte subsinuata* Leum., *Aetostreon latissimum* Lam., *Litschkovitrigonia inguschensis* Renn. и др. [1, 16] не противоречат выводу о барремском возрасте свиты. Верх свиты (верхняя часть верхнего баррема) скорее всего размыты.

В пределах Ассинского блока (восточнее р. Асса) в составе барремских отложений А.Е. Саламатин [7] выделяет четыре свиты, при этом три нижних: ирафскую, саверскую и калухскую, автор считает аналогом кичмалкинской свиты. Ирафская свита (мощностью от 35 до 55 м) сложена алевролитами, песчанистыми алевролитами и алевролитовыми глинами, с много-

численными прослоями алевролитовых известняков и песчано-глинистых ракушечников. В подошве и кровле присутствуют пласты известняка-ракушечника или оолитового известняка. Залегает трансгрессивно на размытых отложениях майрамадагской свиты (верхний готерив), перекрывается алевролитами саверской свиты (нижний баррем). Стратотип свиты автор указывает в бассейне р. Урух. (Кядатыдаг). В отложениях свиты найдены *Biasaloceras subsequens* K a g ., *Eulytoceras phestum* M a t h ., *Phyllopachyceras infundibulum* d' O r b . и др. Саверская свита (от 20 до 65 м) сформирована глинами и песчанистыми алевролитами, иногда известковистыми, с прослоями (0,2 - 0,3 м) сильно известковистых алевролитов, алевроитовых известняков и ракушечников. Отмечаются находки *Phyllopachyceras infundibulum* d' O r b . Подстиляется оолитовыми известняками ирафской свиты, а перекрывается желтыми песчаниками калухской. Стратотип на р. Савердон (междуречье Урух - Терек), южнее пос. Саур. Свита, по представлениям ее автора, соответствует верхней части нижнего баррема - зоне *Pictetia vogdti*, выделенной В.Л. Егояном в 1978 г. на Северо-Западном Кавказе (в настоящее время эта зона не выделяется [16]). По приведенным из этой свиты ископаемым, возраст её определяется как ранний баррем.

В основании вышележащей калухской свиты прослеживается слой песчаного ожелезненного известняка, который скорее всего является аналогом "красных камней" западных районов, который отнесен А.Е. Саламатиным к верхнему баррему. Найденные в отложениях свиты *Protetragonites crebrisulcatus* Uhl., *Euphyloceras ponticuli* Rouss., *Pseudosaynella strettostoma* Uhl., *Hemihoptes (H.) soulieri* Math. и др. подтверждают этот возраст [7]. Выше калухской свиты выделяется ушкортская свита - слабо алевроитовые, известковистые и неизвестковистые глины мощностью от 0 до 135 м. Подстиляется песчаниками калухской свиты, перекрывается с размывом известняком-ракушечником, залегающим в основании гумуртаирской свиты аптского яруса. Стратотип ушкортской свиты описан по р. Сунжа, на северном склоне Ушкортского хребта. Свита по найденным в ней аммонитам [7, 10]: *Pseudosaynella strettostoma* Uhl., *Protetragonites karakaschi* D r u z h ., *Phyllopachyceras infundibulum* d' O r b ., *Tropaeum bowerbancki* S o w . имеет позднебарремский возраст и по стратиграфическому положению, скорее всего, отвечает той части верхнего баррема, которая западнее бассейна р. Урух размыта.

Восточнее р. Асса барремские отложения относятся к левашинской свите, выделенной В.А. Снежко и др. в 1983 г [13]. Свита (мощностью от 90 до 220 м) представлена мелкозернистыми, часто глауконитовыми и известковистыми песчаниками, алевролитами, глинами с прослоями мергелей и устричных известняков. Породы левашинской свиты в большинстве разрезов согласно перекрывают отложения гапшиминской. Однако местами в основании свиты прослеживаются галечники и линзовидные прослои гравелитов, что может свидетельствовать о наличии локальных перемылов. Находки аммонитов *Heteroceras* sp. n. Uhl. (найден в осыпи), *Costidiscus recticostatus* d' O r b ., *Phylloceras ponticuli* Rousseau и *Ph. picturatum* d' O r b . определяют принадлежность вмещающих отложений к верхнему баррему. Отложения свиты богаты остатками двустворчатых моллюсков, однако большая их часть – транзитные виды широкого стратиграфического распространения. Таким образом, по палеонтологическим данным возраст свиты в целом барремский. Левашинская свита сопоставляется с кичмалкинской свитой и коррелируется со свитами ирафской, саверской, калухской и ушкортской. При сопоставлении с разрезами, составленными В.П. Ренгартеном [6] и Т.А. Мордвилко [2] оказывается, что к левашинской свите, или к баррему целиком, относится только верхняя, терригенная часть «баррема» этих исследователей, которая датировалась ими как поздний баррем.

В междуречье Малка - Баксан, в Кисловодской структурно-вещественной зоне Центрально-Кавказского сегмента [11] кичмалкинская свита несогласно перекрывается шагиртской свитой, выделенной А.Е. Ткачуком и Г.А. Ткачук в 1970 г. и названной по горе Шагирта. По их данным [согласно 14], выше барремских песчаников по резкой неровной границе залегает (снизу вверх, в м):

1. Глина темно-серая, слюдястая, непластичная, в основании песчанистая, с глауконитом - 6,0
2. Алевролит серый, переходящий в мелкозернистый песчаник, содержит рассеянные конкреции кварцевого и известковистого песчаника, в кровле образующие характерный горизонт - 14,0.
3. Алевролит серый до желтовато-серого, глинистый, кварцево-глауконитовый ... - 20,0.
4. Глина от зеленовато-серой до коричневатой-серой, тонкая, известковистая с лепешковидными конкрециями светло-серых и желтовато-бурых мергелей - 70,0

Общая мощность свиты 100-110 м.

По остаткам фауны: *Chelonicerias seminodosum* Sinz., *Deshayesites deshyi* Papp, *Paradeshayesites weissii* Neum. et Uhl., *Dufrenoyia subfurcata* Kaz., *Epicheloniceras tschernyschewi* Sinz., *E. subnodosocostatum* Sinz., *Pseudoaustralicerias pawlovi* Was. и др., возраст свиты определяется как ранне-среднеаптский, то есть, выделяются все аммонитовые зоны нижнего апта и присутствуют отложения нижней зоны среднего апта

Отложения свиты довольно резко отличаются от подстилающих глинистым составом, нижняя граница её «привязана» к началу аптского этапа седиментации. В основании шагиртской свиты во многих разрезах прослеживается слой фосфоритового конгломерата, который содержит раковины аммонитов разных барремских и, иногда некоторых нижнеаптских зон. То есть основание шагиртской свиты всегда совпадает с низами аптской толщи, но ложится на разные горизонты баррема разными уровнями в пределах раннего апта.

Кубинская свита, выделенная А.Е. Ткачуком и Г.А. Ткачук в 1970 г., перекрывает шагиртскую. Граница шагиртской и кубинской свит проводится по появлению в разрезе крупных шаровых конкреций, но эти конкреции появляются в среднем апте на разных возрастных уровнях, т.е., скорее всего, граница свит «скользит» в возрастном отношении. То есть, в целом глинистый характер отложений шагиртской свиты сменяется преобладанием песчаников в кубинской свите примерно на уровне среднеаптской зоны *Epicheloniceras subnodosocostatum*-*Colombicerias crassicosatum*. По р. Кубань, около пос. Кубинка, она представлена (снизу вверх, в м) [согласно 14]:

1. Песчаники серые, тонкозернистые, известковистые, с остатками фауны - 0,4.
2. Песчаники зеленовато-серые, рыхлые, тонкозернистые, слюдистые, - 4,0
3. Песчаники с линзовидными конкрециями известковистого песчаника и с остатками фауны - 2,0
4. Песчаники зеленовато-серые, рыхлые, тонкозернистые с тремя тонкими прослоями (10-12 см) песчаника крепко сцементированного, известковистого4,1
5. Песчаники мелкозернистые, с линзами песчаников тонкозернистых, серых крепко сцементированных, известковистых - 0,9
6. Песчаники зеленовато-серые, мелкозернистые, плотные, в центральной части приобретают буровато-зеленоватую окраску.....- 6,2
7. Песчаники буровато-зеленые, кварцево-глауконитовые, рыхлые, ожелезненные, в средней части прослой (0,7 м) песчаника серого с остатками фауны - 11,7
8. Песчаники серые с линзами и конкрециями песчаников буровато-серых, кварцево-глауконитовых, тонкозернистых с многочисленной фауной- 1,0
9. Песчаники желтовато-серые, мелкозернистые, рыхлые, ожелезненные - 2,6
10. Песчаники известковистые, светло-серые, мелкозернистые, крепкие, с линзами серого известняка-ракушечника - 0,8
11. Песчаники глинистые, темно-серые и зеленовато-серые, тонкозернистые, неслоистые с окислами железа и налетами ярозита по плоскостям отдельности - 9,5
12. Песчаники серые, буровато-серые слабосцементированные, с конкрециями песчаника зеленовато-серого кварцево-глауконитового, мелкозернистого- 7,1
13. Песчаники зеленовато-серые, известковистые крепко сцементированные, мелкозернистые с шелковистым блеском- 0,7
14. Песчаники зеленовато-серые, мелкозернистые, рыхлые, кварцевые-4,8
15. Песчаники мелкозернистые, крепко сцементированные, серые, шелковистые- 1,2
16. Песчаники зеленовато-серые, рыхлые, тонкозернистые, ожелезненные с тонкими линзочками темной песчанистой глины и небольшими конкрециями округлой формы серого и зеленовато-серого глауконитового известняка с остатками фауны- 16,0
17. Песчаники зеленовато-серые мелкозернистые, ожелезненные, кварцевые, в кровле переходят в желтовато-серый песок- 5,0
18. Песчаники светло-серые крепко сцементированные с шелковистым блеском -1,8
19. Песчаники рыхлые светло-серые или желтовато-серые среднезернистые, кварцевые с включениями зерен глауконита- 8,0
20. Песчаники светло-серые крепко сцементированные с шелковистым блеском -1,6
21. Песчаники рыхлые светло-серые среднезернистые кварцевые - 9,0

22. Песчаники светло-серые крепко сцементированные с шелковистым блеском..... -1,6
23. Песчаники зеленовато-бурые мелкозернистые с частыми включениями глины..... -6,5
24. Песчаники серые известковистые сцементированные с шелковистым блеском - 0,8
25. Песчаник зеленовато-серые рыхлые, кварцевые - 12,0
26. Песчаники серые известковистые, крепкие с шелковистым блеском - 1,2
27. Песчаники зеленовато-серые, рыхлые, кварцевые, мелкозернистые - 7,3
28. Песчаники серые, известковистые, кварц-глауконитовые с линзами песчаника глауконит-кварцевого, рыхлого, косослоистого 1,53
29. Песчаники желтовато-серые, кварцевые, рыхлые, мелкозернистые с тонкими прослоями зеленого глауконитового песчаника, в кровле косая слоистость- 12,7

Общая мощность свиты по разрезу и по площади меняется в пределах 140-252 м.

В нижней части свиты найдены *Epicheloniceras tschernyschewi* Sinz., *Ep. subnodosocostatum* Sinz., *Ep. martini* d'Orb., *Aconeceras nisum* d'Orb. и др., в средней - *Colombiceras tobleri* Jacob., *C. caucasica* Leym., *Parahoplites melchioris* Sinz., *Pseudoaustraliceras pavlowi* Wass., и др. В верхней части разреза отмечены скопления аммонитов: *Acanthohoplites nalani* Seun., *A. bigoureti* Seun., *A. multiformis* Anth., *A. tersus* Eg. *Hypacanthoplites tscharloekensis* Glas., *H. restrictus* Eg., *Diadochoceras rotundum* Eg., *Nodosohoplites subplanatus* Eg., *N. tenuis* Eg., *Eodouvilleiceras clansayense* Jac. и двустворок.

Кубинская свита с размывом перекрывается дарьинской, выделенной А.Е. Ткачуком и Г.А. Ткачук в 1970 г. по р. Поджумок. Послойного описания авторами не приведено. По данным А.Н. Письменного и др. [4], в междуречье Малка - Чегем, отложения свиты на дневной поверхности размыты и вновь появляются по р. Черек, где она сложена толщей песчаников с характерным желтым оттенком, чередованием плотных и рыхлых разностей мощностью до 150 м. По всему разрезу отмечаются шаровые конкреции (до 1,5 м в диаметре) карбонатно-песчанитового состава. Свиту характеризуют средне- и верхнеаптские виды *Colombiceras subpeltocerooides* Sinz., *Parahoplites melchioris* Anth., *Aucellina aptiensis* d'Orb. Из верхней части свиты в бассейне р. Баксан происходит находка аммонита *Douvilleiceras mammillatum* Schloth., вида верхней зоны нижнего альба [3]. В восточных выходах (по р. Черек) фауна не обнаружена.

В междуречье Урух-Терек и восточнее вещественный состав отложений меняется мало, но в то же время А.Е. Саламатин [7, 9] выделяет самостоятельную гумуртаирскую свиту (по хр. Гумуртаир со стратотипом по р. Чанты-Аргун). Эту свиту он делит на 3 подсвиты, которые полностью соответствуют шагиртской, кубинской и дарьинской свитам. Нижняя подсвита (174,5 м), также как и шагиртская свита, залегает несогласно на разных горизонтах подстилающих отложений и сложена тёмно-серыми глинами, в основании которых прослеживается пачка песчанитовых алевролитов и песчаников с пластом известняка-ракушечника в подошве. Возрастной объем ее несколько превышает объем шагиртской свиты, так как в комплексе аммонитов присутствуют как нижнеаптские виды – *Procheloniceras albrechtiaustriae* Uhl., *Deshayesites deshayesi* Leym., так и среднеаптской зоны *Parahoplites melchioris*. То есть, возраст нижней подсвиты – ранний и средний апт целиком. Средняя подсвита (153,5 м) представлена чередованием алевролитов, глин и песчаников и соответствует верхнему апту (*Acanthohoplites nolani* Seun., *Hypacanthoplites jacobi* Coll.). Верхняя подсвита, мощностью 36,5 м, образована глинами и алевролитами с пластом песчаника в основании. Она имеет раннеальбский возраст (*Hypacanthoplites trivialis* Breiatr., *H. millettioides* Casey). Эта подсвита, так же, как дарьинская свита, залегает на средней с размывом, но отличается от неё более песчанитовым составом и наличием крупных шаровых конкреций. Палеонтологическое обоснование возраста гумуртаирской свиты (ранний апт-ранний альб), приведено в работах А.Е. Саламатина [7, 9]. Мощность гумуртаирской свиты от 300 до 440 м.

Гумуртаирская свита восточнее р. Асса (Ассинского блока Восточно-Кавказского сегмента [12]) сменяется гундаринской [13], примерно равной ей по объёму. По литологическому составу разрез свиты отчетливо делится на три подсвиты: нижнюю (162 м мощностью) и верхнюю (190-220 м) песчано глинистые и среднюю, существенно песчанитовую (60 м). В средней и верхней частях свиты встречаются шарообразные песчано-известковые конкреции до 2 м в диаметре. Для свиты характерно наличие фосфоритовых прослоев с фауной различных частей разреза. Свита соответствует верхней части баррема и аптскому ярусу в полном объёме [13]. Выше гундаринской свиты с размывом залегают отложения альба. Часть нижнего альба, повидимому, размыта, так же как и в более западных районах.

В западной части Кисловодской структурно-вещественной зоны на дарьинской свите местами согласно, а местами с перерывом залегает абрекская свита, выделенная А.Е. Ткачуком и Г.А. Ткачук в 1970 г. по р. Зеленчук, отнесших к этой свите толщу глин и алевролитов, описанную Друщиц В.В. и Михайловой И.А. [1]. Послойное описание свиты приводится ниже (снизу вверх, в м):

1. Алевролит темно-серый - 40,0
2. Алевролит темно-серый, слюдистый, глинистый, тонкоплитчатый с редкими небольшими конкрециями слабо известковистого алевролита - 40,0
3. Глина темно-серая, почти черная тонкоплитчатая слюдистая - 25,0
4. Глина темно-серая, почти черная, слюдистая неслоистая тонкоплитчатая 10,0
5. Песчаник серый мелкозернистый кварц-глауконитовый, слюдистый, сильно известковистый с желваками фосфоритов, фосфоритизированными ядрами аммонитов, рострами белемнитов, обугленной древесиной - 2,0
6. Глина темно-серая, в основании с прослоями алевролитовой глины, обогащенной глауконитом - 40,0

Мощность свиты около 200 м, в восточном направлении она быстро сокращается за счет выпадения нижних горизонтов и в междуречье Малка - Баксан составляет 15 м.

По данным А.Н. Письменного и др. [4], содержит аммониты среднего альба зоны *Hoplites dentatus* и позднего альба (по р. Баксан): *Mortoniceras inflatum* J. So w., *Puzosia* cf. *mayoriana* d'Orb., *Aucellina gryphaeoides* J. de C. Sow. [3], тогда как в стратотипе отмечаются остатки аммонитов *Douvilleiceras mammillatum*, *Hoplites dentatus*, *Mortoniceras inflatum* и *Stolizkaia*, согласно которым возраст свиты ранний - поздний альб.

На востоке аналогом абрекской свиты является аккабосская свита мощностью до 150 м. [7, 8] (по бывшему селу Аккабос в верховьях р. Сунжи), залегающая местами согласно, а местами с размывом на гунделенской свите. К западу, за счет размыва части свиты, мощность ее сокращается до 47 м. По р. Терек и по р. Гизельдон отложения свиты полностью размывы. Свита делится на две подсвиты: нижняя - глины, верхняя - переслаивание глинистых известняков, мергелей и черных глин. Верхняя подсвита местами залегает на нижней трансгрессивно. Среди ископаемых нижней подсвиты (средний альб) присутствуют анагоплиты, присутствие которых не отмечалось в абрекской свите. Возможно местами аккабосская свита соответствует среднему альбу в полном объеме. Верхняя подсвита имеет позднеальбский возраст (по находкам *Hystero-ceras orbigny* Sp a t h, *Mortoniceras inflatum* J. Sow., *Aucellina gryphaeoides* J. de C. Sow. [7, 8] и *Dipoloceras cristatum* Deluc in Brong. [17].

Альбские отложения восточнее р. Асса (Восточно-Кавказский сегмент) отнесены к ходжалмахинской свите, выделенной В.А. Снежко и др. в 1982 г. [13] по сел. Ходжалмахи (бассейн р. Акуши). Представлена свита чередованием пепельно-серых карбонатных глин и мергелей с более редкими прослоями песчаников и известняков. При этом глины преобладают в нижней части, мергели - в верхней. Вдоль контакта гундаринской и ходжалмахинской свит почти повсеместно фиксируется размыв. Нижние горизонты свиты в басс. р. Халагорк охарактеризованы нижнеальбской фауной, указывающей на присутствие зоны *Leymeriella tardefurcata*. Средний альб охарактеризован находками аммонитов *Anahoplites intermedius* Sp a t h, *Daghestanites daghestanensis* Glasun [13] и др.. В основании отложений верхнего альба собрана фауна, среди которой, кроме аммонита *Hystero-ceras orbigny* Spath, являющегося индексом верхнеальбской зоны *Hystero-ceras orbigny*, найдены *Hystero-ceras binum* J. Sow. В верхней части свиты найден верхнеальбский вид *Mortoniceras inflatum* J. Sow. – индекс следующей за отложениями *orbigny* зоны. В отложениях свиты не найдены аммониты самой верхней – враконской части альба, однако в верхних слоях свиты часто наблюдаются скопления раковин *Aucellina gryphaeoides* J.de C. Sow. Этот вид во многих районах Закаспия и на Северном Кавказе (р. Подкумок) характеризует самые верхние горизонты альбского яруса, пограничные с сеноманом. Хаджалмахинская свита сопоставляется с аккабосской свитой, а также с абрекской свитой.

Приведенное сопоставление свит может быть использовано при геологическом картировании и при других видах геологических исследований, а приведенные послойные описания свит позволяют перевести эти свиты в разряд валидных. Последнее обстоятельство поможет составлению как унифицированной легенды нижнемеловых отложений Северного Кавказа, так и при составлении серийных легенд этого региона.

Однако следует обратить внимание на то, что возрастные границы свит не всегда являются палеонтологически обоснованными. Нужны детальные (последовательные) описания разрезов большинства свит со сборами ископаемой фауны разных групп с последующим их изучением соответствующими специалистами палеонтологами.

Литература

1. Друщиц В.В., Михайлова И.А. Биостратиграфия нижнего мела Северного Кавказа. – М.: Изд-во МГУ, 1966.- 189 с.
2. Мордвилко Т. А. Нижнемеловые отложения Северного Кавказа и Предкавказья.– М.–Л.: Изд-во АН СССР. Ч. 1. 1960. 238 с. Ч. 2. 1962. 294 с.
3. Нижний мел Юга СССР /отв. ред. В.А. Бененсон.- М.: Наука. 1985. -224 с.
4. Письменный А.Н., Терещенко В.В., Марченко Р.В. и др. Геологическая карта Кавказа масштаба 1:200 000 листов К-38-VIII, XIV и К-38-II (Отчет Урухской геологосъемочной партии по геологическому доизучению и подготовке к изданию Госгеолкарты-200 Кабардино-Балкарской республики, республики Северная Осетия-Алания и Ставропольского края по работам 1995-2001 г.г.). Ессентуки, 2001.
5. Ренгартен В.П. О фауне меловых и титонских отложений Юго-Восточного Дагестана // Известия Геологического Комитета. 1909. Т. 28. – С. 637.
6. Ренгартен В.П. Опорные разрезы нижнемеловых отложений Дагестана. Изд-во АН СССР. 1961. – 86 с.
7. Саламатин А.Е. Региональная стратиграфическая схема нижнего мела Северо – Восточного Кавказа // Изв. СевКав. НЦВШ. Сер. естеств. наук. 1979. № 2. – С. 74– 79.
8. Саламатин А.Е. Аккабосская свита нижнего мела Северо-Восточного Кавказа //Известия АН СССР. Сер. геол. 1981. № 7.- С.64-70.
9. Саламатин А.Е. Гумуртаирская свита нижнего мела Северо-Восточного Кавказа //Известия АН СССР. Сер. геол. 1983. № 3.- С. 52-59.
10. Саламатин А.Е., Фролова-Багреева Е.Ф. Барремские отложения горных районов Чечено-Ингушетии и Северной Осетии //Геология и нефтеносность Восточного Предкавказья. Грозный: Чечено-Ингушское книжное изд-во, 1973, с. 47—55 (Труды СевКавНИПИнефть, вып. XIII).
- 11.Снежко В.А Геологическое обоснование схемы структурно-вещественного районирования Большого Кавказа //Региональная геология и минерагения. СПб. ВСЕГЕИ. 2012. № 51. - С. 52-61.
- 12.Снежко В.А. Специфика вещественного состава и условия формирования пород раннеюрского маринского вулканического комплекса (Северный Кавказ) //Региональная геология и минерагения. СПб. ВСЕГЕИ. 2015. № 61.- С. 27-34.
- 13.Снежко В.А., Богданова Т.Н., Лобачёва С.В., Снежко В.В. Стратиграфия нижнемеловых отложений Дагестана // Региональная геология и минерагения. 2011. № 45.- С. 29-41.
- 14.Снежко В.А., Письменная Н.С. Отчет по теме: «Систематизация и анализ материалов по изученности стратиграфии и метаморфизма Северного Кавказа». I этап. Стратиграфия дочетвертичных отложений. Ессентуки, 2001.
- 15.Стратиграфический словарь СССР. Триас, юра, мел. Л: Недра, 1979. 592 с.
- 16.Стратиграфия СССР. Меловая система (полутом I).— М.: Недра. 1986. 340 с,
- 17.Энна Н.Л., Башкиров А.Н., Письменный А.Н. и др. Геологическая карта Кавказа масштаба 1:50 000 листов К-38-41-Б-в, г; К-38-41-Г; К-38-42-А-в, г; К-38-42-В-а, б; К-38-53-А-а,б. Отчет Терекской геологосъемочной партии по работам 1984-1988 гг в горной части СО АССР. Ессентуки. 1988 г.

ФОРАМИНИФЕРЫ БАЙОС-БАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА У с.ДАТУНА

Темирбекова У.Т., Баркуева Л.С.
Институт геологии ДНЦ РАН

Байос-батские отложения в Центральном Дагестане повсеместно представлены терригенными отложениями - аргиллитами, алевролитами песчаниками или их чередованием, которые подразделяются на: *цудахарскую* свиту (верхне-байосско-батский комплекс Леонова и Живаго) – алевролиты, аргиллиты и песчаники, трансгрессивно перекрытые различными горизонтами верхней юры и отделенные от подстилающих отложений границей размыва. В их составе рассматриваются карадахские (верхняя подсвита), могохские (средняя) и хиндахские (нижняя) слои; *кумухскую* свиту (нижнебайосский комплекс Леонова и Живаго) – аргиллиты, алевролиты, песчаники, отделенные от подстилающих отложений границей размыва. (Н.В.Безносков, 1967).

Ниже приводятся результаты изучения фораминифер байосских и батских отложений в разрезе у с. Датуна (левобережье р. Аварское Койсу). Разрез снят в балке в 3 км восточнее с.Датуна. Описание начато с могохских слоев, т.к. карадахские были трудно доступны. Общая мощность могохских слоев составляет 200м. Внутри могохских слоев проходит граница между байосским и батским ярусами – по появлению *Spiriloculina perlucida* Temirb., большому количеству *Ophthalmidium porai* Ant. и исчезновению глобегиринид.

Могохские слои (батский ярус).

В верхней части могохских слоев встречены *Parkisonia eimensis* Wets., характерные для верхней зоны позднего байоса и низов бата. (Казакова В.П., 1956). (Рис.1.).

Слой 1. Мощность слоя 25м. Аргиллит темно-серый, почти черный, слабо песчаный, известковый, сильно ожелезненный. Встречаются редкие линзовидные прослои глинисто-лимонитовых конкреций. Щебенка мелкая оскольчатая. Комплекс фораминифер: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Reinholdella costifera* Terq., *Brotzenia ex gr. peregrina* Kapt., *Ophthalmidium ex gr. infraoolithicum* (Terq.), *Lenticulina ex gr. praeclara* Ant., *L. ex gr. chodzica* Ant.

Слой 2. Мощность слоя 32м. Аргиллит темно-серый, не известковый с редкими прослоями песчаника, крепкого, мелкозернистого. Отобраны образцы 2215-2246, определены: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Lenticulina chodzica* Ant., *L. mamillaris* Terq., *Astacolus caucasicus* Ant., *Haplophragmoides planus* Ant., *H. convexus* Ant., *Glomospira gordialis* Park. et Jones.

Слой 3. Мощность слоя 10 м. Аргиллит темно-серый, не известковистый, содержит глинисто-сидеритовые конкреции. Отобраны образцы 2247-2257, определены следующие виды фораминифер: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Ophthalmidium carinatum* Kubl. et Zw., *O. clarum* Ant., *Lenticulina chodzica* Ant., *L. perlucida* Ant., *L. labensa* Ant., *Astacolus caucasicus* Ant., *A. hybrida* Terq., *A. dictyoides* Deecke, *Vaginulina proxima* Terq., *Planularia semiinvoluta* Terq., *Ammodiscus irregularis* Ant., *Thuramminoides dainae* Mak., *Haplophragmoides convexus* Ant., *H. planus* Ant., *Kechenotiske conica* (Mak.).

Слой 4. Мощность слоя 8м. Аргиллит темно-серый, ожелезненный, слюдястый, дает мелкую оскольчатую щебенку. Отобраны образцы 2258-2266, определены: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Discorbis lacunosus* Ant., *Reinholdella costifera* Terq., *Brotzenia ex gr. peregrina* Kapt., *Ophthalmidium ex gr. infraoolithicum* Terq., *O. clarum* Ant., *O. carinatum* Kubl. et Zw., *Spiriloculina perlucida* Tem., *Lenticulina mamillaris* Terq., *L. labensa* Ant., *L. ex gr. enodata* Mak., *L. chodzica* Ant., *L. kaptarenko* Ant., *Dentalina varians* Terq., *D. oolitica* Terq., *Astacolus caucasicus* Ant., *A. dictyoides* Deeck, *condensus* Ant., *A. quenstendti* Gumb., *Planularia ex gr. compta* Kapt., *Marginulina solida* Treq., *Ammodiscus irregularis* Ant., *Kechenotiske* (Mak.), *Haplophragmoides planus* Ant., *Trachammina globigeriniformis* Park. et Jones.

Слой 5. Мощность слоя 7м. Аргиллит аналогичный вышеописанному. Отобраны образцы 2267-2274, определены следующие виды фораминифер: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Brotzenia peregrina* Kapt., *Ophthalmidium ex gr. infraoolithicum* Terq., *O. clarum* Ant., *O. carinatum* Kubl. et Zw., *Spiriloculina perlucida* Temirb., *Lenticulina perlucida* Ant., *L. ex gr. centralis* Terq., *L. mamillaris* Terq., *L. chodzica* Ant., *L. labensa* Ant., *Astacolus*

hydrida Terq., *A. decora* Chab., *A. caucasicum* Ant., *Planularia anseps* Terq., *P. Semiinvoluta* Terq., *Nodosaria mutabilis* Terq., *Marginulina glabra* d'Orb., *Dentalina jurensis* Terq., *D. subplana* Terq., *Ammodiscus irregularis* Ant., *Kechenotiske conica* (Mak), *Haplophragmoides planus* Ant.

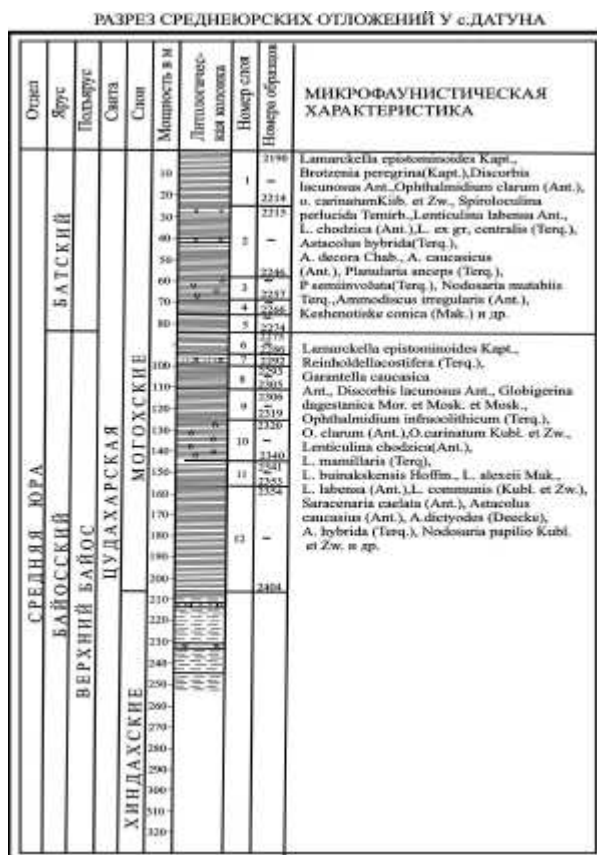


Рис.1

Могохские слои (байосский ярус).

В Датунском разрезе из нижней части могохских слоев, определены следующие аммониты: *Parkinsonia ex gr. parkinsoni* Sow., *Planisphinctes aff. planilobus* Buckm., из средней части В.П.Казаковой определены аммониты: *Colliphyloceras disputabile* Zitt., *C.achtalense* Redlich, *Pseudophylloceras kudernatschi* (Hauer), *Parkinsonia parkinsoni* Sow., *P. planulata* Qu. др., характерные для верхнего байоса.

Слой 6. Мощности слоя 11м. Аргиллит голубовато-серый, во влажном состоянии черный, слюдястый сильно ожелезненный. Дает мелкую оскольчатую щебенку. Отобраны образцы 2275-2286, определены следующие виды: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Reinholdella quadrilobata* Kapt., *R. costifera* Terq., *Garantella caucasica* Ant., *Brotzenia peregrina* Kapt., *Discorbis lacunosus* Ant., *Globigerina dagestanica* Mor. Et Mosk., *Ophthalmidium clarum* Ant., *O. corinatum* Kubl et Zw., *O. ex gr. Infraoolithicum* Terq., *Quinqueloculina inconstans* Terq., *Lenticulina labensa* Ant., *L. subinvoluta* Kapt., *L. perlusida* Ant., *L. chodzica* Ant., *L. mammillaris* Terq., *L. centralis* Terq., *L. alexeii* Mak., *Astaculus caucasicus* Ant., *A. dictyoides* Deecke, *A. beslineevensis* Ant., *A. quenstendti* Gum., *A. hybrida* Terq., *Marginulina minuta* Terq., *M. glabra* d'Orb., *Saracenaria caelata* Ant., *Planularia instabilis* Terq., *P. ex gr. arietis* Issl., *P. semiinvoluta* Terq., *Dentalina subplana* Terq., *Ammodiscus irregularis* Ant., *Thuramminoides dainae* Mak., *Hyperammina schedokskensis* Ant., *Kechenotiske conica* (Mak.), *Trochammina globigeriniformis* Park. et Jones, *T. chodzica* Ant., *Glomospira gordialis* Park. et Jones, *Haplophragmoides convexus* Ant.

Слой 7. Мощности слоя 5м. Аргиллиты темно-серые ожелезненные содержат редкие прослойки карнизиков песчаников мелкозернистых, крепких, ожелезненных. Отобраны образцы 2287-2292, определены следующие виды фораминифер: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Reinholdella costifera* Terq., *Garantella caucasica* Ant., *Discorbis lacunosus* Ant., *Globigerina dagestanica* Mor et Mosk., *Ophthalmidium infraoolithicum* Terq., *O. clarum* Ant., *O. carinatum* Kubl. et Zw., *Quinqueloculina inconstans* Terq., *Cornuspira elliptica* Kubl. et Zw., *Len-*

ticulina chodzica Ant., *L. kaptarenkae* Ant., *L. mamillaris* Terq., *L. labensa* Ant., *L. buinakskensis* Hoffm., *L. alexeii* Mak., *L. subinvoluta* Kapt., *L. communis* Kubl. et Zw., *Saracenaria caelata* Ant., *Astacolus caucasicus* Ant., *dictyoides* Deecke., *A. hybrida* Terq., *A. ex gr. sublaevis* Fr., *Planularia instabilis* Terq., *Marginulina minuta* Terq., *Dentalina subplana* Terq., *Falsopalmula semivoluta* Terq., *Kechenotiske conica* (Mak.), *Haplophragmoides convexus* Ant., *Ammodiscus irregularis* Ant.

Слой 8. Мощность слоя 12м. Аргиллит темно-серый, дает оскольчатую щебенку. Отобраны образцы 2293-2305, определены следующие виды фораминифер: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.) *Reinholdella media* Kapt., *R. terquemi* Ant., *Ophthalmidium carinatum* Kubl. et Zw., *Lenticulina mamillaris* Terq., *L. perlucida* Ant., *L. alexeii* Mak., *L. labensa* Ant., *L. sinidae* Mak., *L. chodzica* Ant., *L. erecta* Ant., *Astacolus caucasicus* Ant., *dictyoides* Deecke., *A. hybrida* Terq., *Planularia semiinvoluta* Terq., *Vaginulina cytharella* Terq., *Marginulina ex gr. malicenta* Terq., *Kechenotiske conica* (Mak.), *Trochammina chodzica* Ant., *T. globigeriniformis* Park. et Jon., *Haplophragmoides planus* Ant., *Ammodiscus irregularis* Ant., *Hyperammina flexuosa* Ant.

Слой 9. Мощность слоя 14м. Аргиллит аналогичный вышеописанному. Отобраны образцы 2306-2319, определены следующие виды фораминифер: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Reinholdella media* Kapt., *R. costifera* Terq., *R. terquemi* Ant., *Discorbis lacunosus* Ant., *Globigerina dagestanica* Mor. et Mosk., *Lenticulina mamillaris* Terq., *L. perlucida* Ant., *L. communis* Kubl. et Zw., *L. labensa* Ant., *L. sublatiformis* Dain., *L. furssenkoi* Ant., *L. kaptarenko* Ant., *L. alexeii* Mak., *Astacolus pseudoscalptus* Mak., *A. caucasicus* Ant., *Ammodiscus irregularis* Ant., *Haplophragmoides convexus* Ant., *H. planus* Ant., *Trochammina globigeriniformis* Park. et Jones., *T. chodzica* Ant., *Keshenotiske conica* (Mak.), *Glomospirella chodzica* Ant., *Thuramminoides dainae* Mak.

Слой 10. Мощность слоя 20м. Аргиллит темно-серый ожелезненный, слюдистый, дает оскольчатую щебенку. Содержит глинисто-фосфоритовые конкреции. Отобраны образцы 2320-2340, определены следующие виды фораминифер: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Reinholdella media* Kapt., *R. terquemi* Ant., *Discorbis lacunosus* Ant., *Globigerina dagestanica* Mor. et Mosk., *Ophthalmidium carinatum* Kubl. et Zw., *O. infraooliticum* Terq., *Nubeculinella bulbifera* Paalz., *Lenticulina mamillaris* Terq., *L. sublatiformis* Dain., *L. kaptarenko* Ant., *L. chodzica* Ant., *L. labensa* Ant., *L. communis* Kubl. et Zw., *L. sinidae* Mak., *L. erecta* Ant., *L. aspera* Ant., *Astacolus caucasicum* Ant., *A. condensus* Ant., *A. pseudoscalptus* Mak., *A. beslineevensis* Ant., *Nodosaria fontinensis* Terq., *Falsopalmula semiinvoluta* Terq., *Ammodiscus irregularis* Ant., *Trochammina globigeriniformis* Park. et Jones., *T. chodzica* Ant., *T. libum* Hoff., *Haplophragmoides convexus* Ant., *Ammodiscus Irregularis* Ant., *Textularia agglutinans* d'Orb., *Kechenotiske conica* (Mak.), *Glomospira gordialis* Park. et Jones.

Слой 11. Мощность слоя 12м. Аргиллиты темно-серые, слюдистые, содержат мало-мощные прослойки песчаников. Отобраны образцы 2341-2353, определены следующие виды фораминифер: *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.), *Discorbis lacunosus* Ant., *Globigerina dagestanica* Mor. et Mosk., *Lenticulina labensa* Ant., *L. erecta* Ant., *L. perlucida* Ant., *L. furssenco* Ant., *L. tardita* Ant., *Astacolus dainae* Kos., *A. condensus* Ant., *A. caucasicum* Ant., *Trochammina globigeriniformis* Park. et Jones., *T. chodzica* Ant., *Kechenotiske conica* (Mak.), *Glomospirella chodzica* Ant.

Слой 12. Мощность слоя 50м. Аргиллиты темно-серые, дают оскольчатую щебенку. Отобраны образцы 2354-2404, микрофауна отсутствует.

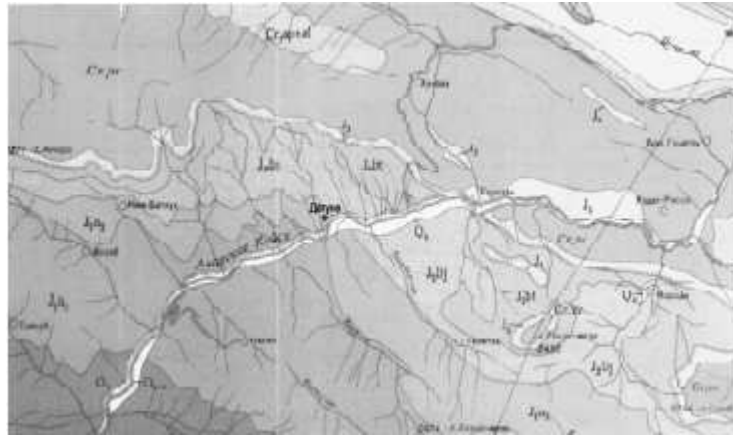


Рис.2

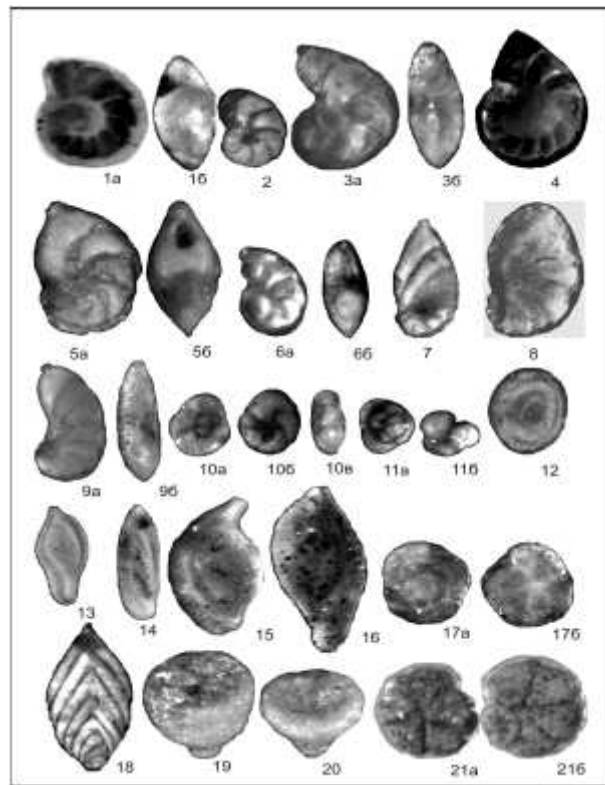


Таблица 1

Объяснение к таблице 1

- Фиг. 1а, б; 2. *Lenticulina condensata* (Ant.). 1а,б - обр. №2337 x 80. 2 - обр. № 2322 x 80.
 Фиг. 3а, б. *L. russiensis* Mjat. Обр. №2292 x 100.
 Фиг. 4. *L. perlucida* Blank. Обр. №2272 x 70.
 Фиг. 5а, б. *L. caucasica* (Ant.). Обр. №2215 x 80.
 Фиг. 6 а, б. *L. spaerica* (K. et Zw.). Обр. №2322 x 100.
 Фиг. 7. *Planularia semiinvoluta* Terq. Обр. №2292 x 70.
 Фиг. 8. *Astaculus krymholzi* Mak. Обр. №2190x 70.
 Фиг. 9а,б *Lenticulina quenstedti* (Gumbel). Обр. № 2292 x 70.
 Фиг. 10а,б,в *Discorbis lacunosus* (Ant). Обр. №2322 x 100.
 Фиг. 11а, б *Globigerina dagestanica* (Mor.). Обр. № 2322 x 100.
 Фиг. 12 *Crzybowskiella psebaikensis* (Ant.) Обр. №2314 x 100.
 Фиг. 13 *Ophthalmidium carinatum* Ant. Обр. № 2286 x 80.
 Фиг. 14 *O. clarum* Ant. Обр. № 2286 x 80.
 Фиг. 15 *O. causicum* (Ant). Обр. № 2268 x 80.
 Фиг. 16 *O. balcaricum* Mak. Обр. № 2288 x 80.
 Фиг. 17 *Kaptarenkoella epistominoides* (Kapt.). Обр. № 2286 x 80.
 Фиг. 18 *Palmula oblique* (Terq.) Обр. № 2322 x 70.

Фиг. 19-20 *Keshenotiske conica* Mak. 19- обр. № 2320 x 80, 20 – обр. № 2258 x 80.
Фиг. 21а, б *Haplophragmoides planus* Ant. Обр. № 2302 x

Верхний байос. Хиндахские слои.

У с. Датун на в прослое органогенно-обломочного известняка, залегающего в основании цу дахарской свиты В.П.Казаковой определены следующие аммониты: *Callyphylloceras disputabile* Zitt., *Holcophylloceras zignodianu* Orb., *Partchiceras abichi* Uhlig., *P. holoricum* Hauer., *Oppelia subradiata* Sow., а выше в конкрециях найдены многочисленные *Parkinsonia* близкие к *P. subarictis* Wets., *P. orbignyana* Wets., *P. acris* Wets., и др., характерные для зоны *Parkinsonia rarecostata*.

Фораминиферы в хиндахских слоях чрезвычайно редки малочисленны и приурочены к аргиллитовым разностям. Кроме агглютинирующих фораминифер, встречены редкие надозарииды отмеченные и в отложениях раннего байоса. Мощность хиндахских слоев составляет 130 м.

Нижний байос. Кумухская свита.

В разрезе у с. Датун, на левом берегу Аварского Койсу на аргиллитах хивской свиты залегают массивные песчаники раннего байоса. Песчаники зеленовато-серые, мелкозернистые, содержат прослои менее плотных глинистых алевролитов. Из нижней части этой свиты в датунском разрезе В.П.Казаковой были определены *Sonninia crassispinata* S.Dusckm., *Otoites* sp., *Hyperlioceras desori* Moesh., *H. discretus* Waag., *Toxolioceras* cf. *walkeri* S. Buckm., и др. характерные для двух нижних зон нижнего байоса. Из верхней части мелкозернистых песчаников этим же исследователем были определены аммониты: *Stephanoceras humphriesianum* Sow., *S. cf. triplex* M., *S. scalare* Maske.

Мощность кумухской свиты составляет 150 м. Учитывая, что эта часть разреза сложена в основном песчанистыми породами, образцы на микрофауну не отбирались.

Литература.

1. Безносков Н.В. Байосские и батские отложения Северного Кавказа. // Тр. ВНИГРИ, вып. 28/36. М. Недра, 1967, 179с.
2. Казакова В.П. К стратиграфии юрских отложений Дагестана // Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 31, вып. 6, 1956, с. 103-114.

СТРОИТЕЛЬНО-МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
СТРОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА*Федюк Р.С., Храмов Д.А., Чернеев А.М.**Дальневосточный федеральный университет*

В статье приведена краткая оценка потенциала полезных ископаемых Восточного Кавказа для производства строительных материалов. К источникам можно отнести месторождения серы, мергелей, кварцевых песков, строительного камня, керамзитового сырья, минеральные источники. Дефицитными видами минерального сырья в Дагестане являются строительные пески, бентонитовые глины, фосфориты, доломиты для стекольного производства, для выявления которых ведутся поисковые работы.

Ключевые слова: строительные материалы, сера, мергель, кварцевый песок, керамзитовое сырье.

The article gives a brief assessment of the potential of mineral resources of the Eastern Caucasus for the production of building materials. The sources include sulfur deposits, marl, quartz sand, building stone, expanded clay materials, mineral springs. Scarce kinds of minerals in Dagestan are building sand, bentonite clay, phosphate, dolomite for glass industry, to identify which search operations are conducted.

Keywords: construction materials, sulfur, marl, quartz sand, expanded clay materials.

Современное строительство в условиях экономического кризиса особое внимание обращает на применение местных материалов. Крайне актуально это также в силу политических реалий, когда государством провозглашается повсеместное импортозамещение различных товаров, в том числе строительных материалов. Соответственно, для строительства в условиях Восточного Кавказа, необходимо более детально владеть информацией по имеющимся горным породам территории.

Производство строительных материалов – это процесс накопления энергии в исходном сырье и ее дальнейшее преобразование. Эволюция горных пород в геологических условиях и их преобразование людьми при производстве, в данном случае строительных материалов, эксплуатация зданий и сооружений – это целая цепь превращений, претерпеваемых горными породами и строительными материалами как объектами неорганического мира, в процессе приспособления к изменившимся условиям. Поэтому поиск оптимальных решений при проектировании, производстве и эксплуатации строительных материалов следует рассматривать в единой концепции развития неорганического мира от генезиса сырья – его природных постгенетических изменений, техногенных превращений в процессе синтеза материалов – изменений при эксплуатации, разрушении и повторном использовании [1].

Породы, слагающие горы на территории Дагестана, резко разграничены. Главные из них – чёрные и глинистые сланцы, крепкие доломитизированные и слабые щелочные известняки, а также песчаники. К сланцевым хребтам относятся Снеговой с массивом Диклосмта (4285 м), Богос с вершиной Аддала-Шухгельмеэр (4151 м), Шалиб с вершиной Дюльтыдаг (4127 м). Здесь в зоне позднего катагенеза и метагенеза было завершено формирование осадочных горных пород. Основные процессы формирования при этом не физико-механические, а физико-химические и даже химические. При этом происходит перекристаллизация глинистых и обломочных пород, процессы упорядочения структуры в решетке глинистых материалов и т.д. Пески и песчаники превращаются в кварцитовидные песчаники; глины – в аргиллиты и глинистые сланцы; силициты представлены кремнями, яшмами, халцедонитами и силицитокварцитами; карбонатные породы – перекристаллизованными и среднекристаллическими мраморами.

К особенностям изучения попутно-добываемых пород следует отнести и отсутствие сложившейся терминологической базы. В работе проф. Лесовика В.С. [1] отмечена путаница в терминологии минералов. В частности, в научно-технической литературе микрозернистые кварц-биотит-серицитовые сланцы зеленосланцевой степени метаморфизма ошибочно называют кристаллическими, а продукты их выветривания – глинистыми сланцами. На самом деле, кристаллические сланцы – это породы более высокой степени мета-

морфизма, которые имеют совсем другой минеральный состав, структуру и текстуру, а значит, и свойства. Приурочены они совсем к другим геологическим структурам и так далее, и писать о том, что кристаллические сланцы, например, при обжиге не вспучиваются не совсем корректно. Ведь настоящие кристаллические сланцы, состоящие из кварца, полевых шпатов, амфиболов и слюд, вспучиваться никак не могут. А кварц-биотит-серицитовые микрозернистые вспучиваются.

Аналогично обстоит вопрос и с продуктами коры выветривания кварц-каолинит-гидроослюдистыми, кварц-гидроослюдисто-каолинитовыми и гидроослюдисто-гидрохлоритовыми сланцами, которые называются глинистыми. На самом деле, глинистые сланцы – это породы совершенно другого генезиса, возникшие за счет уплотнения горных пород в стадии позднего катагенеза и метагенеза. Они распространены в других регионах и имеют отличные свойства.

Из полезных ископаемых Восточного Кавказа, которые могут применяться в строительстве, промышленное значение имеют месторождения серы, мергелей, кварцевых песков, минеральные источники. Из глинистых известняков получают гидравлическую известь, из мергеля – романцемент, из искусственно созданной клинкерной смеси – портландцемент. Смешивая вяжущее с заполнителем, получают строительный раствор и бетон. Наиболее известное месторождение кварцевых песков – Карабудахкент. Имеются общераспространенные полезные ископаемые - строительного камня (три месторождения), известняка с запасами 6,7 млн. т, керамзитового сырья (два месторождения) и др. Добыча на них незначительна.

Природные каменные материалы получают путем механической обработки скальных горных пород. При этом разрушается монолитность исходного сырья и частично текстура, а еще реже – структура. Применяют природные каменные материалы в виде плит, блоков, бортовых и облицовочных камней, дорожной брусчатки, бутового камня, щебня и песка. В основе классификации природных каменных материалов лежит технология их производства.

Дефицитными видами минерального сырья в Дагестане являются строительные пески, бентонитовые глины, фосфориты, доломиты для стекольного производства, для выявления которых ведутся поисковые работы. В Дагестане проводятся работы по поиску альтернативы месторождениям строительного песка, расположенным за пределами водоохраной зоны. Поисково-оценочные работы позволят выявить перспективные площади залегания строительных песков по всей территории республики. Кроме того, производится поиск местных кварцевых песков, разработка которых актуальна для развивающейся в регионе стекольной промышленности.

Отметим, что сырьевая база строительного песка в Дагестане находится на месторождениях, разведанных и эксплуатируемых на побережье Каспийского моря. Причем, шесть из восьми месторождений расположены в пределах рекреационной зоны побережья Каспийского моря и почти полностью выработаны.

По словам министра природных ресурсов и экологии РД Набиюлы Карачаева [2], первыми шагами в решении данной проблемы являются отмена в 2015 году действия всех лицензий, осуществляющих добычу песка в 500-метровой зоне Каспийского побережья, а также приостановление действия федеральных лицензий на добычу кормовой ракушки.

«В результате незаконной добычи песка побережью был нанесен значительный экологический ущерб, что, конечно же, недопустимо, особенно если учесть, что республика претендует на создание туристическо-рекреационного кластера. На сегодняшний день нами проводятся рекультивационные мероприятия по всему побережью», - подчеркнул глава ведомства.

Он рассказал, что проведенные специалистами Минприроды совместно с Институтом геологии Дагестанского научного центра РАН поисковые работы позволили выявить перспективные площади севернее Махачкалы.

«Хочу заметить, что геологические изучения ни по каким видам сырья не проводились в республике с 1980-х годов. Сегодня министерством эти работы проводятся за счет предпринимателей, осуществляющих деятельность в сфере недропользования. Эти бизнесмены в итоге обладают преимущественным правом получения лицензии. И ни одну лицен-

зию мы не выдаем без поэтапной рекультивации. Например, если у предпринимателя есть 5 гектаров и один гектар он уже выработал, то он сразу должен приступить к его рекультивации», - заявил министр.

По данным Минприроды РД, сегодня Шуринское месторождение является единственным объектом, пригодным для строительных работ и находящимся за пределами рекреационной зоны. Учитывая это, ведомство в 2014-2015 годах провело 9 аукционов на участки недр в контуре месторождения. Всего в Дагестане в настоящее время действует 12 карьеров по добыче песка за пределами водоохранной зоны.

Основной проблемой минерально-сырьевой базы республики, а также горнодобывающих предприятий, является падение добычи на действующих и замедление темпов промышленного освоения новых месторождений. Длительное время не осваиваются месторождения формовочных песков Экибулакское, морской ракушки, кирпичных глин, термальных, минеральных и пресных подземных вод. В целом потенциал недр республики используется неэффективно, особенно в части весьма перспективных сырьевых ресурсов – нефти, газа, термальных и минеральных вод и др.

В то же самое время, следует отметить, что традиции в использовании ограниченной номенклатуры горных пород (глин, песков, известняков, гранитов, базальтов), поиски и разведка месторождений именно этого сырья для существующих технологий обусловили высокую энергоемкость промышленности строительных материалов [3-7]. В то же время в зону горных пород при разработке месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых ежегодно попадают десятки миллиардов тонн горных пород, отличающихся от традиционного сырья строительной индустрии своим происхождением, составом и строением. Эти породы, как и традиционное сырье, в различной степени «подготовлены» геологическими процессами для производства строительных материалов, что до настоящего времени практически не учитывалось. Это было связано с отсутствием теоретической базы снижения энергозатрат производства строительных материалов с учетом происхождения горных пород.

Литература

1. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. - М.: Изд-во АСВ, 2006. – 526 с.
2. В Дагестане ищут альтернативу месторождениям строительного песка, расположенным за пределами водоохранной зоны [Электронный ресурс]. Адрес доступа: http://www.riadagestan.ru/news/economy/v_dagestane_ishchut_alternativu_mestorozhdeniya_m_stroitel'nogo_peska_raspolozhennym_za_predelami_vodookhranoy_zony/
3. Fediuk R.S. Principles of designing of power effective buildings // Materials of the Tenth International Young Scholars' Forum of the Asia-Pacific Region Countries. Vladivostok, Russia. Far-Eastern National Technical University. 2010-pp.171-172.
4. Федюк Р.С. Повышение непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 2 (55). С. 154-163.
5. Fediuk R.S., Khramov D.A. Research on porosity of the cement stone of composite binders // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 1-2 (43). С. 77-79.
6. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Ильинский Ю.Ю. Проектирование композиционного вяжущего для уплотнения структуры цементного камня // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения Материалы Международных академических чтений. Курский государственный университет. 2015. С. 115-121.
7. Юшин А.М., Федюк Р.С. Экологическая опасность применения щебня в строительстве // Научному прогрессу - творчество молодых Материалы X международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам: в 2 частях. 2015. С. 204-206.
8. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю. К вопросу о системном проектировании в строительстве // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. С. 265-267.

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПАЛЕОЗОЙСКОМ КОМПЛЕКСЕ ДАГЕСТАНА

*Шалбузова Л.В.
Институт геологии ДНЦ РАН*

Палеозойское складчатое основание Предкавказской эпигерцинской платформы сложено различными по возрасту и степени метаморфизма породами. Поверхность его испытывает общее региональное погружение с запада на восток, на фоне которого в современном структурном плане выделяются крупные тектонические элементы первого порядка: Вал Карпинского, Восточно-Маньчский прогиб, Прикумская система поднятий, Ногайская ступень и смежный Терско-Каспийский прогиб.

Фундаментом платформы служит сложная система герцинид (Восточно-Маньчский прогиб, Прикумская система поднятий), образующих зоны блоковых поднятий и опусканий. Наиболее приподнятое положение фиксируется на валу Карпинского, отделяющегося от Восточно-Маньчского прогиба крупным Северо-Маньчским разломом. Восточно-Маньчский прогиб с крутым северным и пологим южным бортами осложнен положительными и отрицательными структурными элементами более низшего порядка и системой дизъюнктивных дислокаций. Фундамент здесь погружается до 5,0-6,4 км Прикумская зона поднятий, расположенная южнее этого прогиба, характеризуется складчато-блоковым строением, обусловленным развитием ортогональной системы разломов, из которых основную роль играют разломы субширотного простирания. В пределах этой зоны фундамент погружается от 3,4 км (северо-запад) до 5,8 км (юго-восток). Ногайская ступень простирается с северо-запада на юго-восток с погружением от 3,6 до 7,0 км (по побережью Каспия).

Структура палеозойского складчатого основания Прикумской области по результатам интерпритации сейсморазведочных работ МОВ ОГТ (трест «Грознефтегеофизика», 2001 г.) имеет блоковое строение, обусловленное развитием ортогональной системы разломов, из которых основную роль играют разломы субширотного простирания.

Внутренняя структура палеозойского складчатого основания изучена слабо, однако, развитие резко выраженной пликативной складчатости, дизъюнктивных нарушений и несогласий, внедрение гранитных тел и явлений эффузивного вулканизма, свидетельствуют о сложности его строения.

Палеозойский фундамент Восточного Предкавказья представлен толщей дислоцированных терригенно-сланцевых пород, включающих внедрения магматических интрузий, покровы эффузивов, в основном, кислого состава. Возраст терригенно-сланцевой толщи фундамента датируется от верхнего девона до верхнего карбона (А.И. Летавин, 1972 г.).

Палеозойские отложения на территории Дагестана не обнажаются. В зоне передовой складчатости на северном крыле Варандийской антиклинали под трансгрессивно залегающими отложениями средней юры вскрыта мощная толща (1000 м) биогермных известняков пермского возраста (В.А. Станулис, 1979 г.). В Предгорном Дагестане к доюрским перм-триасовым отложениям условно отнесены буровато- и зеленовато-серые аргиллиты, вскрытые в Миатлинской параметрической скважине на Сулакском выступе.

Открытие залежи нефти на равнинной территории Дагестана (месторождение Ю.Сухокумское, 1958 г.) положило начало интенсивному освоению этой территории. Доказана нефтегазоносность широкого диапазона отложений от нижнемеловых до перм-триасовых. Перм-триасовые отложения вскрыты на 37 площадях (более 90 скважин). Открытые месторождения связаны со сложными геологическими объектами.

Сведения о строении перм-триасового комплекса накапливались и формировались по мере проведения сейсмо-разведочных работ МОВ ОГТ (тр. «Грознефтегеофизика») и крупных обобщений ИГиРГИ (В.Е. Хаин, Н.А. Крылов, А.И. Летавин и др.); ДНЦ РАН (Д.А. Мирзоев, Т.Г. Жгенти и др.) геологической службой ПО «Дагнефть» (Ф.Г. Шарафутдинов, М.Ш. Абилов, Я. А. Ройтман и др.) Как показали проведенные исследования, палеозойские отложения Восточного Предкавказья подразделяются на три комплекса: нижний- геосинклинальный складчатый и метаморфизированный включает среднепалеозой-

ские (девонские и каменноугольные) отложения, средний –отделенный от нижнего несогласиями и стратиграфическими перерывами, распространен sporadически и представлен морскими и вулканическими образованиями верхнего палеозоя, для верхнего характерно распространение верхнепалеозойских морских отложений, сложен он триасовыми и лейасовыми осадками и рассматривается как переходный от складчатого фундамента к платформенному чехлу.

В Восточном Предкавказье, составной частью которого является Прикумская область Дагестана, в последние годы основным объектом поисков залежей нефти и газа являлись глубоко залегающие пермо-триасовые отложения, последовательное изучение которых началось со времени открытия промышленных скоплений УВ в доюрских (пермо-триасовых) отложениях (1973 г, Южно-Буйнакская параметрическая скважина).

Существенно новые данные о структуре палеозойских отложений получены в результате детальных исследований с использованием пробуренных скважин и новых сейсмических данных (пространственная съемка 3Д). Фундамент представляется как сильно дифференцированная поверхность осложненная многочисленными нарушениями преимущественно субширотного простирания (ПО «Дагнефть»).

В пределах Равнинного Дагестана по поверхности палеозойского фундамента условно можно выделить три крупные тектонические зоны (ступени), объединяющие многочисленные блок-структуры.

Первая – Русский Хутор – Озерная характеризуется изменением абсолютных глубин залегания фундамента от 4,2 км (Русский хутор) до 5,5 км на северо-восток, а далее к востоку поверхность фундамента вновь поднимается до 5,2 км (Озерное). Эта тектоническая ступень осложнена многочисленными локальными поднятиями. Наиболее крупные из них – Русский хутор, Сухокумское, Вост.Сухокумское.

Вторая ступень Леваневско-Вост.Песчаная характеризуется изменением абсолютных глубин залегания палеозойского фундамента от 3,5 км (Леваневское поднятие) до 5,7 км (Ахтынская депрессионная зона), На северо-восток происходит воздымание до 4,8 км (Вост.Песчаная), далее на восток наблюдается погружение до 5,6 км. Наиболее крупным структурным осложнением в пределах этого блока является горстообразный Дахадаевский блок, ограниченный разрывными нарушениями.

Третья тектоническая ступень – Бажиган-Душетская характеризуется изменением абсолютных глубин залегания фундамента от 3,8 км (Бажиганская) до 5,2 км (Душетская) и осложнена многочисленными структурами, наиболее крупными из которых являются структуры Перекрестное, Равнинное, Солончаковое, Юбилейное.

Для структур, выявленных в триасовых отложениях, характерны не большие по размерам антиклинальные (иногда купольные) структуры и структуры облекания гранитного основания (структуры Юбилейная, Ю.Буйнакская). Выявленные структуры по морфологическим и генетическим признакам относятся к числу благоприятных тектонических ловушек для формирования и сохранения залежей нефти и газа.

В равнинной части Дагестана отложения палеозойского фундамента вскрыты на 15 площадях. Фундамент сложен углисто-терригенно-сланцевой темноцветной толщей (роговики, кварциты, сланцы), которая по литолого-генетическим признакам синхронизируется с каменноугольными отложениями. В этих отложениях получили развитие вторичные коллектора, емкостные свойства в которых обусловлены тектонической трещиноватостью и разуплотнением пород (кавернозность, дезинтеграция в процессе выветривания).

Эрозионная поверхность складчатого палеозойского фундамента Равнинного Дагестана в современном плане имеет сложное строение. При общем погружении ее с запада (от 3,45 км) на восток (до 6,0 км) она осложнена системой субширотных грабенообразных прогибов и горстовых поднятий, сечется субмеридианальными глубинными разломами. На поверхности фундамента среди аспидной толщи обнаруживаются гранитные интрузии с контактово-метаморфическим ореолом, местами вскрыты эффузивные потоки.

В разрезе пермо-триасового комплекса в Равнинном Дагестане по совокупности литологических палеонтологических признаков выделены 6 свит: ногайская ладинская, кизлярская (анизийская), оленекская, нефтекумская, куманская. Нефтедержащими являются терригенно-карбонатные и карбонатные отложения среднего триаса (кизлярская свита) и

пермо-триаса (нефтекумская свита). Отложения нефтекумской свиты имеют неповсеместное распространение, они заполняют палеодепрессии, где сохранились от размыва и полностью отсутствуют или в значительной мере сокращены по мощности на выступах фундамента.

Коллектор нефтекумской свиты представлен кристаллическими известняками и доломитами с прослоями оолитовых и органогенно-обломочных пород и относится к порово-трещинному, трещинному, каверновому типу. Пустотное пространство обусловлено наличием в них вертикальных и горизонтальных трещин. Изучение деформации трещинных коллекторов (И.А.Бураков, 1998г.) показало, что коллекторские свойства, в основном, обусловлены микро- и макро-трещинами шириной 5-10 мкм и протяженностью до 25 мкм.

Залежи УВ приурочены к верхней и средней части нефтекумской свиты. Нижняя часть нефтекумской свиты сложена микрозернистыми известняками и доломитами с незначительной степенью перекристаллизации и, соответственно, низкими значениями вторичной межзерновой пористостью. Выше по разрезу свиты, встречаются известняки и доломиты с крупно- и среднезернистой структурой, с межзерновой пористостью (20 мкм²), обусловленной процессами перекристаллизации кальцита и доломита. Трещинная проницаемость – 0,03 мкм². Повышенные значения трещинной проницаемости отмечаются и в небольших по мощности биоморфных, оолитовых, органогенно-обломочных известняках верхней части отложений.

Анализ закономерностей изменения коллекторских свойств в разрезах нефтекумской свиты по данным лабораторных исследований и интерпретации ГИС (ПО «Дагнефть») в более 40 глубоких скважинах показывают, что емкость коллекторов нефтекумской свиты не имеет четко выраженной тенденции к изменениям с глубиной. Минимальные значения пористости (0,5-2,5 %) отмечаются в нижней части доломитовой пачки, сложенной светло-серыми доломитами с прослоями известняков. Выше по разрезу в отложениях верхней части доломитовой пачки, пористость несколько повышается (3,0-5,4 %) и достигает максимальных значений (до 10-15 %) в кровельной зоне доломитовой толщи и в толще органогенно-обломочных известняков, поверхность которых регионально размыва на многих площадях Восточного Предкавказья.

Изменение коллекторских свойств в региональном плане с запада на восток также носит весьма сложный характер, однако, тенденции к улучшению емкостно-фильтрационных параметров продуктивной толщи нефтекумской свиты прослеживается отчетливо. На это указывает сопоставление средних значений пористости и проницаемости от месторождений Величаевско-Колодезное–Русский Хутор–Юбилейное–Таловское–Кумухское. Если на Величаевско-Колодезном месторождении пористость 1,62 %, а проницаемость 0,041 мкм², то на Юбилейном соответственно 12,72 % и 0,02 мкм². Отмеченную закономерность подтверждает и характерное изменение дебитов по отдельным скважинам названных площадей.

Нужно отметить, что лабораторные исследования керн не всегда отражают истинное значение емкостных характеристик коллекторов. В какой-то степени этот недостаток восполняют гидродинамические исследования, проведенные на месторождениях. Средние значения проницаемости, полученные в результате этих исследований составляют 0,09 мкм² (Зимняя Ставка), и 0,22 мкм² (Юбилейное).

Другим регионально продуктивным комплексом в разрезе пермо-триасовых отложений Восточного Предкавказья является кизлярская свита –терригенно-карбонатная толща анизийского яруса. Сложный литофациальный характер распространения отложений кизлярской свиты показывает, что бассейн осадконакопления имел субширотную ориентировку с хорошо фиксируемыми зонами мелководья и глубоководных котловин. Границы распространения этих отложений обусловлены деятельностью регионального размыва, уничтожившего значительную часть отложений.

Большинство залежей УВ анизийского яруса приурочены к ловушкам южной литофациальной зоны, в которой выделяются две подзоны. Первая имеет преимущественно карбонатный состав (оолитовые известняки, доломиты и мергели), именно с ней связаны месторождения нефти (Солончаковое, Рифовое, Раздольное и др.). Вторая – двучленная,

примерно с равным соотношением карбонатной и терригенной части разреза, где скопления УВ приурочены к терригенным коллекторам (м-ние Сухокумское).

В зоне двучленного строения разреза нижняя подсвита сложена оолитовыми известняками, их коллекторские свойства чрезвычайно низкие и обусловлены, в основном, микротрещинами шириной 0,1 мм. Выше по разрезу выделяется карбонатно-терригенная пачка с прослоями песчано-алевролитовых пород мощностью до 10-51 м. В песчаниках размер открытых пор достигает 15-20 мкм². Трещинная емкость имеет подчиненное значение и характерна для средней части свиты, представленной известняками и доломитами с интенсивной трещиноватостью. Верхнюю часть кизлярской свиты карбонатной подзоны слагают мощные пачки пелитоморфных известняков и мергелей. Известняки представляют собой постдиагенитические образования, в которых пелитовый материал был полностью замещен кальцитом (Г.Т. Юдин, 1972 г.).

Таким образом, емкостно-фильтрационная характеристика пород среднего триаса оценивается низкими значениями открытой пористости (от 1 до 4 %) и слабой проницаемостью (от 0,1 до 0,05 мкм²).

Геологические предпосылки (наличие структурных ловушек, коллекторов, условия формирования и сохранения залежей нефти и газа) определяющие перспективность палеозойских отложений на территории Дагестана оцениваются благоприятно.

В связи со слабой геологической изученностью отложений палеозойского фундамента на территории Дагестана оценить реальные перспективы их нефтегазоносности как в качественном, так и в количественном отношении затруднительно. Особенности тектонического строения поверхности палеозойского фундамента (многочисленные дизъюнктивные нарушения, внедрение гранитных тел и активная эффузивная деятельность, наличие длительных перерывов и несогласий, обусловивших формирование коры выветривания) накладывают определенный отпечаток как на оценку перспектив нефтегазоносности палеозойского фундамента, так и тесно связанных с ним вышележающих осадочных образований – переходного триасового комплекса и платформенного чехла.

В первую очередь заслуживают внимания зоны повышенной трещиноватости, связанные с дизъюнктивными нарушениями. Это по существу одна из перспективных ловушек УВ неантиклинального типа, которые при определенных условиях могут содержать их скопление. Определенный интерес для поисков залежей нефти и газа представляют и эрозионные выступы фундамента и их склоны, на которых происходило накопление элювиальных осадков, а также зоны сочленения крупных тектонических элементов: вала Карпинского, Восточно-Маньчского прогиба и Прикумской системы поднятий, где имеются благоприятные предпосылки для формирования различного рода структурных залежей и залежей связанных с литологическим, стратиграфическим и тектоническим экранированием.

Для повышения эффективности поиска таких залежей УВ необходимо проведение дополнительного комплекса исследований (геофизические, литолого-фациальные, палеоструктурные, геохимические, гидрогеологические и др.), которые позволят достоверно установить структурные особенности, местоположение, характер разрывных нарушений и связанных с ними зон повышенной трещиноватости и раздробленности пород.

Литература

1. Дубинский А.Я. Девон складчатого основания Предкавказья. «Геология нефти и газа». № 5. 1960 г.
2. Гасангусейнов Г.Г. Шарафутдинов Ф.Г., Воцалевский З.С. О нефтегазоносности пермских и триасовых отложений юга Калмыкии. «Геология нефтегазоносных комплексов мезозоя» Махачкала, 1979 г. вып. 4.
3. Летавин А.И. Принцип тектонического районирования и структура платформы юга СССР Москва. «Наука» 1972 г.
4. Шарафутдинов Ф.Г., Мирзоев Д.А. Геология и нефтегазоносность доюрских образований Восточного Предкавказья. Махачкала, 1978 г.

5. Шарафутдинов Ф.Г. Анализ и обобщение результатов геолого-разведочных работ на нефть и газ по палеозойским отложениям Дагестана. Махачкала, «СевКавГеология» 2001 г.
6. Шарафутдинов Ф.Г., Мирзоев Д.А. Геология нефтегазоносных месторождений Дагестана и прилегающей акватории Каспийского моря. Махачкала, 2001 г.

ПРИРОДНЫЕ ПАМЯТНИКИ ОБЛАСТИ ВНУТРЕННЕГО СЛАНЦЕВОГО ДАГЕСТАНА

Юсупов^{1,2} А.Р., Черкашин^{1,2} В.И., Курбанова³ Г.М., Гусейнова¹ А.Ш.

¹Институт геологии ДНЦ РАН, ²Дагестанский государственный университет

³Дагестанский государственный педагогический университет

Область внутреннего сланцевого Дагестана тянется от бассейна р. Андийское Койсу на западе до р. Самур – на востоке. На севере она граничит с южными моноклинальными куэстовыми известняковыми хребтами, а на юге – с подножием Бокового хребта. Первичный тектонический рельеф этой области сильно расчленен главными водными артериями и их притоками. Благодаря тому, что большая часть этой области сложена неметаморфизованными сланцами средней юры, легко поддающимся эрозии, эродирована и денудирована. Судя по останцам синклинальных плато (Гунибское, Тли-меэр, Гестинкиль), сложенных сверху верхнеюрскими известняками, положительные формы тектонического рельефа (антиклинали), которые были сложены сверху более молодыми верхнемеловыми и палеогеновыми отложениями, находились выше современного уровня, на 1000 с лишним метров, т.е. в результате процессов денудации, горы здесь снизились более чем на 1000 метров по сравнению с современным уровнем. Доминирующими в орографии местности формами рельефа являются восточное окончание Самурского хребта, Джуфу-дагский горст-антиклинорий, а также отрог Бокового хребта – водоразделы рек Андийское, Аварское и Казикумукское Койсу.

Крупными отрицательными формами рельефа являются долины названных рек, межгорные котловины (Агвалинская, Голотлинская, Андамайданская, Казикумукская).

На участках пересечения толщ жестких пород (песчаников), образованы глубокие каньоны: Казикумукский (фото 1), Магудере (фото 2), Кара-Койсу (3) и другие.



Фото 1. Казикумукский каньон



Фото 2. Магудере

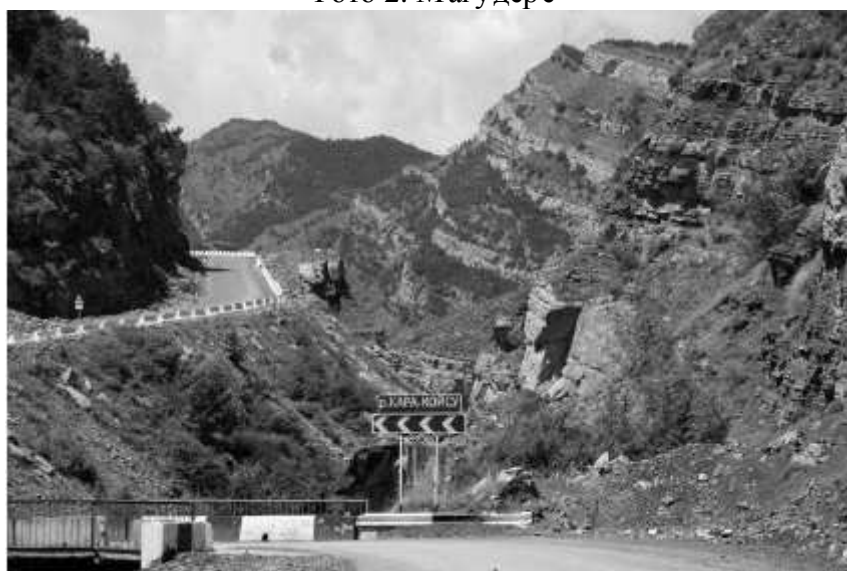


Фото 3. Кара-Койсу

Благодаря тому, что в породах, слагающих эту область, преобладают неметаморфизованные сланцы средней юры, характерной чертой этой области является мягкие очертания рельефа (в основном). На полосе распространения чередующихся пачек, слоев песчаников и сланцев и мощных пластов песчаников, характерны ступенчатые формы рельефа с порогами и водопадами по рекам.

Еще одной отличительной чертой этой области является бурное развитие оползней и селевых потоков во время обильных дождей, которые часто приводят к изменению рельефа, ландшафтов и большим разрушениям. Многие древние оползни не только являются памятниками природы, но и имеют историческое значение.

В области внутреннего сланцевого Дагестана наиболее выразительными геоморфологическими типами памятников природы являются останцы синклиналиных плато, сложенных сверху известняками нижнего мела и верхней юры.

Они, как реликты мощных сульфатно-карбонатных толщ, некогда слагающих эти районы, располагаются в виде отдельных усеченных пирамид, к которым относятся плато: Гунибское (фото 4), Тли-меэрское (фото 5), Щунудагское (фото 6); горные вершины: Шалбуздаг (фото 7) и Гестинкиль (фото 8).



Фото. 4. Гунибское плато



Фото 5. Тли-меэрское плато.



Фото 6. Щунудагское плато.



Фото 7. Шалбуздаг



Фото 8. Гестинкиль

Красота этих останцев – региональных памятников природы, подчеркивается еще тем, что толщи белых известняков, иногда с гипсами вверху, лежат на пьедестале темных сланцев средней юры. Стратиграфические типы ПП этой области наиболее ярко выражены в разрезах средней юры, где мощные толщи и пласты песчаников чередуются с толщами темных сланцев или пачками мелко чередующихся слоев сланцев, песчаников и алевролитов.

Образцовыми (эталонными) в этом отношении разрезами являются: Советский – по р. Аварское Койсу, Чохский – по р. Кара-Койсу, Кулатинский – по р. Улучай (Буган чай), Рубасчайский, Чирах-чайский и другие.

Минералого-петрографические типы ПП хорошо выражены в заброшенных рудниках: Хлекском ртутном (188), Присамурском месторождении железных руд, а также Хар агском проявлении гагата.

Из гидроминеральных типов ПП наиболее интересными являются: источники минеральных вод Рычал-Су, где производится разлив для бальнеологических и питьевых целей, Кутульский источник содовых вод (190), Аликентский источник сероводородных вод. Крупными тектоническими ПП этой области являются: Улучаринская антиклиналь, Джуфудагский горст-антиклинорий. Более мелкие и, в то же время, весьма интересные складки, зоны смятия и другие тектонические нарушения наблюдаются по р. Андийское

Койсу в районе сел. Агвали-Цумада, по бортам рек Кара-Койсу, Казикумухское Койсу, каньона Магудере и других местах.

Литература

1. Абих Г.В. О строении и геологии Дагестана. Горн. журн., 1862. №4.
2. Барбот-де-Марни Н.И. Отчет об исследованиях минеральных богатств и геологического строения Дагестана. Матер. для геол. Кавказа, сер.2, кн.9, 1895.
3. Брод И.О. Геологическое строение восточной части северного склона Кавказа. Л. 1960
4. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Черкашин В.И. Области распространения и типы геологических памятников Дагестана // Труды Института геологии ДНЦ РАН. Вып. 63. Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия. Махачкала. 2014. С.335-340.
5. Юсупов А.Р., Черкашин В.И. Геолого-географические памятники Дагестана. Труды Института геологии ДНЦ РАН. Вып. 62. Махачкала, 2013. С.169-172.

ГЕОДИНАМИКА, ТЕКТОНИКА И СЕЙСМИЧНОСТЬ

УДК 530348098.64 (470.6)

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ ПРЕДВЕСТНИК СЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОСТАНЦИЙ ДАГЕСТАНА

Адилов З.А., Асманов О.А., Аиурбеков З.И.

Единая геофизическая служба РАН, Дагестанский филиал

Рассматривается временная и пространственная связь кинематического прогностического параметра ТАУ и сейсмического поля по данным сейсмостанций Дагестана

Ключевые слова: прогностический параметр, землетрясение, сейсмическая станция

We consider the temporal and spatial relationship of the kinematic prognostic parameter TAU and seismic field according to the seismic stations of Dagestan

Keywords: prognostic parameter, earthquake, seismic station

Важным параметром, позволяющим повысить точность определения основных параметров землетрясений, является соотношение скоростей продольных и поперечных волн (v_p/v_s) в геофизической среде. Исследования, связанные с поведением отношения скоростей продольных и поперечных волн v_p/v_s перед землетрясениями имеют уже почти полувековую историю. На последней стадии подготовки землетрясения рост полей напряжений ведет к потере устойчивости среды и соответствующему разбросу значений параметров различных геофизических полей, в том числе и в поле времен пробега сейсмических волн. На этом основан кинематический предвестник землетрясений наблюдения за вариациями времен пробега P - и S - волн и их отношений - T_s/T_p (параметр τ - ТАУ) в пространстве и времени [1]. Расчет единичных значений параметра ТАУ производится по формуле:

$$\tau = \frac{(T_s - T_{\sigma})}{(T_p - T_{\sigma})} + 1,$$

где разность $T_s - T_p$ - разность прихода P- и S - волн на станции регистрации, T_{σ} - время в очаге, определенное по группе станций. Прогностические кривые ТАУ по станциям Буйнакск, Аракани, Дылым-Дубки представлены на рис. 1-3, где по оси абсцисс отложено время в днях, а по оси ординат - относительный параметр χ , который рассчитывается по формуле:

$$\chi = F\left(\sum [A\sigma_{min}]\right) \parallel F\left(\sum [A\sigma_{max}]\right)$$

где $F(x) = 1000 - x^4$ при $x < \sigma$; $F(x) = 1000 + x^4 + x^2$ при $x > \sigma$, где σ - среднеквадратичная ошибка среднего, рассчитанного за длительное время. Единственным условием метода является непрерывная регистрация и локализация землетрясений сетью сейсмических станций, дополнительная дорогостоящая аппаратура для наблюдений за предвестником и вычисления прогностического параметра не требуется.

Аномалии на прогностических кривых ТАУ предвещают сильные землетрясения, так землетрясение 10-го энергетического класса, зарегистрированное в 14 км северо-восточнее от Дылыма 23 августа 2015 г предвещалось аномалиями на кривых сейсмостанций Буйнакск, Аракани, Дылым-Дубки (на рис. 1-3 показаны стрелками с подписью). Землетрясение того же энергетического класса, происшедшее 30 октября 2015 г., предвещалось аномалиями на кривых сейсмостанций Аракани, Дылым, Дубки (на рис. 1-3 показаны стрелками с подписью), Унцукуль, Хунзах, Сергокала и др., но не проявилась на станции Буйнакск. Причем, в первом случае аномалия достигла пика 22 августа за день до землетрясения, а во втором случае - 27 октября за 3 дня до землетрясения.

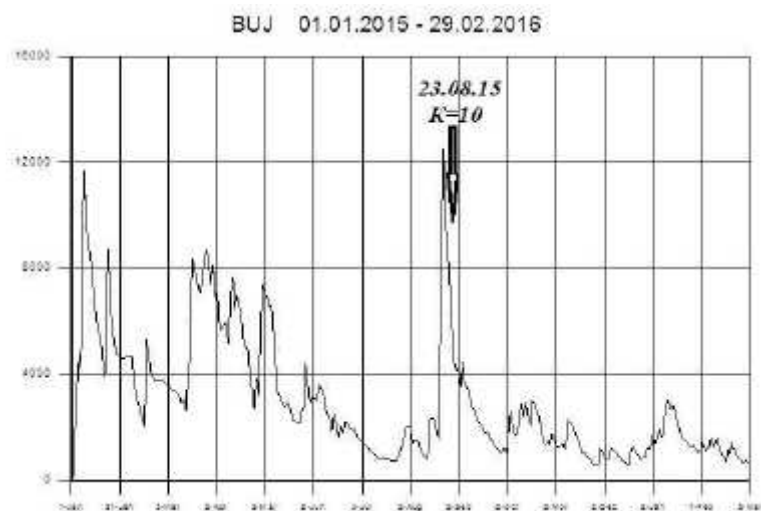


Рис. 1. Прогностическая кривая ТAU по станции Буйнакск



Рис. 2. Прогностическая кривая ТAU по сейсмостанции Аракани.

Прогностические кривые дают локализацию ожидаемого землетрясения во времени. С целью пространственной локализации ожидаемого землетрясения мы строили карты пространственного распределения отношения скоростей продольных и поперечных волн v_p/v_s . Так, на рис. 4 приведены карты пространственного изменения отношений скоростей продольных и поперечных волн v_p/v_s в разные кварталы 2015 г и соответствующие им карты эпицентров землетрясений в следующий за этим кварталом месяц. Сравнение карт выявляет хорошую корреляцию зон повышенных значений отношений скоростей продольных и поперечных волн v_p/v_s (соответствующие зоны пронумерованы римскими цифрами) в квартал и зон скопления эпицентров землетрясений в следующий за этим кварталом месяц.

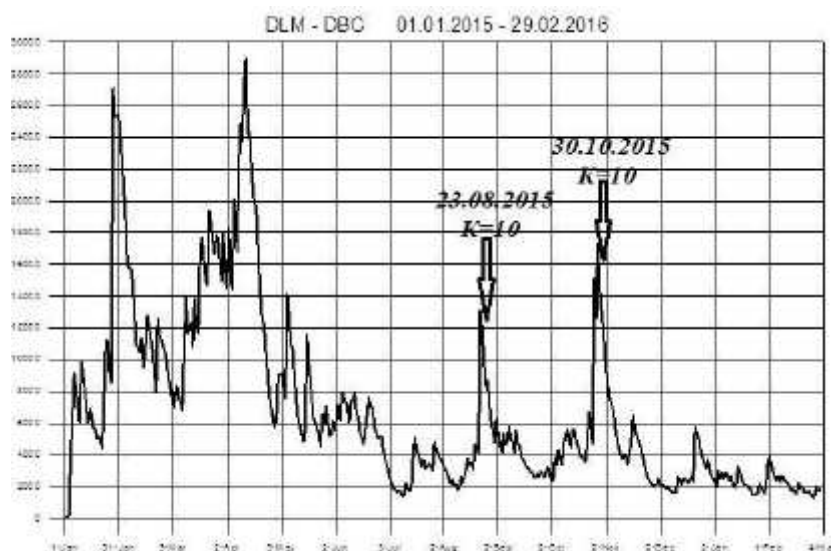


Рис. 3. Прогностическая кривая TAU по сейсмостанциям Дылым и Дубки

Как известно, коэффициент Пуассона среды – характеристика состояния среды, определяется по соотношению v_p/v_s согласно выражению:

$$\sigma = \frac{1}{2} \left[1 + \left(\frac{v_p}{v_s} \right)^2 - 1 \right], \quad (2)$$

где σ – коэффициент Пуассона среды; v_p , v_s – скорости продольной и поперечной волны, соответственно. Диапазон изменения коэффициента Пуассона от 0 до 0.5 охватывает весь возможный спектр состояний среды.

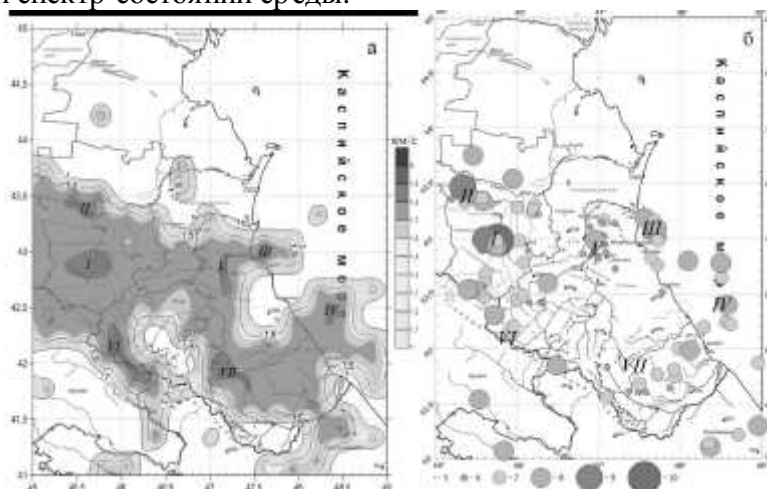


Рис. 4. Карта «а» отношения скоростей продольных и поперечных волн в IV квартал 2015 г и карта «б» эпицентров землетрясений в январе 2016 г

На рис. 5 показан график изменения соотношения скоростей продольных и поперечных волн (v_p/v_s) с глубиной, из которого видно, что среднее значение v_p/v_s увеличивается от значения 1.7 на глубине 3 км до значения 1.83 на глубине 50 км с коэффициентом возрастания 0.0029. Наблюдается резкое уменьшение разброса v_p/v_s относительно среднего значения в интервале глубин от 13 км до 17 км.

Подобное же поведение наблюдается для коэффициента Пуассона, который возрастает от значения 0,23 на глубине 3 км и возрастает до значения 0,29 на глубине 50 км с коэффициентом возрастания 0,0012.

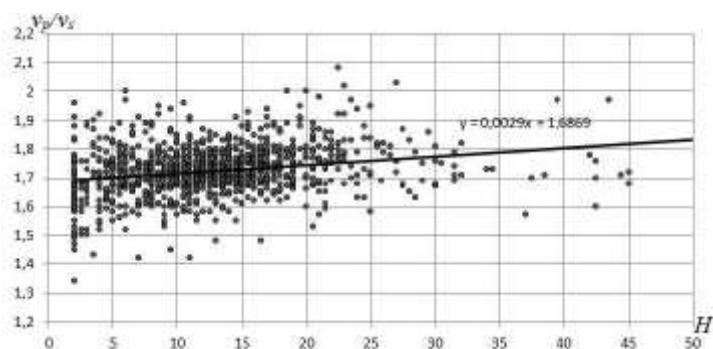


Рис. 5. Изменение соотношения скоростей продольных и поперечных волн с глубиной

Литература

1. Славина Л.Б., Мячкин В.В. К вопросу о времени и месте возникновения кинематических предвестников сильных землетрясений //Модельные и натурные исследования очагов землетрясений. М.: Наука, 1991. С. 71-78.
2. Славина Л.Б., Левина В.И., Бахтиярова Г.М. Мониторинг прогностического параметра ТАУ по данным сейсмических станций Камчатки. //Гр. Региональной научно-тех. конф. "Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России". Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2008. Т. 2. С.69-73.

АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА И ЕЁ ПРОЯВЛЕНИЕ В НАБЛЮДАЕМЫХ ПАРАМЕТРАХ НА СЕТИ ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ДАГЕСТАНА В 2014 г.

*Алиев И.А., Магомедов А.Г., Мусаев М.А., Идармачев А.Ш.
Институт геологии Дагестанского НЦ РАН*

Для анализа сейсмической активности (СА) и последовательных движений эпицентров была выбрана область с координатами: по широте от 34° до 46° СШ, и по долготе от 40° до 56° ВД, а также сейсмические события (СС) с $M \geq 4$ и глубиной очага от 4 до 50 км, которые в большинстве случаев отражаются в вариациях наблюдаемых параметров сети станций Института геологии ДНЦ РАН. В область входят Кавказ, Каспийское море и части территории Турции, Ирака, Ирана и Туркменистана. Некоторые исследователи считают, что область, выбранная нами для анализа СА чрезмерно велика, а магнитуды СС $M \geq 4$ – малы для анализа их воздействия на такой площади. Напомним, что наблюдательные пункты сети расположены на левом борту крупного, глубинного Срединного разлома и однотипная аппаратура, при таких условиях, более чувствительна к деформационным процессам, чем находящаяся в безразломной зоне. Или другими словами: в разломной зоне - в среде, которую анализирует аппаратура, происходят, от одинаковых деформационных процессов, большие изменения. Поэтому анализ СС с $M \geq 4$ наиболее подходит для исследования последовательных движений эпицентров, и тем более, что СС $M \geq 5$ редкие. Сейсмические события для выбранной области за исследуемый период взяты из каталогов ГС (Геофизической службы) РАН и EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre) [1,2]. На рис.1 представлены последовательные движения эпицентров СС за 1 – полугодие рис.1а, 2 - полугодие рис.1б.

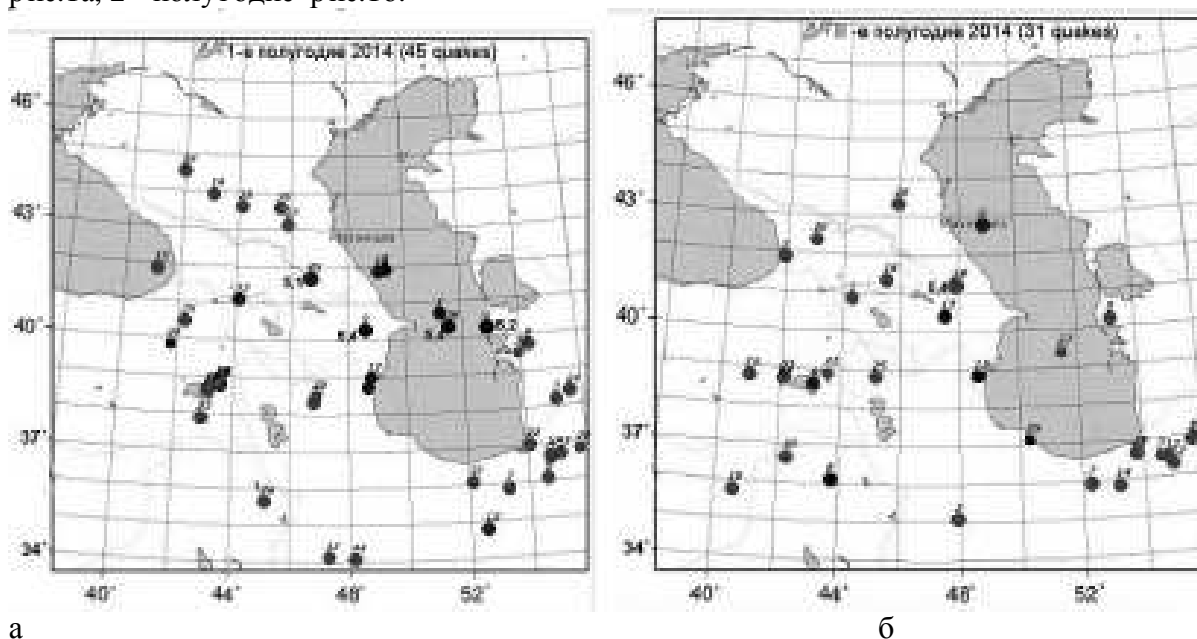


Рис.1 Последовательность сейсмических событий: за 1– полугодие (а), за 2 - полугодие (б).

Данные о магнитудах, испытываемых деформациях от этих СС на наблюдательных пунктах, и других параметров приведены в таблице 1. Как видим из таблицы минимальные значения магнитуд $M=3,9$, а мы отмечаем, что анализируем с $M \geq 4$. Это связано с тем, что составители каталогов СС постоянно проводят уточнения вычисляемых значений магнитуд, а они меняются в пределах $\pm 0,15$, и для того чтобы не потерять СС из серии, мы для анализа рассматриваем СС с $M=3,9$. Как видно из рисунка и таблицы в 1 - полугодии произошло 4 СС с $M \geq 5$, а во 2 – полугодии всего 2. Мы ранее неоднократно отмечали, что при разрядке тектонических напряжений вызываемых движением Африканской и Аравийских плит, при повышении коэффициента корреляции между рядами данных [3,4], последовательные движения эпицентров идут в северо-северо-восточном направлении.

Таблица 1.

Сейсмические события произошедшие в исследуемом районе в 2014 г.

№	Date	Lat	Lon	Depth (km)	Magn	Deformation				
						Махачкала	Турали	Избербаш	Чиркей	Заузенбаш
1	02.01.14	40,70	51,29	40	4,2	2,01E-11	2,12E-11	3,02E-11	1,48E-11	1,90E-11
2	10.01.14	41,86	49,41	80	4,8	1,30E-09	1,46E-09	3,14E-09	7,14E-10	1,16E-09
3	10.01.14	38,40	55,15	10	4,0	1,19E-12	1,22E-12	1,44E-12	1,02E-12	1,16E-12
4	14.01.14	40,33	52,95	48	5,2	2,65E-10	2,75E-10	3,52E-10	2,06E-10	2,51E-10
5	20.01.14	36,80	54,81	2	4,0	8,28E-13	8,48E-13	9,90E-13	7,35E-13	8,18E-13
6	25.01.14	36,25	54,64	2	4,1	1,04E-12	1,06E-12	1,23E-12	9,30E-13	1,03E-12
7	30.01.14	35,95	53,30	10	4,0	8,31E-13	8,51E-13	9,97E-13	7,56E-13	8,31E-13
8	08.02.14	39,87	54,33	10	4,7	2,51E-11	2,59E-11	3,14E-11	2,04E-11	2,40E-11
9	10.02.14	40,23	48,63	55	5,4	2,54E-09	2,71E-09	4,33E-09	2,16E-09	2,70E-09
10	18.02.14	38,73	43,57	40	4,6	2,74E-11	2,76E-11	2,99E-11	3,28E-11	3,07E-11
11	27.02.14	38,66	48,71	30	4,1	7,88E-12	8,20E-12	1,09E-11	7,34E-12	8,30E-12
12	02.03.14	34,85	52,55	16	4,0	6,53E-13	6,68E-13	7,72E-13	6,09E-13	6,59E-13
13	05.03.14	38,67	43,18	7	4,2	6,06E-12	6,10E-12	6,52E-12	7,27E-12	6,78E-12
14	07.03.14	43,94	43,06	2	4,2	2,52E-11	2,40E-11	1,80E-11	3,92E-11	2,81E-11
15	15.03.14	41,95	41,14	1	4,3	1,22E-11	1,20E-11	1,07E-11	1,69E-11	1,38E-11
16	15.03.14	41,81	49,14	20	4,5	5,66E-10	6,38E-10	1,53E-09	3,10E-10	5,16E-10
17	15.03.14	38,92	48,83	20	4,2	1,31E-11	1,37E-11	1,86E-11	1,20E-11	1,38E-11
18	18.03.14	38,80	43,58	2	4,2	7,13E-12	7,19E-12	7,77E-12	8,57E-12	8,02E-12
19	18.03.14	38,85	43,57	8	3,9	2,59E-12	2,61E-12	2,81E-12	3,12E-12	2,91E-12
20	19.03.14	37,06	55,79	10	3,9	5,21E-13	5,33E-13	6,17E-13	4,60E-13	5,12E-13
21	30.03.14	38,26	46,80	2	4,1	6,33E-12	6,51E-12	8,04E-12	6,58E-12	6,91E-12
22	31.03.14	37,15	54,11	2	4,4	4,17E-12	4,28E-12	5,06E-12	3,68E-12	4,12E-12
23	03.04.14	37,85	42,96	3	4,5	1,14E-11	1,15E-11	1,23E-11	1,33E-11	1,26E-11
24	10.04.14	38,62	55,67	2	4,5	6,25E-12	6,41E-12	7,50E-12	5,33E-12	6,05E-12
25	14.04.14	43,60	44,15	5	4,0	3,02E-11	2,82E-11	1,96E-11	5,58E-11	3,52E-11
26	16.04.14	35,57	45,20	10	4,3	3,06E-12	3,11E-12	3,48E-12	3,23E-12	3,26E-12
27	27.04.14	43,09	45,86	2	4,6	2,19E-09	1,94E-09	9,99E-10	1,04E-08	3,23E-09
28	27.04.14	39,87	41,81	22	3,9	2,31E-12	2,30E-12	2,29E-12	2,97E-12	2,61E-12
29	03.05.14	44,57	41,96	10	4,0	6,03E-12	5,78E-12	4,55E-12	8,32E-12	6,48E-12
30	08.05.14	38,43	46,86	2	3,9	3,55E-12	3,66E-12	4,56E-12	3,68E-12	3,88E-12
31	10.05.14	36,10	52,14	9	4,2	2,06E-12	2,11E-12	2,50E-12	1,89E-12	2,07E-12
32	21.05.14	39,63	53,97	10	3,9	1,66E-12	1,71E-12	2,10E-12	1,35E-12	1,59E-12
33	26.05.14	41,08	44,13	13	4,0	1,55E-11	1,54E-11	1,52E-11	2,34E-11	1,90E-11
34	27.05.14	38,85	43,57	2	4,4	1,45E-11	1,47E-11	1,58E-11	1,75E-11	1,64E-11
35	28.05.14	40,51	42,28	2	4,3	1,38E-11	1,37E-11	1,34E-11	1,86E-11	1,58E-11
36	02.06.14	43,54	45,57	2	4,5	7,80E-10	6,94E-10	3,70E-10	2,11E-09	9,56E-10
37	06.06.14	36,87	54,74	2	3,9	6,06E-13	6,21E-13	7,26E-13	5,37E-13	5,98E-13
38	07.06.14	40,32	51,58	44	5,4	9,14E-10	9,60E-10	1,32E-09	6,99E-10	8,75E-10
39	11.06.14	38,61	43,14	5	4,3	8,25E-12	8,30E-12	8,87E-12	9,87E-12	9,22E-12
40	12.06.14	38,77	43,51	2	3,9	2,45E-12	2,47E-12	2,66E-12	2,94E-12	2,75E-12
41	13.06.14	36,94	55,15	2	4,4	3,21E-12	3,29E-12	3,83E-12	2,84E-12	3,17E-12

42	13.06.14	38,68	43,18	3	4,0	3,05E-12	3,07E-12	3,28E-12	3,66E-12	3,41E-12
43	18.06.14	34,04	47,33	2	4,6	5,34E-12	5,43E-12	6,12E-12	5,38E-12	5,56E-12
44	29.06.14	34,00	48,20	10	4,1	9,32E-13	9,48E-13	1,08E-12	9,26E-13	9,66E-13
45	29.06.14	41,62	46,68	20	5,1	6,50E-09	6,85E-09	9,83E-09	9,04E-09	9,44E-09
46	06.07.14	40,81	44,35	2	4,0	1,47E-11	1,47E-11	1,52E-11	2,14E-11	1,80E-11
47	12.07.14	35,00	47,95	2	4,2	1,88E-12	1,92E-12	2,21E-12	1,87E-12	1,96E-12
48	15.07.14	36,72	54,59	2	3,9	5,97E-13	6,12E-13	7,15E-13	5,31E-13	5,90E-13
49	19.07.14	38,59	43,13	13	4,1	4,09E-12	4,11E-12	4,39E-12	4,89E-12	4,56E-12
50	19.07.14	41,93	41,93	2	4,2	1,26E-11	1,23E-11	1,09E-11	1,82E-11	1,44E-11
51	31.07.14	42,71	48,92	20	4,6	3,07E-09	3,58E-09	7,89E-09	1,01E-09	2,10E-09
52	16.08.14	35,95	52,30	8	4,3	2,70E-12	2,77E-12	3,27E-12	2,48E-12	2,72E-12
53	18.08.14	36,07	43,81	250	4,2	2,30E-12	2,32E-12	2,55E-12	2,50E-12	2,47E-12
54	21.08.14	40,29	53,23	10	4,0	3,72E-12	3,86E-12	4,87E-12	2,92E-12	3,53E-12
55	27.08.14	35,85	40,64	10	4,3	1,94E-12	1,94E-12	2,03E-12	2,17E-12	2,07E-12
56	30.08.14	40,32	47,58	36	4,0	2,55E-11	2,70E-11	4,16E-11	2,47E-11	2,89E-11
57	06.09.14	36,50	54,98	10	4,6	5,88E-12	6,02E-12	6,99E-12	5,25E-12	5,81E-12
58	07.09.14	36,70	54,85	10	4,4	3,18E-12	3,26E-12	3,80E-12	2,83E-12	3,15E-12
59	16.09.14	35,92	53,21	10	4,1	1,18E-12	1,21E-12	1,41E-12	1,07E-12	1,18E-12
60	18.09.14	38,77	48,67	52	4,6	4,79E-11	4,99E-11	6,70E-11	4,46E-11	5,06E-11
61	28.09.14	38,84	40,97	5	4,0	1,80E-12	1,80E-12	1,81E-12	2,19E-12	1,99E-12
62	29.09.14	41,13	47,94	12	5,4	9,12E-09	1,00E-08	2,02E-08	7,55E-09	1,04E-08
63	03.10.14	41,28	45,54	2	4,1	6,06E-11	6,13E-11	6,73E-11	9,57E-11	8,04E-11
64	04.10.14	41,11	47,93	6	5,0	2,22E-09	2,44E-09	4,87E-09	1,85E-09	2,53E-09
65	08.10.14	42,36	43,03	2	4,0	1,28E-11	1,24E-11	1,05E-11	2,08E-11	1,52E-11
66	10.10.14	38,84	43,61	2	3,9	2,60E-12	2,62E-12	2,83E-12	3,13E-12	2,93E-12
67	<u>30.10.14</u>	38,74	42,11	13	4,6	1,88E-11	1,88E-11	1,95E-11	2,28E-11	2,09E-11
68	<u>30.10.14</u>	38,72	42,13	7	3,9	1,67E-12	1,67E-12	1,73E-12	2,02E-12	1,86E-12
69	06.11.14	37,18	55,71	10	4,0	7,71E-13	7,89E-13	9,13E-13	6,79E-13	7,56E-13
70	23.11.14	37,09	50,33	190	3,9	1,38E-12	1,42E-12	1,75E-12	1,27E-12	1,41E-12
71	24.11.14	43,28	45,91	10	4,6	2,22E-09	1,93E-09	9,29E-10	9,35E-09	3,04E-09
72	01.12.14	39,41	51,49	10	3,9	3,35E-12	3,50E-12	4,67E-12	2,74E-12	3,30E-12
73	05.12.14	36,78	53,79	10	4,1	1,40E-12	1,44E-12	1,70E-12	1,25E-12	1,39E-12
74	15.12.14	38,74	45,20	10	4,4	1,99E-11	2,02E-11	2,35E-11	2,27E-11	2,23E-11
75	23.12.14	36,68	42,33	2	4,1	1,65E-12	1,66E-12	1,77E-12	1,85E-12	1,78E-12
76	30.12.14	37,16	55,64	8	4,0	7,77E-13	7,96E-13	9,22E-13	6,85E-13	7,63E-13

Проанализируем, как меняются в 2014 году значения коэффициента корреляции между рядами (КС) наблюдаемых данных сети станций ИГ ДНЦ РАН. На рис.2 показаны вариации коэффициента корреляции за рассматриваемый период. На рисунке отмечаются 3 периода увеличения коэффициента корреляции между рядами анализируемых данных, в январе-феврале, июне и октябре 2014 г. Обращаясь к табл.1. можно отметить, что именно в эти периоды отмечаются самые значительные СС с $M \geq 5$ события 2014 года. В первый период произошли 2 СС, во второй также 2 СС, а в третий, когда k приближается к своему максимальному значению 0,4 и его увеличение началось в сентябре, 1 СС с $M=5,4$, пик в октябре 1 СС с $M=5,0$ и спад в ноябре 1 СС с $M=4,6$. Отсюда, и других наших публикаций [3,4,5], напрашивается вывод, что коэффициент корреляции между рядами анализируемых данных можно считать индикатором состояния среды, не только района сети станций, но и всего Дагестана и Восточного Кавказа.

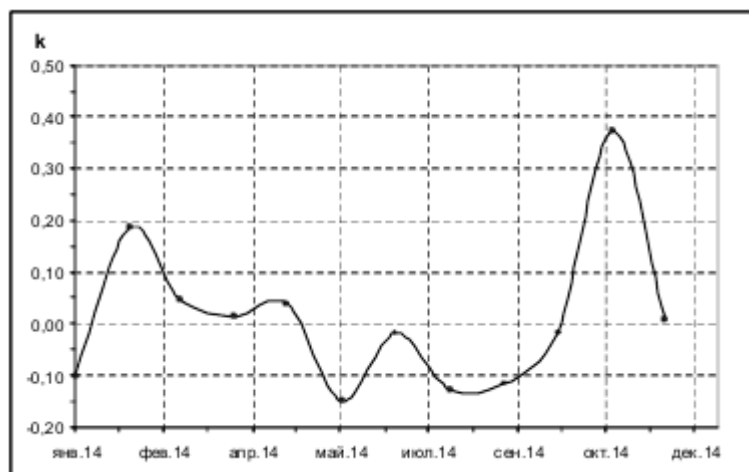


Рис.2 Вариации коэффициента корреляции между рядами анализируемых данных

Проанализируем, как отражаются на измеряемых геофизических и геохимических параметрах деформации от СС в анализируемом районе. Для детального анализа выберем периоды увеличения коэффициента корреляции между рядами анализируемых данных. Ниже представлены вариации геофизических параметров, кажущегося сопротивления горных пород (КС), полученные на сети станций ИГ ДНЦ РАН за 2014 г. Для удобства рассмотрения вариаций измеряемых параметров графики построим за периоды по 6 мес. На рис. 3 – 4 представлены вариации КС на измерительных пунктах Турали и Махачкала. На рис.5 – 6 представлены вариации КС на измерительных пунктах “Чиркей и Избербаш”.

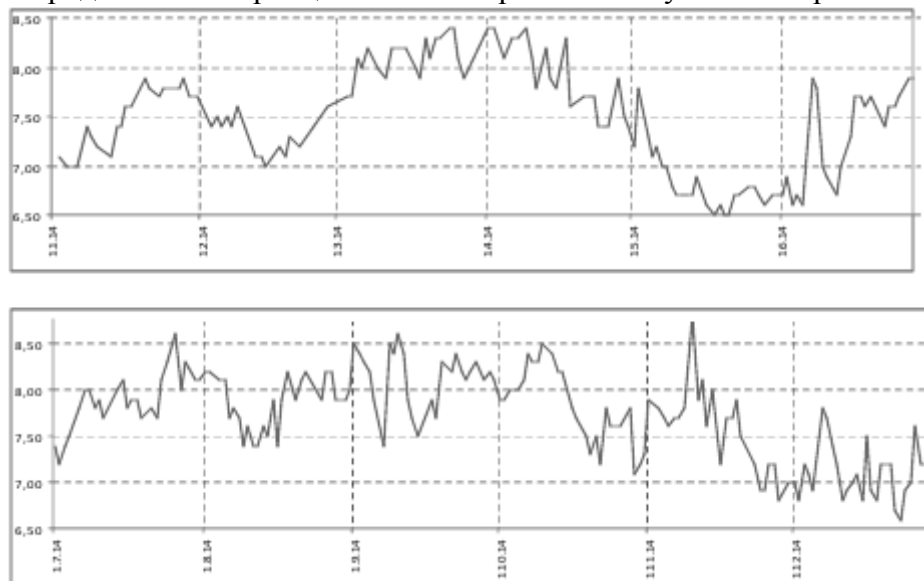


Рис.3 Вариации КС горных пород на пункте “Турали” по полугодиям 2014 г.

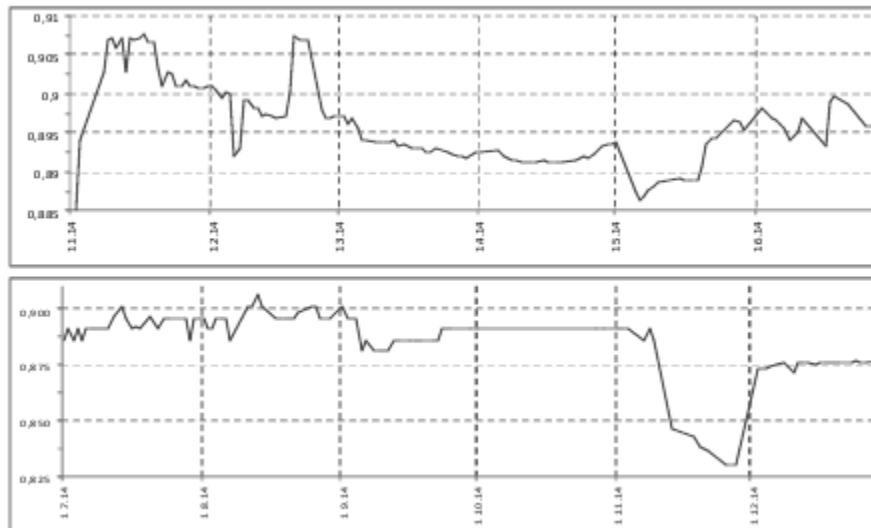


Рис.4 Вариации КС горных пород на пункте “Махачкала” по полугодиям 2014 г.

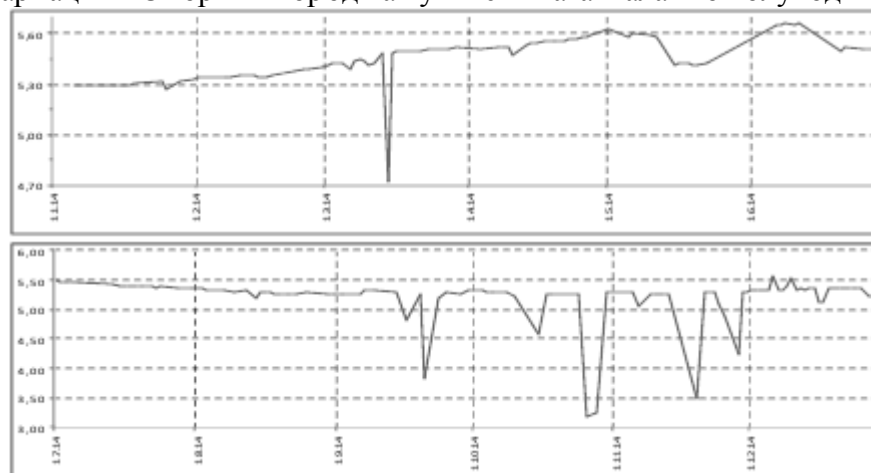


Рис.5 Вариации КС горных пород на пункте “Чиркей” по полугодиям 2014 г.

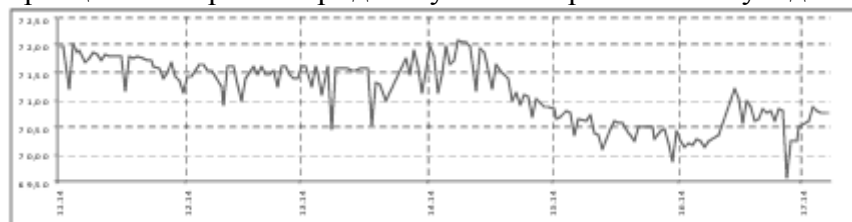


Рис.6 Вариации КС горных пород на пункте “Избербаш” (1-полугодие) 2014 г.

На рис.6 измерительном пункте “Избербаш” представлены только данные за 1-полугодие 2014 г., т.к. во 2- полугодии проводились профилактические работы, ремонт аппаратуры и данных нет. Из геохимических наблюдений на рис.7 представлены вариации гелия в изливающейся скважине на измерительном пункте “Заузенбаш” в 2014 г.

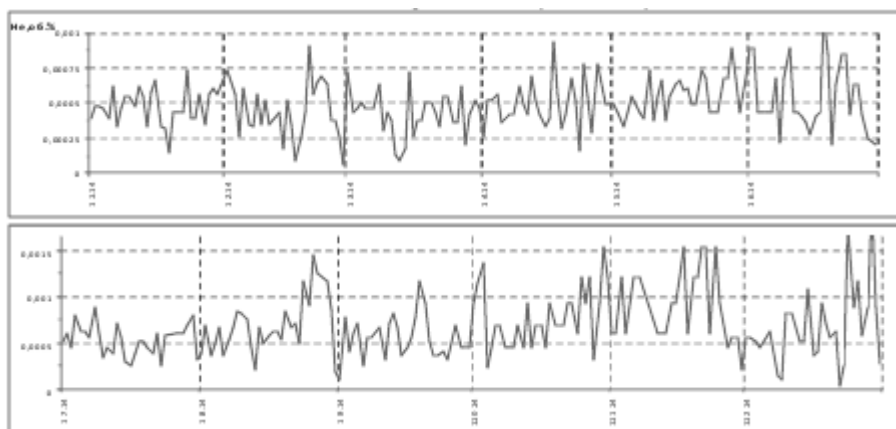


Рис.7 Вариации гелия (He, об.%) в изливающейся скважине пункт "Заузенбаш" по полугодиям в 2014 г.

Рассмотрим поведение наблюдаемых параметров в периоды увеличения коэффициента корреляции между рядами анализируемых данных, в январе-феврале, июне и октябре 2014г. Как видно из рис.3,4,5,6 в интересующие нас периоды отмечается: - на пункте "Турали" в 1-й период отмечается увеличение КС до 13%, во 2-м периоде до 12% и в 3-м периоде в среднем до 13%. На пункте "Махачкала" отмечается увеличение КС до 2,5%, во 2-м периоде до 1,5%, а в 3-м периоде (сентябрь-октябрь, нет измерений, интерполяция) отмечается уменьшение КС до 7,5%. На пункте "Чиркей" отмечается, в 1-й период, плавное увеличение КС на 3%, во 2-й увеличение до 10%, а в 3-м периоде, где отмечаются резкие скачки КС, в среднем до 35%. И на пункте "Избербаш", где данные только за 1-е полугодие, в 1-й период отмечаются скачки КС до 0,8%, а во 2-м периоде также скачки КС до 2%. По анализу вариаций КС горных пород можно сделать вывод: в периоды максимальных значений магнитуд СС и периоды увеличения коэффициента корреляции между рядами анализируемых данных наблюдаются значительные, синхронные с ними вариации КС. На представленном рисунке вариаций гелия, в периоды максимальных значений магнитуд СС и периоды увеличения коэффициента корреляции между рядами анализируемых данных, наблюдаются значительные аномальные вариации. Это является доказательством того, что коэффициент корреляции между рядами анализируемых данных можно считать индикатором состояния среды.

На рис.8 представлены деформации, вычисленные по формуле Добровольского [6] вызываемые СС $M \geq 4$ на сети пунктов наблюдений в 2014 г.

В периоды, которые мы анализируем с $M \geq 5$, наблюдаются значительные деформации, а менее значительные деформации в апреле и июле связаны с СС этого периода с $M = 4,6$ (табл.1). Отсюда можно сделать вывод, что в вариации наблюдаемых параметров значительный вклад вносят деформации от СС.

Детальный анализ изменений атмосферного давления, температуры и выпадений осадков в анализируемые периоды показал, что к вариациям наблюдаемых параметров они не имеют отношения. К такому же выводу об отсутствии влияния атмосферного давления, осадков и температуры на вариации КС горных пород мы приходили и ранее [7,8,9], но т.к. и читатели и рецензенты публикаций всегда интересуются им, мы каждый раз проводим такой анализ.

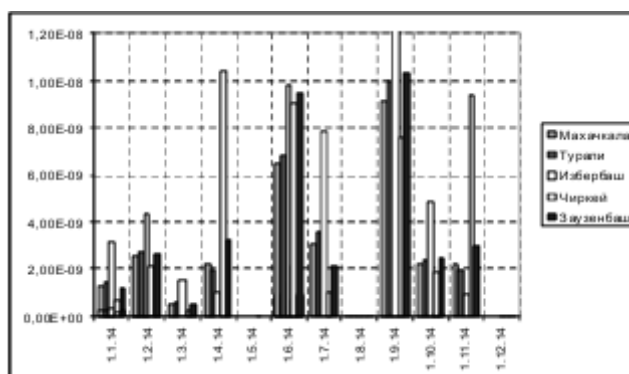


Рис.8 Деформации, вызываемые сейсмическими событиями $M \geq 5$ на сети пунктов наблюдений в 2014 г.

На основании всего вышеизложенного мы можем сделать следующие выводы:

1. Коэффициент корреляции между рядами анализируемых данных сети станций ИГ ДНЦ РАН имеет четкий физический смысл и его можно считать индикатором (индексом) состояния среды, не только района сети станций, но и всего Дагестана и Восточного Кавказа.
2. Область, для анализа сейсмической активности, и магнитуды сейсмических событий $M \geq 4$, выбранные нами для анализа их воздействия на такой площади, являются оптимальными для изучения.

Литература

1. www.ceme.gsras.ru
2. www.emsc-csem.org
3. Алиев И.А., Черкашин В.И., Мусаев М.А., Некоторые закономерности распределения эпицентров сейсмических событий в Черноморско-Кавказско-Каспийском регионе // Материалы II Международной научно-практической конференции «Природные опасности: связь науки и практики» Саранск. 2015. С.7-14.
4. Алиев И.А., Абдулаев Ш.-С.О., Мусаев М.А. Особенности распределения эпицентров сейсмических событий в Черноморско-Кавказско-Каспийском регионе в свете современных геодинамических движений // Материалы десятой Международной Сейсмологической школы «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». Бакв. 2015. С.10-13.
5. Алиев И.А., Магомедов А.Г., Илармачев А.Ш. Анализ вариаций геофизических полей в Черноморско-Кавказско-Каспийском регионе в свете современных геодинамических движений // Геология и геофизика юга России. №2. 2013. С.3-10.
6. Добровольский И.П. Механика подготовки тектонического землетрясения. М., 1984. №2. 188 с.
7. Абдуллаев Ш.-С. О. и др. Вариации кажущегося сопротивления горных пород, связанные с геодинамическими процессами в районе нефтегазового месторождения // Журнал «Вулканология и сейсмология» 2011. №3. С.155-170.
8. Илармачев Ш.Г. и др. Вариации кажущегося сопротивления горных пород в сейсмоактивном районе Дагестана // Материалы Всероссийской науч.-практич. конфер. «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа». Грозный. 2011. С.254-263.
9. Алиев И.А. и др. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород на измерительном пункте Махачкала 2007-2009 гг. // Материалы науч.-практич. конфер. «Геология и полезные ископаемые Кавказа». Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып. 57. Махачкала. 2011. С.279-282.

АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СЕТИ ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЙ В СЕЙСМОАКТИВНОЙ ОБЛАСТИ ДАГЕСТАНА

*Алиев И.А., Черкашин В.И., Магомедов А.Г., Мусаев М.А.
Институт геологии Дагестанского НЦ РАН*

Важной частью исследований, направленных на создание средств геофизического и геохимического контроля за изменениями тектонических напряжений в земной коре и вызываемые ими увеличения сейсмической активности, являются вопросы, связанные с повышением надежности выводов, полученных на этапе обработки поступающих данных после их всестороннего анализа. Анализ должен позволять выделять особенности динамики наблюдаемых геофизических и геохимических параметров и их связь с тектоническим фактором. Важным элементом исследований в получении правильных выводов является и длина анализируемого ряда наблюдений. Ранее [1,2,3] мы анализировали ряды геофизических и геохимических наблюдений от 1 года до 7 лет. Данная работа посвящена анализу результатов наблюдений за 1 месяц – январь 2012 г.

Для анализа сейсмической активности за рассматриваемый период использовался каталог EMSC [4]. Сейсмические события с $M \geq 3$ на территории Дагестана за январь 2012г. с расстояниями до наблюдательных пунктов и испытываемыми деформациями на них представлены в Табл.1. Все сейсмические события с $M \geq 4$ за этот же период, в области для расширенного анализа в координатах $34^\circ - 46^\circ$ СШ и $40^\circ - 56^\circ$ ВД, представлены в Табл.2.

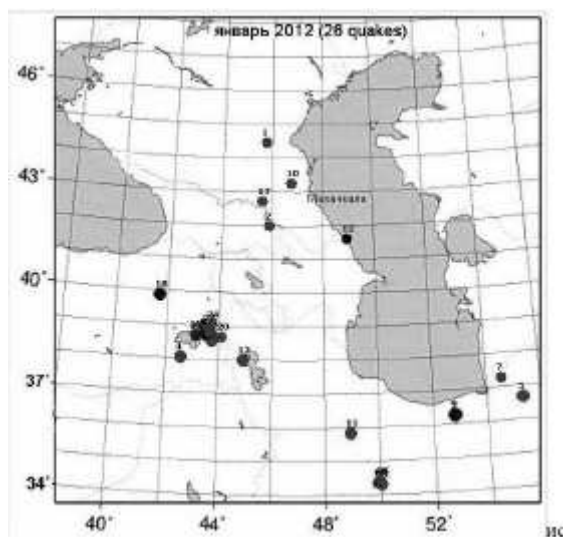


Рис.1 Последовательность сейсмических событий за 01.2012 г.

Последовательность сейсмических событий, за рассматриваемый период, с нумерацией представлена на рис.1. Как мы отмечали ранее [1] в рассматриваемый период 01.2012 г. коэффициент корреляции между рядами наблюдаемых параметров $k = 0,175$ очень мал. Это означает [1], ожидаемые движения последовательных сейсмических событий с $M \geq 4$ будут на север и северо-запад, что мы и наблюдаем. Так как от 40° СШ и выше, на территории Восточного Кавказа, не произошло ни одного сейсмического события с $M \geq 4$ за рассматриваемый период, поэтому для анализа сейсмической активности на территории Дагестана за январь 2012г. использовались сейсмические события с $M \geq 3$.

Таблица 1. Территория Дагестана $M > 3$ январь 2012 года

№	Date	Lat	Lon	Depth (km)	Mag	Distance (km)			Deformation						
						Махач	Изб	Чирк	Зауз	Махач	Турали	Изберб	Чиркей	Заузенб	
1	02.01.2012	44.42	45.34	10	3.6	14	221	268	185	213	1,20E-11	1,54E-11	1,617E-12	2,616E-11	1,724E-11
2	05.01.2012	41.92	45.90	5	3.6	76	177	178	137	154	3,02E-11	3,01E-11	7,965E-11	6,426E-11	4,58E-11
3	12.01.2012	43.19	46.76	10	3.7	54	71	114	27	55	8,74E-10	6,51E-10	7,93E-10	1,174E-08	1,381E-09
4	14.01.2012	41.55	48.95	40	3.8	99	191	144	234	203	4,21E-11	4,72E-11	1,102E-10	2,569E-11	4,081E-11
5	20.01.2012	42.66	45.58	5	3.0	61	164	188	106	149	5,04E-12	4,71E-12	1,10E-12	1,743E-11	7,651E-12

Таблица 2. Территория в координатах $34^{\circ} - 46^{\circ}$ СШ и $40^{\circ} - 56^{\circ}$ ВД $M > 4$ январь 2012 года

№	Date	Lat	Lon	Depth (km)	Mag	Distance (km)			Deformation						
						Махач	Изб	Чирк	Зауз	Махач	Турали	Изберб	Чиркей	Заузенб	
1	06.01.2012	38.67	43.75	2	4.6	74	572	556	542	552	2,77E-11	2,8E-11	7,057E-11	3,305E-11	3,117E-11
2	06.01.2012	38.04	42.60	5	4.3	88	687	673	652	666	5,72E-12	5,75E-12	6,103E-12	6,714E-12	6,311E-12
3	07.01.2012	36.88	55.37	2	4.0	653	946	900	993	958	7,62E-13	7,8E-13	1,051E-13	6,752E-13	7,504E-13
4	10.01.2012	38.80	43.50	10	4.0	174	572	558	539	552	3,50E-12	3,53E-12	7,802E-12	4,212E-12	3,935E-12
5	10.01.2012	37.43	54.59	10	3.9	62	854	809	901	866	7,31E-13	7,3E-13	5,83E-13	6,401E-13	7,19E-13
6	11.01.2012	38.52	43.77	2	4.0	187	585	568	556	566	5,26E-12	3,3E-12	7,603E-12	3,853E-12	3,651E-12
7	11.01.2012	35.76	48.98	24	5.0	168	861	813	897	868	3,19E-11	3,28E-11	7,882E-11	2,892E-11	3,199E-11
8	13.01.2012	37.94	44.95	2	4.2	113	807	763	821	803	2,45E-12	2,51E-12	7,964E-12	2,384E-12	2,545E-12
9	16.01.2012	37.94	44.95	2	4.0	601	597	571	579	581	3,05E-12	3,1E-12	7,542E-12	3,401E-12	3,363E-12
10	18.01.2012	34.28	49.88	5	3.9	89	983	938	1000	981	4,83E-13	4,93E-13	7,661E-13	4,677E-13	4,959E-13
11	19.01.2012	38.71	43.10	5	3.9	62	601	588	566	580	2,14E-12	2,16E-12	7,297E-12	2,582E-12	2,4E-12
12	20.01.2012	38.70	43.50	21	4.7	183	581	567	549	561	3,74E-11	3,77E-11	7,075E-11	4,483E-11	4,2E-11
13	21.01.2012	39.91	41.67	22	4.0	94	595	597	546	571	3,15E-12	3,14E-12	5,11E-12	4,051E-12	3,554E-12
14	22.01.2012	34.34	49.93	2	3.9	184	977	933	995	975	4,91E-13	5,01E-13	7,766E-13	4,752E-13	5,04E-13
15	22.01.2012	38.64	44.13	2	3.9	60	558	539	530	539	2,66E-12	2,7E-12	7,986E-12	3,141E-12	2,993E-12
16	27.01.2012	34.27	50.03	7	4.3	693	987	942	1005	985	1,90E-12	1,94E-12	7,228E-12	1,837E-12	1,949E-12
17	28.01.2012	38.89	43.56	2	3.9	62	561	547	528	540	2,62E-12	2,65E-12	7,857E-12	3,177E-12	2,962E-12
18	29.01.2012	38.80	43.67	5	4.4	65	564	549	532	544	1,43E-11	1,47E-11	7,892E-11	1,746E-11	1,637E-11
19	29.01.2012	38.99	43.75	5	3.9	144	542	528	510	522	2,90E-12	2,93E-12	7,178E-12	3,522E-12	3,286E-12
20	30.01.2012	34.34	50.02	9	3.9	85	979	934	997	977	4,88E-13	4,99E-13	7,738E-13	4,722E-13	5,015E-13
21	31.01.2012	38.65	43.16	17	3.9	604	603	590	569	582	2,12E-12	2,13E-12	7,279E-12	2,542E-12	2,371E-12

Вариации геофизических параметров, кажущегося сопротивления горных пород (КС), полученные на сети станций ИГ ДНЦ РАН приведены на рис.3., а геохимических параметров на рис.2.

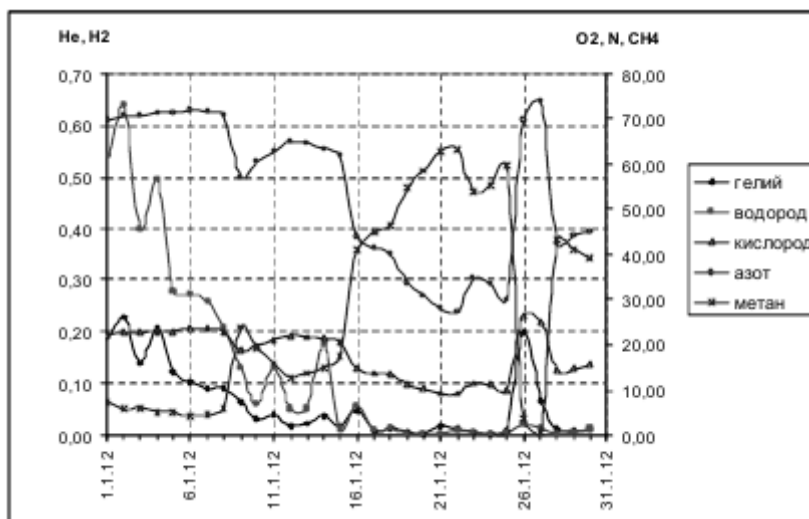
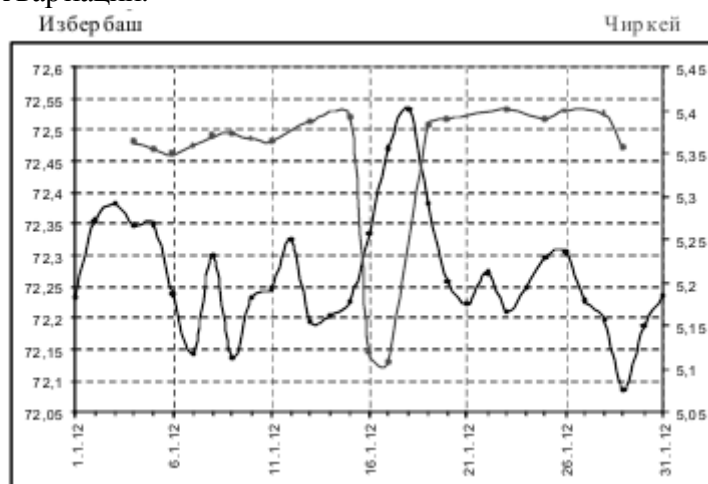


Рис.2 Вариации геохимических параметров (концентраций растворенных газов в извлекаемой скважине в %), полученные на наблюдательном пункте «Заузенбаш», из сети станций ИГ ДНЦ РАН за 01.2012г.

Как видно из рисунка концентрации растворенных газов значительно меняются за рассматриваемый период. Концентрация гелия и водорода синхронно уменьшается к концу месяца, с коэффициентом корреляции между рядами данных $k \geq 0,88$. И только в период с 25 по 28.01.2012 г., когда концентрации всех газов скачкообразно изменяются, концентрация водорода практически не меняется (увеличение менее 0,019%). Концентрации азота и метана «зеркально» изменяются, с коэффициентом корреляции между рядами данных $k \geq -0,99953$. В табл.3 представлены коэффициенты корреляции между рядами данных концентраций растворенных газов. Совместный анализ с сейсмическими событиями и вызываемыми ими деформациями, вариациями КС горных пород и другими геофизическими параметрами позволит определить, вариации каких газов наиболее информативны, и каковы причины всех этих вариаций.



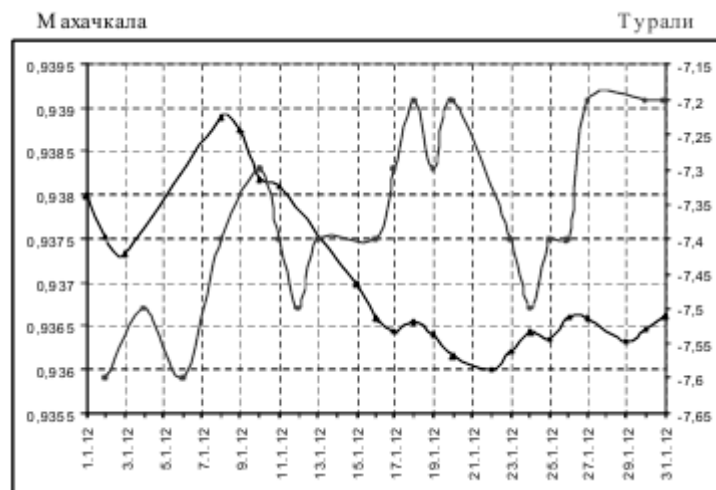


Рис.3. Вариации геофизических параметров, кажущегося сопротивления горных пород (КС), полученные на сети станций ИГ ДНЦ РАН за 01.2012 г.

На рисунке 3 представлены вариации КС горных пород полученные на сети станций ИГ ДНЦ РАН за 01.2012 г. Представлены попарно по станциям *Избербаш - Чиркей* и *Махачкала – Турали*, так как ранее [5] было обнаружено, что между рядами наблюдений этих пар всегда высокий коэффициент корреляции, и места расположения этих станций - относятся к одинаковым блоковым структурам. В рассматриваемый период для первой пары $k \geq -0,5$, а для второй $k \geq 0,35$. Как видно из рисунка в период 16-20 01.2012 г. КС скачкообразно, в противофазе, изменяется для первой пары станций. В остальной период вариации КС менее синхронны, а на станции *Чиркей* значительно меньшей амплитуды. На станциях *Махачкала – Турали* в первой декаде месяца наблюдается синхронное увеличение КС, затем до 16-17 января его снижение. В период 16-20 01.2012 г. также отмечается резкое увеличение КС, но для станции *Махачкала* значительно меньшей амплитуды.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между рядами данных концентраций газов

Газы	k
He - H2	0,874878748
He - O2	0,689658233
He - N	0,70861434
He - CH4	-0,711695594
N - CH4	-0,999529102
CH4 - H2	-0,628833012
CH4 - O2	-0,993800761
H2 - O2	0,562547129
N - H2	0,638697106
N - O2	0,990156797

Рассмотрим, оказало ли изменение температуры воздуха на измеряемые параметры. На рис.4 представлено изменение температуры за рассматриваемый период. Как видно из рисунка две первые декады месяца температура меняется в пределах $0 - 6^{\circ}\text{C}$. Только после 23.01. температура начинает снижаться и достигает -12°C 26.01. 2012 г. И маловероятно, что это могло оказать влияние на вариации КС горных пород, т.к. электроды находятся под землей. На рис.3 в вариациях КС в отмеченные дни не наблюдаются ни скачки, ни падения измеряемых параметров.

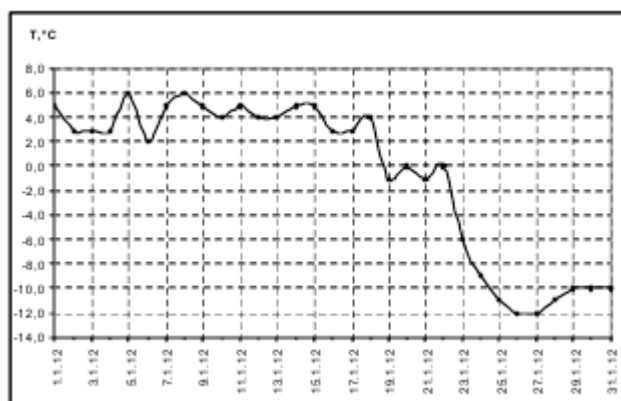


Рис.4 Изменение температуры за период 01.2012 г.

По иному ведут себя вариации концентрации растворенных газов в изливающейся скважине. Как указывали выше, в отмеченные дни, все газы кроме водорода испытывают значительные изменения. Тот факт, что суммарно (в %) содержание газов постоянно, говорит о том, что отмеченные значительные изменения концентраций это не ошибка наблюдения, а их реальные вариации. Следует выяснить, не случайное ли это совпадение, т.к. температура изливающихся вод не зависит от температуры воздуха.

Проведем анализ, как реагируют измеряемые параметры на деформации (определенные по формуле Добровольского [6]), вызываемые сейсмическими событиями с $M \geq 3$ на территории Дагестана за январь 2012г. и с $M \geq 4$ за этот же период, в области для расширенного анализа в координатах $34^\circ - 46^\circ$ СШ и $40^\circ - 56^\circ$ ВД, представленных в таблицах 1 и 2. На рис.5 представлены деформации, вызываемые сейсмическими событиями с $M \geq 3$ на территории Дагестана. Как видно из рисунка деформации на измерительном пункте «Чиркей» на порядок больше, чем на остальных рассматриваемых пунктах. И наиболее значимые деформации за рассматриваемый период – 12.01.2012 г. Менее значимые деформации отмечаются 5 и 14.01. 2012 г.

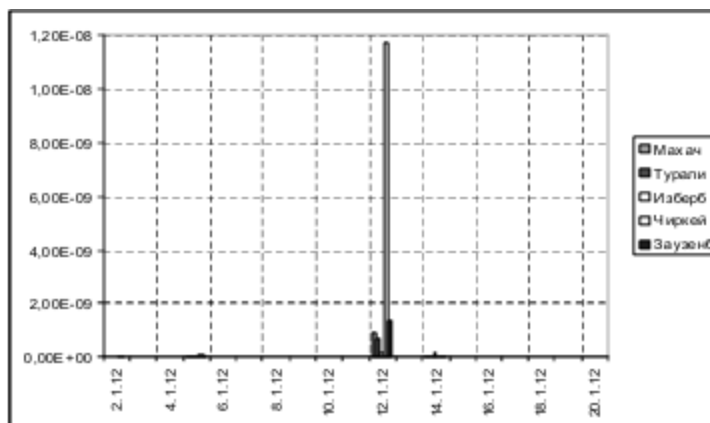


Рис.5 Деформации, вызываемые сейсмическими событиями с $M \geq 3$ на территории Дагестана за январь 2012 г.

Возвращаясь к рис.2, к вариациям геохимических параметров, отметим, что все газы среагировали на наиболее значимые деформации за рассматриваемый период – 12.01.2012 г. Первыми среагировали водород и гелий, за 10 дней до максимальных значений деформаций синхронно (с коэффициентом $k = 0,88$) снизились до 0,055 и 0,045 % соответственно. Затем одновременно, за три дня до максимальных значений деформаций, изменились концентрации кислорода, азота и метана (с высокими значениями коэффициентов корреляции k , табл.3). Этот факт отвечает на вопрос, почему многие исследователи и ГС РАН (на своей сети наблюдательных пунктов) наблюдают за вариациями гелия и водорода, потому что эти газы раньше реагируют на деформации. Ответ на вопрос, на что же среагировали газы, в период их скачкообразных изменений с 25 по 28.01.2012 г., даст более длинный анализируемый период наблюдений. Деформации, вызываемые сейсмическими

событиями с $M \geq 4$ в области для расширенного анализа на 2-3 порядка меньше, деформаций на территории Дагестана, за рассматриваемый период, отмечаются 4 случая относительно значимых деформаций. И маловероятно, несмотря на совпадение - наличие деформаций с 26 по 29.01.2012 г., такая резкая реакция концентраций газов на них. Однако, в области для расширенного анализа, с 10 по 11.01. 2012 г. произошла серия сейсмических событий с магнитудой M от 4 до 5. И возможно все, что было сказано о вариациях газов для наиболее значимых деформаций за рассматриваемый период – 12.01.2012 г. на территории Дагестана, можно отнести и к серии сейсмических событий ($M \geq 5$) из области для расширенного анализа за 11.01. 2012 г. Но все же нет. Пункт отбора проб газов *Заузенбаши* находился в 55 км от эпицентра с $M \geq 3,7$ на территории Дагестана и в более 860 км от эпицентра с $M \geq 5$ из области для расширенного анализа. Поэтому делаем вывод: совпадение возможных интерпретаций вариаций газов – это случайность.

В вариациях КС горных пород на рис.3, отмечается их реакция на наиболее значимые деформации за рассматриваемый период – 12.01.2012 г. На измерительных станциях *Избербаши* и *Чиркей* наблюдаются в этот период увеличение и снижение КС, для первой резко после 12.01. На измерительных станциях *Махачкала* и *Турал* КС горных пород синхронно увеличивается и снижается, на второй резко увеличивается после 12.01. Остальные вариации КС объяснить деформациями от сейсмических событий на территории Дагестана не получается. Рассмотрим деформации, вызываемые сейсмическими событиями с $M \geq 4$ в области для расширенного анализа. Как отмечено выше, в табл.2 за рассматриваемый период, отмечаются 4 случая относительно значимых деформаций, это - 6, 11, 20 и 29.01.2012 г. В эти периоды отмечаются и вариации КС на деформации. На измерительных станциях *Избербаши* и *Чиркей* 6.01 наблюдаются снижение и увеличение КС, а на станциях *Махачкала* и *Турал* синхронное увеличение КС. Во второй период, на первой паре станций наблюдается синхронное увеличение КС, на второй паре станций, наоборот, синхронное уменьшение КС. В третий период, значений максимальных деформаций, на первой паре станций наблюдается с 16 по 20.01. скачкообразное, в противофазе, изменение КС, на второй паре станций синхронное увеличение и уменьшение КС, но для станции *Махачкала* значительно меньшей амплитуды. В четвертый период на обоих парах станций наблюдается синхронное уменьшение КС. Такое совпадение, позволяет нам предположить, что именно деформации оказали влияние на изменение КС горных пород. Отсюда напрашивается вывод (предварительный), что геофизические параметры более чувствительны к деформациям, чем геохимические. Однако, случайное это совпадение или закономерность выявит анализ более длинного ряда наблюдений.

Измерительная аппаратура, геофизическая станция «Георезистор» [7], измеряет КС горных пород ежечасно, затем вычисляется среднее за сутки. Имея часовые данные вариаций КС горных пород можно сравнить их с вариациями индексов геомагнитной активности [8], которые также вычисляются ежечасно. Сравнить для того, что бы ответить на вопрос о возможном влиянии всплесков геомагнитной активности на измерительный блок, электроды геофизических станций и не вносят ли они искажения на измерение КС горных пород.

Магнитные вариации, представляющие собой переменное магнитное поле Земли, должны индуцировать в любой проводящей среде электрические токи, которые в свою очередь становятся источниками электромагнитного поля (ЭМП). Это ЭМП является вторичным по отношению к ЭМП породившего его. Так как поверхностные слои Земли (осадочная толща) являются электропроводными, то в них возникают индуцированные электрические токи (земные или теллурические токи), электромагнитные поля от которых суммируются на поверхности Земли с ЭМП от ионосферно-магнитосферных источников [8].

AU , AL , AE , AO - индексы геомагнитной активности являются количественной мерой магнитной активности и отражают усиление токов в ионосфере, протекающих вдоль границы восточного и западного токов полярного электроджета - электрического тока, текущего горизонтально через ионосферу в авроральную (полярных сияний) область. Они достаточно полно характеризуют влияние солнечной активности на Землю. Индексы измеряются в гаммах (Γ) или нанотеслах (нТ) и отражают весь диапазон возмущений магнитного поля Земли, т. е. при их вычислении учитываются все типы вариаций, которые регистрируются на магниограммах с разверткой 20 мм в час. Методика вычисления ин-

дексов основана на определении величины отклонения H - составляющей геомагнитного поля от спокойного уровня — среднемесячного значения H - составляющей. Для вычисления индексов используют геомагнитные данные 12 обсерваторий, расположенных в северной зоне полярных сияний. Это число станций может меняться для разных интервалов времени. Числовые значения максимальных H - составляющей геомагнитного поля определяют значения AU - индексов, а минимальных значений H - составляющей - соответственно значения AL - индексов. AU и AL , имеют четкий физический смысл. Они характеризуют интенсивность восточного (AU -индекс) и западного (AL -индекс) токов полярного электроджета. AE - индекс был определен как алгебраическая разность AU и AL - индексов, и рекомендован для выявления солнечно-земных связей. Численное значение AE - индекса лежит в интервале от 0 \square в магнитоспокойный день, до приблизительно +3000 \square в возмущенный день. На рис.6 представлены вариации AE - индекса за 01.2012 г. Как видно из рисунка период с 19.01 до 31.01.2012 г. можно считать относительно магнитоспокойным периодом и AE - индекс находится в пределах 500 nT. Если максимальное значение AE - индекса приблизительно +3000 \square , то для оказания минимального воздействия (искажения) на проводимые нами измерения должно быть 50 % от него, т.е. приблизительно +1500 \square (или nT). Таких случаев на рисунке всего четыре, 4-5, 8, 12 и 18.01.2012 г.

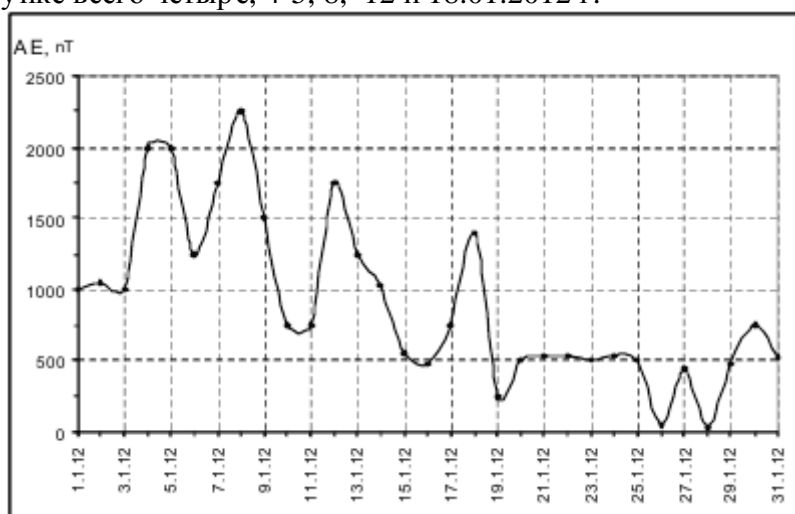


Рис.6 Вариации AE - индекса геомагнитной активности за 01.2012 г.

Вернемся к рис.2 - вариациям концентраций растворенных газов в изливающейся скважине. В периоды возможных воздействий 4-5, 8, 12 и 18.01.2012 г. на рисунке отмечаются скачки водорода и гелия в первый случай, скачки кислорода, азота и метана во второй случай, всех газов в третий и азота и метана в четвертый. Но в период самых значимых вариаций, скачков концентраций газов 25-28 01.2012 г. AE - индекс имеет минимальное значение. Закономерность или случайность, такая реакция концентраций растворенных газов на периоды геомагнитной активности, прояснитопять же анализ более длительного периода наблюдений.

На рис.3 - где представлены вариации геофизических параметров, КС горных пород, в периоды возможных воздействий геомагнитной активности также отмечаются его скачки. На измерительных станциях *Избербаши* и *Чиркей* во все 4 периода четкие максимумы на первой станции и только 18 резкий, значительный минимум на второй станции. На станциях *Махачкала* и *Турали* синхронные скачки, минимумы и максимумы КС. Снова возникает вопрос о том, что это: закономерность или случайность. И что еще влияет или вносит искажение на измеряемые геофизической станцией «Георезистор» параметры. И напрашивается вывод: или вариации геомагнитной активности оказывают влияние на сейсмичность, или они вносят искажения на измеряемые электрические параметры. Такой вывод требует хорошую доказательную базу, за длительный период, и отдельное исследование.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Длина анализируемого ряда наблюдений должна быть не менее года, с обязательной детализацией по месяцам.

2. При проведении геохимических наблюдений, за вариациями концентраций растворенных газов в скважинах или источниках предпочтителен гелий, как более чувствительный к различным геологическим процессам.

3. При проведении наблюдений за вариациями геофизических и геохимических параметров, для избежания ошибок при интерпретации наблюдений, число наблюдательных пунктов должно быть более 4-х.

Литература

1. Алиев И. А., Идармачев Ш.Г., Черкашин В.И., Абдулаев Ш.-С.О., Мусаев М.А. Вариации геофизических полей в сейсмоактивной области Дагестана и современные геодинамические движения // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала. 2013. Вып. 62. С.210 – 216.
2. Алиев И.А., Идармачев Ш.Г., Алиев М.М., Идармачев А.Ш., Идрисов И.А. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород на измерительном пункте Махачкала 2007-2009 гг. // Материалы науч.-практич. конфер. «Геология и полезные ископаемые Кавказа». Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала. Вып. 57. 2011. С.279-282.
3. Алиев И.А., Магомедов А.Г., Идармачев А.Ш. Комплексный анализ данных геофизических и геохимических наблюдений в сейсмоактивной области Дагестана // Тез. докл. XIII межвузовской научно-практической конференции «Геологическая среда, минерогенетические и сеймотектонические процессы». Воронеж. 2012. С.95 -99.
4. www.emsc-csem.org
5. Алиев И.А., Алиев М.М., Идармачев Ш.Г. и др. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород в сейсмоактивных районах. // Ресурсы подземных вод юга России и меры по их рациональному использованию// Тр. Института геологии Дагестанского научного центра РАН. г. Махачкала. 2009. С.310-314.
6. Добровольский И.П. Механика подготовки тектонического землетрясения. М. ИФЗ АН СССР. 1984. №2. 188 с.
7. Идармачев Ш.Г., Алиев М.М., Абдулаев Ш.-С.О., Хаджи Б.А. Станция для электрического зондирования «Георезистор». Современная геодинамика, глубинное строение и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов. Мат. Междунар. конф. Воронеж. 2001. С. 86-87.
8. Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности: Справочное пособие. Изд. 2-е, перераб. М.: Издательство ЛКИ, 2007. 88 с.

*Аптикаева О.И.**aptikaevaoi@mail.ru**Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г.Москва, Россия*

Введение. При проведении эпицентральных наблюдений в очаговой зоне Чуйского землетрясения сетью временных сейсмических станций ИФЗ в стороне от основного облака афтершоков был выявлен компактный изометричный в плане и близвертикальный в разрезе кластер. [1].

Подобные явления наблюдались и в других сейсмоактивных районах, например, на Гармском прогностическом полигоне, где в течение более сорока лет существовал подобный кластер («столбообразное сейсмогенное тело»), в пределах которого преобладали механизмы срез-врез и близвертикальное удлинение [2]. Основываясь на результатах совместной интерпретации геологических и сейсмологических данных, был сделан вывод о том, что общепринятое в рамках концепции тектоники плит субгоризонтальное сжатие не является определяющим в сеймотектоническом деформировании земной коры в пределах Гармского полигона. Главная же роль отводится активному увеличению объема слоистых пород Таджикской депрессии в результате проникновения в пределы верхней коры глубинных флюидов, приносящих дополнительный минеральный материал, что обуславливает субгоризонтальные напряжения распора. В работе [3] представлены данные о том, что «столбообразные сейсмогенные тела» часто совпадают с зонами сильного затухания – «ослабленными» зонами, которым в свою очередь свойственна повышенная плотность очагов относительно глубоких («заглубленных») землетрясений.

После Чуйского землетрясения в его очаговой области периодически (в течение одного-двух месяцев) стали проводить детальные сейсмологические исследования сетями временных станций, которые регистрируют землетрясения с $M_L \geq -1.5$ и выше, при этом точность локализации очагов составляет порядка 2 км. Каталоги этих землетрясений, начиная с 2006 г., публикуются в ежегодниках «Землетрясения России...».

Появление новых детальных каталогов, полученных по данным временных сетей сейсмических станций, побудило автора продолжить анализ сейсмичности в выявленном кластере, а также заняться поиском иных похожих объектов (возможных локальных источников сейсмодетформаций) с тем, чтобы расширить спектр экспериментальных данных, на которых основаны существующие представления о динамике процессов в очаге Чуйского землетрясения.

Использованные материалы.

Помимо каталога афтершоков Чуйского землетрясения (1578 событий), зарегистрированных в июне–августе 2004 г. в эпицентральной зоне сетью временных сейсмических станций ИФЗ [4], в данной работе использовались каталоги землетрясений Алтая и Саян за 2006-2013 гг., опубликованные в ежегоднике «Землетрясения России...», в том числе и каталоги сейсмологических наблюдений временными сетями сейсмических станций.

Для изучения поля поглощения в очаговой зоне Чуйского землетрясения привлекались записи землетрясений из этой зоны станцией KURK сети IRIS (гипоцентральные расстояния составляли 600-700 км).

Пространственные вариации сейсмичности в очаговой области Чуйского землетрясения. На рис. 1 упомянутый выше компактный кластер выделен овалом. Очаги составивших его событий находились на глубинах от 1 до 30 км

Как видно, этот кластер оказался короткоживущим и в последовавшие за сильным землетрясением годы, по крайней мере, в те периоды, когда проводились детальные наблюдения за сейсмическим режимом в пределах очаговой области Чуйского землетрясения, он не проявлялся (рис.2).

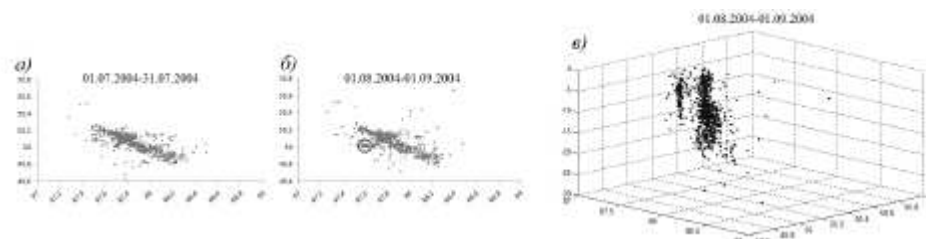


Рис.1 Пространственное распределение афтершоков Чуйского землетрясения, произошедших в июле-августе 2004 г. по данным сети временных сейсмических станций ИФЗ.

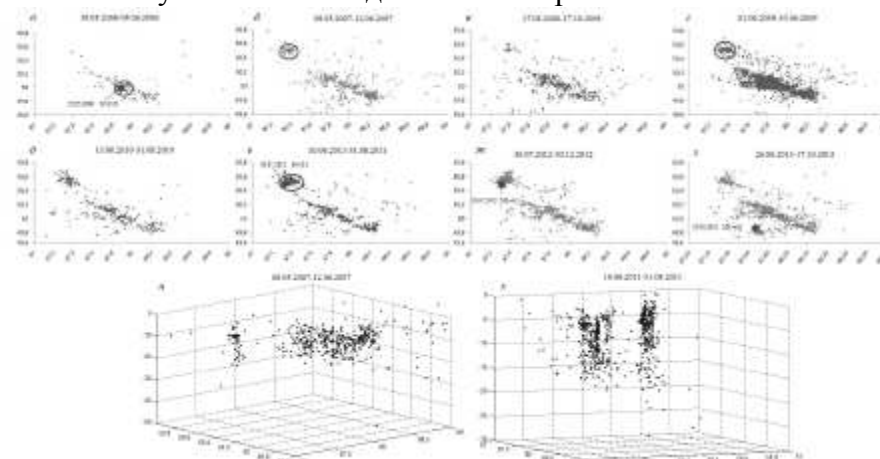


Рис.2 Пространственное распределение событий, произошедших в 2006-2013 гг., вблизи эпицентральной зоны Чуйского землетрясения (по данным временных сейсмических станций).

За период с января 2005 г. по июль 2011 г. (рис.2) в рассматриваемом районе произошло только одно относительно сильное землетрясение (25.05.2006 г., $\varphi=50.11^{\circ}\text{N}$, $\lambda=87.88^{\circ}\text{E}$, $K=11.8$). Примечательно, что связанный с ним сейсмический процесс начался серией относительно глубоких событий ($H\sim 16$ км). В то время как максимум распределения событий, зарегистрированных с 19.05 по 05.06 2006 г. в рассматриваемой области в целом, составил 7 км. Со временем же глубины очагов, локализованных вокруг главного эпицентра, стали заметно меньше (рис.3), т.е. даже в случае весьма умеренного события наблюдался эффект постепенного «всплывания» очагов его афтершоков.

В период после Чуйского землетрясения сформировался новый кластер сейсмической активизации, он показан на рис.2, б, г, е. Рис. 2, и, к демонстрирует, как события в нем распределены по глубине. Данный кластер также имеет форму «столбообразного сейсмогенного тела», а глубины сейсмических событий в нем находятся в пределах 1-30 км. Этот кластер просуществовал в течение более длительного периода, наиболее активно он проявился в 2007, 2009 и 2011 гг. Активизация этого кластера предшествовала одному из двух наиболее сильных за эти годы событий землетрясению 30.07.2012 г. с $M_L=6.1$ (рис. 2, е, ж, з). Подготовка другого сильного землетрясения 24.01.2013 с $M_L=6.0$ отмечена сейсмическим затишьем, «сейсмическая брешь» просуществовала в течение нескольких лет.

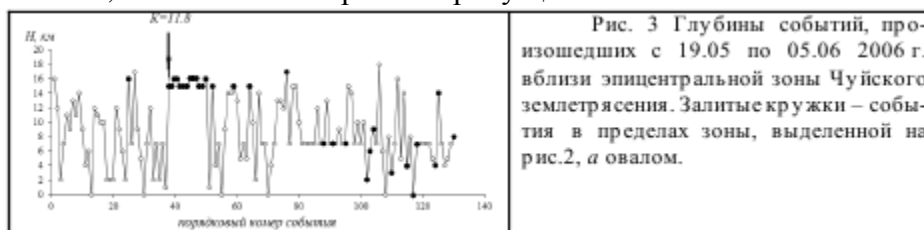


Рис. 3 Глубины событий, произошедших с 19.05 по 05.06 2006 г. вблизи эпицентральной зоны Чуйского землетрясения. Залитые кружки – события в пределах зоны, выделенной на рис.2, а овалом.

К сожалению, отсутствие в свободном доступе непрерывных данных детальных исследований сейсмичности в рассматриваемом районе, в частности, данных о глубинах событий, определенных с достаточной точностью, не позволяет говорить о том, как глубина событий, связанных с этими землетрясениями, варьирует во времени.

Поле поглощения в очаговой области Чуйского землетрясения. В работе [5] были приведены результаты изучения поля поглощения поперечных волн в очаговой зоне Чуйского землетрясения методом короткопериодной коды по афтершокам этого землетрясения. В предлагаемой работе пространственное распределение поля поглощения в сейсмогенной зоне Чуйского землетрясения дополнено данными, полученными при совместном изучении поля поглощения по соотношению уровней амплитуд волн Lg и Pg, а также Sn и Pn умеренных ($M_L=3.0-5.0$) землетрясений, зарегистрированных удаленными станциями, а также данными, полученными методом короткопериодной Lg-коды [6,7].

Первый метод ориентирован на выявление аномалий поглощения в коре и верхах мантии в районе очагов регистрируемых событий. При регистрации волн Lg и Pg (Sn и Pn) станцией KURK основной вклад в вариации соотношения уровней амплитуд дают особенности строения земной коры (верхней мантии) в районах эпицентров землетрясений.

В рамках метода короткопериодной Lg-коды особенности строения разреза в сейсмогенных зонах проявляются в том, что огибающие Lg-коды землетрясений из этой зоны, записанные одной и той же удаленной станцией, спадают по-разному. Диапазон огибающих землетрясений из данной очаговой зоны демонстрирует рис. 4. Отметим, что в целом колебания в Lg-коде землетрясений из очаговой зоны Чуйского землетрясения, записанных станцией KURK в 2011-2012 гг., затухают довольно быстро. При этом максимальный контраст затухания огибающих Lg-коды невелик. Он составляет не более 0.2 единиц логарифма, что не противоречит выводу, сделанному в [5] о том, что контраст поля поглощения в очаговой зоне Чуйского землетрясения заметно меньше, чем в районах с высокой сейсмической активностью.

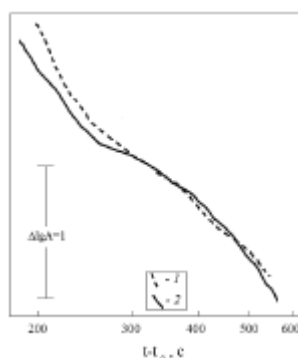
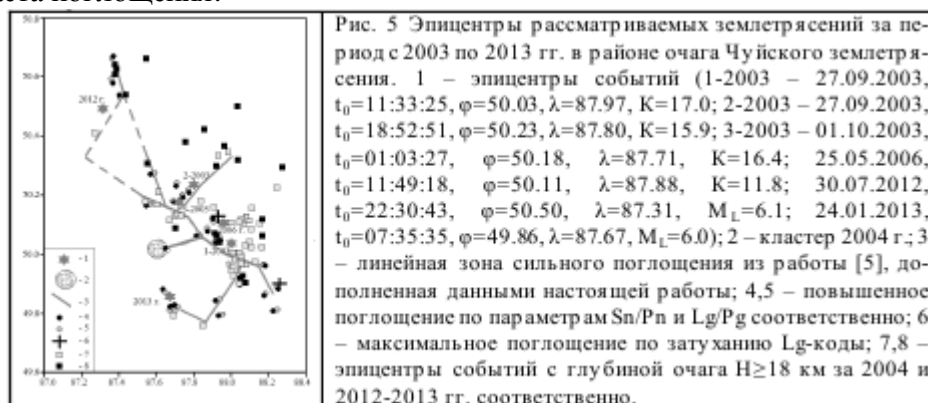


Рис. 4 Сводные огибающие Lg-коды землетрясений из очаговой зоны Чуйского землетрясения по записям станцией KURK, отвечающие относительно сильному (1) и относительно слабому (2) затуханию.

Выборки параметров Lg/Pg и Sn/Pn были разбиты на три группы с низкими, промежуточными и высокими значениями. Семейство огибающих коды землетрясений по записям станции KURK также было разбито на две группы - с относительно сильным и относительно слабым затуханием.

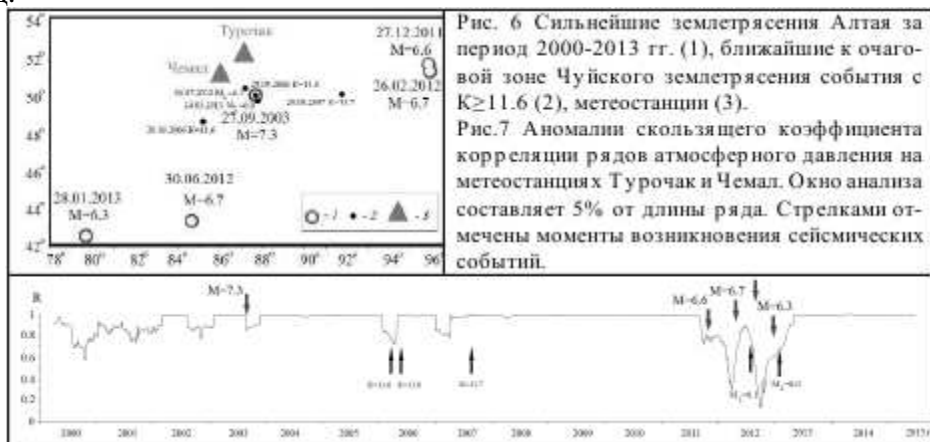
Эпицентры землетрясений, которые характеризуются различными параметрами затухания, дифференцированы в пространстве (рис.5). Большинство рассмотренных событий относятся к ослабленной зоне, для которой характерно сильное поглощение поперечных волн, эта зона прорисована наиболее отчетливо. Оказалось, что схемы пространственного распределения поля поглощения, построенные по параметрам Lg/Pg и Sn/Pn, практически повторяют друг друга. Это значит, что зоны сильного и слабого поглощения прослеживаются не только в коре, но и верхней мантии. Аналогичная картина поля поглощения поперечных волн получена и по методу короткопериодной Lg-коды, поэтому на рис. 5 показаны результаты их совместного анализа. Здесь же приведены эпицентры «заглубленных» событий (с очагами глубже 18 км) и положение эпицентров, рассмотренных в работе сильных землетрясений. Как видно, существует пространственная приуроченность событий с «заглубленными» очагами, т.к. их локализация за период с 2004 г. по 2013 гг. не изменилась. Как правило, землетрясения с «заглубленными» очагами тяготеют к выявленным ослабленным зонам. К сожалению, данные о поле поглощения на востоке-северо-востоке очаговой области, где наблюдаются заметные скопления «заглубленных» событий, пока отсут-

ствуют. Эпицентры наиболее сильных землетрясений относятся к местам наибольшего контраста поглощения.



Обсуждение результатов. Имеющиеся к моменту написания работы [5] экспериментальные данные указывали на существование вокруг очаговой зоны Чуйского землетрясения условий для реализации сценария сильного землетрясения, сопровождающегося перестройкой флюидного поля в земной коре. Этот процесс распространялся снизу-вверх, стягиваясь к очаговой области сильного землетрясения, где в это время в сформировавшемся консолидированном добротном блоке большой вертикальной протяженности наблюдается сейсмическое затишье. В афтершоковый период консолидированный блок насыщался флюидами, поступающими из подстилающей флюидонасыщенной области, а также из смежных ослабленных зон с повышенной флюидонасыщенностью. Очевидно, что представленные в предлагаемой работе данные не противоречат этим выводам.

То же относится и к выводам о существовании взаимной обусловленности тектонических землетрясений и крупномасштабных изменений атмосферного давления [5]. В одних случаях местные возмущения барического поля следуют за местными сейсмическими событиями. Возмущение началось в литосфере (где оно прослеживалось по глубинам очагов землетрясений), распространившись в атмосферу, оно выразилось в устойчивых аномалиях барического поля. В других случаях региональные возмущения барического поля предшествовали сейсмическим событиям регионального масштаба. В данной работе анализ изменений атмосферного давления был продолжен. Как видно из рис. 6, 7, продолжительные периоды синхронных вариаций атмосферного давления на метеостанциях Алтая Турочак и Чемал сменяются периодами рассогласованного их поведения. При этом наиболее заметные аномалии совпадают с сильнейшими сейсмическими событиями (с $M > 6$), которые произошли за этот период в регионе Алтая и смежных с ним районах. В эту картину хорошо вписались и немногочисленные события 2006-2007 гг. Эти существенно более слабые события связаны с менее продолжительными аномалиями барического поля меньших амплитуд.



Выводы. Представленные в работе данные не противоречат сделанным ранее выводам о связи сейсмичности с неоднородностями строения поля поглощения в очаговой области Чуйского землетрясения. Кроме того, они подтверждают сделанные ранее предположе-

ния о возможном участии «флюидного» фактора в сценарии землетрясений вблизи эпицентральной области Чуйского землетрясения.

Литература

1. Шевченко В.И., Арефьев С.С., Лукк А.А. Близвертикальные скопления очагов землетрясений не связанные с тектонической структурой земной коры //Физика Земли. 2011. №4. С.16-38
2. Лукк А.А. Слой неустойчивой деформации – аналог волновода – на глубинах 12-20 км в земной коре Таджикской депрессии // Физика Земли. 2011. №4. С.39-57
3. Аптикаева О.И. Вариации блоковой структуры и сейсмичности Гармского района на фоне неравномерности вращения Земли // Вопр. Инж. Сейсмол. 2012. №4. С.55-65.
4. Арефьев С.С., Аптекман Ж.Я., Быкова В.В., Матвеев И.В., Михин А.Г., Молотков С.Г., Плетнев К.Г. Погребченко В.В. Очаг и афтершоки Алтайского (Чуйского) землетрясения 2003 года // Физика земли. 2006. №2. С.85-98.
5. Аптикаева О.И. Поле поглощения очаговой области Алтайского землетрясения 2003 г. по огибающим коды афтершоков //Вопросы инж. сейсмологии.2014 №4. С.57-67.
6. Каазик П.Б., Копничев Ю.Ф. Аномальные огибающие коды Lg и их интерпретация на основе горизонтально неоднородной по поглощению модели среды// Вулканология и сейсмология. 1986.№5. С.64-74.
7. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Картирование поля поглощения поперечных волн в земной коре и верхах мантии Алтая //Вестник НЯЦ РК. 2010.№1. С. 93-98.

УДК 550.344
ПОЛЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ ВОЛН И СЕЙСМИЧНОСТЬ
В СЕЙСМОГЕННОЙ ЗОНЕ ТУВИНСКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ 2011-2012 гг.

Антикаева О.И.

artikaevaoi@mail.ru

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г.Москва, Россия

Введение. В работе представлены предварительные результаты изучения поля поглощения в сейсмогенной зоне Тувинских землетрясений 2011-2012 гг. методами, основанными на затухании колебаний поперечных волн.

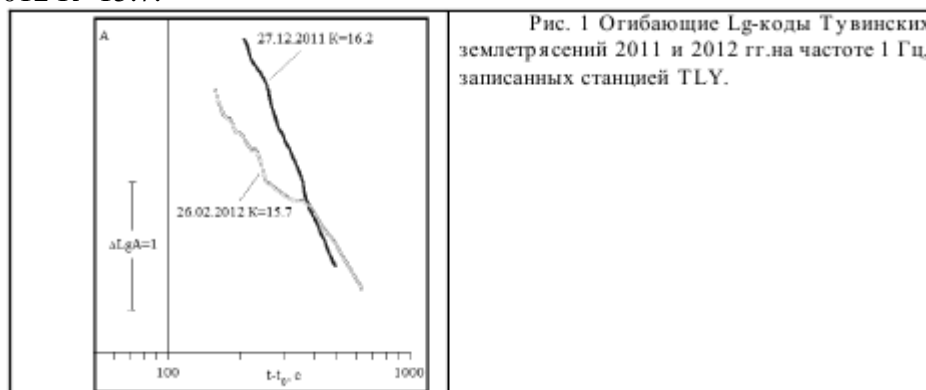
Использованные материалы и методы исследования. В работе использовались каталоги землетрясений Алтая и Саян за 2006-2013 гг., опубликованные в ежегоднике «Землетрясения России...», в том числе и каталоги, полученные с помощью сейсмологических наблюдений временными сетями сейсмических станций, а также записи афтершоков Тувинских землетрясений 2011-2012 гг. станцией Талая (TLY) сети IRIS.

Области высокого содержания флюидов в земной коре и верхах мантии могут быть обнаружены по характеристикам поля поглощения короткопериодных поперечных волн, наиболее чувствительных к присутствию жидкой фазы. Пространственное распределение поля поглощения в сейсмогенной зоне Тувинских землетрясений 2011-2012 получено в результате совместного изучения поглощения вблизи очагов умеренных землетрясений по соотношению уровней амплитуд волн Lg и Pg (далее параметр Lg/Pg) и методом короткопериодной Lg-коды землетрясений, зарегистрированных станцией TLY. Основы этих методов подробно описаны в работах [1, 2].

Первый метод ориентирован на выявление аномалий поглощения в коре и верхах мантии. При регистрации волн Lg и Pg станцией TLY основной вклад в вариации соотношения уровней амплитуд дают особенности строения земной коры в районе очагов землетрясений. Выборка параметра Lg/Pg была разбита на две группы, соответствующие пониженному и повышенному поглощению.

В рамках метода короткопериодной Lg-коды пространственные вариации поля поглощения в сейсмогенных зонах проявляются в наличии широкого спектра огибающих землетрясений из этой зоны, записанных одной и той же станцией, в данном случае станцией TLY сети IRIS, которая удалена от изучаемой зоны на расстояние ~500 км.

Пространственные вариации поля поглощения поперечных волн в очаговых зонах Тувинских землетрясений 2011 и 2012 гг. На рис.1 приведены огибающие короткопериодной (на частоте 1 Гц) Lg-коды Тувинских землетрясений 27.12.2011 K=16.2 и 26.02.2012 K=15.7.



Огибающие Lg-коды остальных рассмотренных землетрясений близки либо к первой, либо ко второй. Как видно из рис. 1, для очаговой зоны Тувинских землетрясений 2011-2012 гг. максимальный контраст затухания огибающих Lg-коды событий, записанных станцией TLY, на временах порядка 250 с достигает 0.6 единиц логарифма.

Семейство огибающих Lg-коды землетрясений по записям станции TLY было разбито на две группы - с относительно сильным и относительно слабым поглощением.

Схемы пространственного распределения поля поглощения, построенные по параметру Lg/Pg и по методу короткопериодной Lg -коды практически повторяют друг друга, поэтому на рисунке показаны результаты их совместного анализа. Как видно из рис. 2, эпицентры землетрясений, которые характеризуются различными параметрами поглощения дифференцированы в пространстве. При этом, зона сильного поглощения практически охватывает изометричный в плане слабо поглощающий блок.

Для окрестностей эпицентра землетрясения 2011 г. характерны повышенное поглощение поперечных волн как в коре, так и в верхней мантии (рис.1). Поглощение поперечных волн коре и мантии очаговой области землетрясения 2012 г. заметно меньше. Из рис. 2 следует, что очаг землетрясения 2011 г. относится к области сильного поглощения, а землетрясения 2012 г. – к зоне максимального контраста поглощения. К зонам сильного поглощения поперечных волн, которые интерпретируются нами как ослабленные зоны с повышенной флюидонасыщенностью, приурочены выявленные при полевых сейсмогеологических исследованиях [3] сейсморазрывы (рис.2).

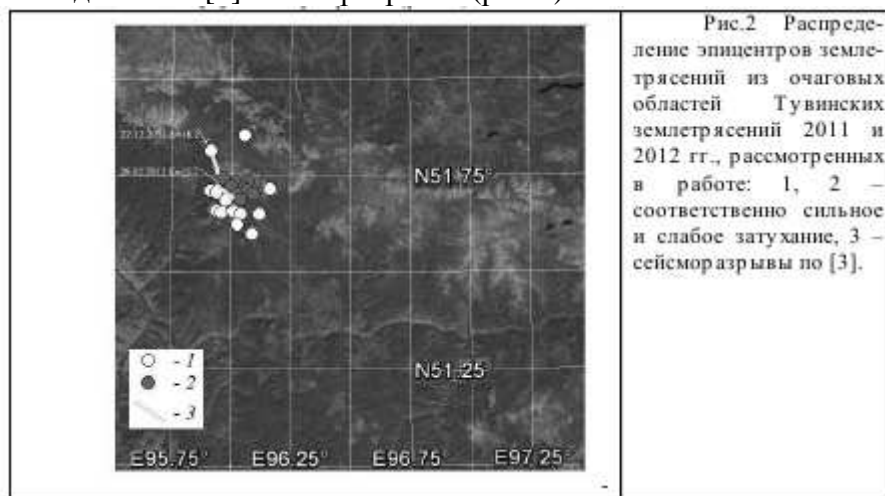


Рис.2 Распределение эпицентров землетрясений из очаговых областей Тувинских землетрясений 2011 и 2012 гг., рассмотренных в работе: 1, 2 – соответственно сильное и слабое затухание, 3 – сейсморазрывы по [3].

Отметим, что подвижка в случае землетрясения 2011 г. имела преимущественно сдвиговую кинематику, а при землетрясении 2012 г. она интерпретируется как взброс с компонентой сдвига [3]. А также, что при сдвигах формируются локальные зоны растяжения, в которых в основном и происходит подъем мантийных флюидов, тогда как, при условии соизмеримости энергий в областях сжатия, с которыми связаны взбросы и надвиги, проницаемость пород (а значит и флюидонасыщенность) должна быть значительно меньше, чем при сдвигах [4]. Из сказанного следует, что, даже несмотря на небольшой объем использованных данных, полученное распределение поля поглощения представляется вполне правдоподобным.

В работе [Аптикаева, 2014] были перечислены некоторые признаки наличия в некоей сейсмически активной области локальных источников сейсмодетформаций. Это, как правило, ослабленные зоны, с широким спектром глубин очагов, но с повышенным (по сравнению с окружающими их районами) числом «заглубленных» событий и механизмами близвертикального удлинения.

В последние годы в разных сейсмоактивных зонах Алтая и Саян периодически (в течение одного-двух месяцев) стали проводить детальные сейсмологические исследования сетью временных сейсмических станций, которые регистрируют землетрясения с точностью локализации очагов порядка 2 км. По результатам этих исследований можно судить о пространственном распределении сейсмичности и, прежде всего, о вариациях глубины очагов слабых землетрясений. На рис.3 показано распределение эпицентров афтершоков землетрясения 26.02.2012 $K=15.7$ с глубинами очагов $H \geq 32$ км при медианном значении глубин событий 18 км).

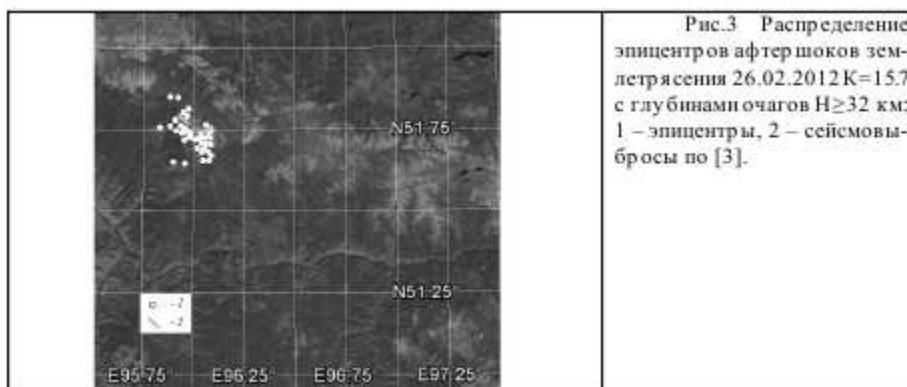


Рис.3 Распределение эпицентров афтершоков землетрясения 26.02.2012 K=15.7 с глубинами очагов $H \geq 32$ км: 1 – эпицентры, 2 – сейсмывыбросы по [3].

Очевидно, что эпицентры «заглубленных» событий тяготеют к ослабленным зонам с повышенной флюидонасыщенностью. Примечательно, что в ряде случаев здесь же обнаружены следы сейсмывыбросов, излияний и выдавливания обводнённого песка из трещин [3].

Рассмотрим временные вариации глубин очагов афтершоков землетрясения 26.02.2012 K=15.7 (рис.4). Здесь наблюдается чередование периодов, в течение которых преобладают то «заглубленные», то «мелкие» события. При этом «заглубленные» события в большинстве своем локализованы в линейных ослабленных флюидонасыщенных зонах. Если за начало каждого такого цикла принять период «заглубленной» сейсмичности, то можно предполагать, что процесс миграции очагов слабых землетрясений вверх сопровождается изменением флюидного поля, происходит насыщение флюидами как самой ослабленной зоны, так и смежного добротного блока, что способствует его деконсолидации, а также облегчает относительное перемещение образовавшихся субблоков.

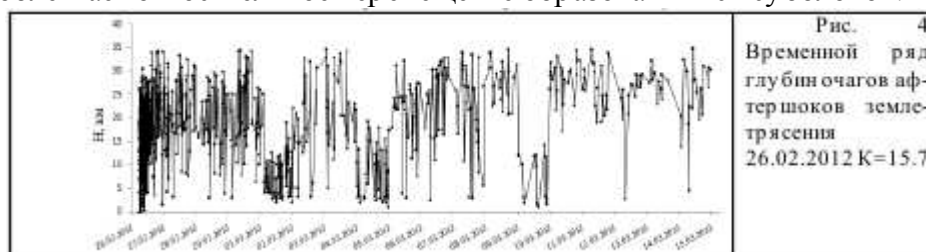


Рис. 4 Временной ряд глубин очагов афтершоков землетрясения 26.02.2012 K=15.7

Полученные данные указывают на возможность существования вблизи очаговой зоны Тувинских землетрясений условий для реализации сценария сильного землетрясения, сопровождающегося перестройкой флюидного поля в земной коре, подобно описанному в [5] для Чуйского землетрясения. Процесс, распространяясь снизу-вверх, стягивался к очаговой области сильного землетрясения, где к этому времени сформировался консолидированный добротный блок. В афтершоковый период консолидированный блок насыщался флюидами, поступающими из подстилающей флюидонасыщенной области, а также из смежных ослабленных зон с повышенной флюидонасыщенностью. Очевидно, что представленные в предлагаемой работе данные не противоречат этим выводам.

В работе [6] приводятся зоны с преобладающим механизмом близвертикального удлинения, выделенные на территории Алтая и Саян. Одна из них совпадает с рассматриваемой в данной работе эпицентральной зоной Тувинских землетрясений. Таким образом, в сейсмогенной зоне Тувинских землетрясений наблюдаются признаки наличия локальных источников сейсмодетформаций (подобные таковым в очаговой зоне Чуйского землетрясения и в других сейсмоактивных районах), где в результате проникновения в пределы верхней коры глубинных флюидов, привносящих дополнительный минеральный материал, объем слоистых пород увеличивается, в результате чего возникают субгоризонтальные напряжения распора.

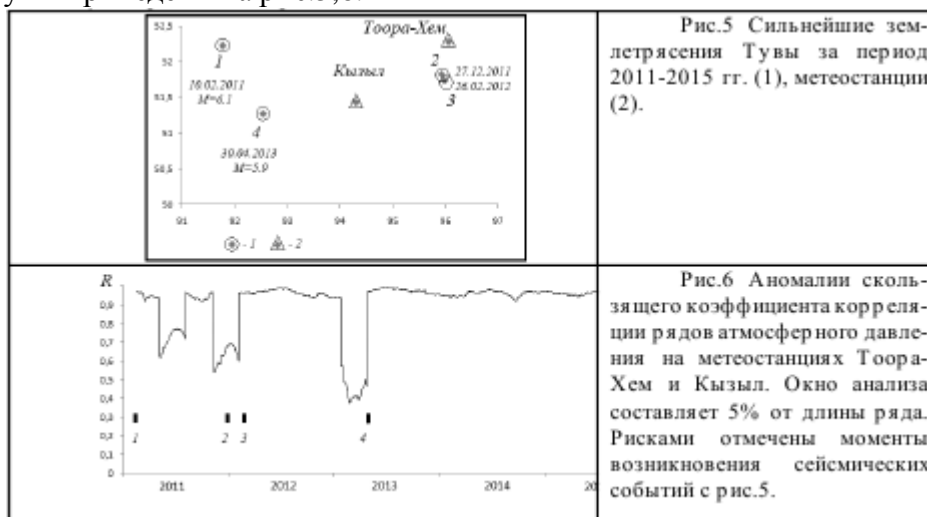
Возмущение барического поля вблизи эпицентральной зоны Тувинских землетрясений.

В зоне Тувинских землетрясений, так же как в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения, получены некоторые результаты, свидетельствующие о взаимной обусловленности

ности тектонических землетрясений и крупномасштабных изменений атмосферного давления.

В работе [7] продемонстрировано, как продолжительные периоды синхронных вариаций атмосферного давления на метеостанциях Алтая сменяются периодами рассогласованного их поведения, при этом последние совпадают с периодами реализации сильных землетрясений.

Результаты аналогичного анализа вариаций атмосферного давления на метеостанциях Тувы приведены на рис.5,6.



Как видно из рисунков, все барические возмущения атмосферы в рассматриваемом районе предшествуют сейсмическим событиям. Аналогичные взаимосвязи описаны в работе [8], где отмечается, что «при условии подготовки литосферы (накоплению в блоках значительной энергии) барические фронты атмосферы, как правило, инициируют разрядку накопленных напряжений».

В работе [9] приведены результаты исследований литосферно-ионосферных взаимодействий на примере изучения отклика вариаций полного электронного содержания (ПЭВ) с периодом около 10 мин, которые наблюдались на расстояниях 500-800 км от эпицентров, на Тувинские землетрясения. На основе этих исследований, а также исследований других авторов, сделан вывод, что существует некий энергетический порог, который должен быть преодолен, для осуществления литосферно-ионосферного взаимодействия. Сейсмической энергии землетрясений с магнитудой более 7.0 оказывается достаточно для возбуждения акустических волн, способных проникнуть на высоты ионосферы и вызвать возмущение ПЭВ, различимые на уровне фоновых флуктуаций. Амплитуды отклика вариаций ПЭВ на более слабые события, к которым относятся и Тувинские землетрясения, невелики и могут остаться незамеченными.

По нашим данным барические возмущения атмосферы, предшествующие Тувинским землетрясениям, вполне различимы на фоне соответствующих флуктуаций.

Выводы. Поле поглощения очаговой области Тувинских землетрясений неоднородно и включает в себя изометричный в плане добротный блок и охватывающую его зону сильного поглощения. Очаг землетрясения 2011 г. локализован в области сильного поглощения, а землетрясения 2012 г. – в месте наибольшего контраста поглощения. Выходы разрывов главных толчков на поверхность приурочены к зоне сильного поглощения. В сейсмогенной зоне Тувинских землетрясений выявлены признаки наличия локальных источников сейсмодетформаций, где в результате проникновения в пределы верхней коры глубинных флюидов, привносящих дополнительный минеральный материал, объем слоистых пород увеличивается, в результате чего возникают субгоризонтальные напряжения распора. В этой связи при реализации Тувинских землетрясений не исключается наличие «флюидного» фактора.

Литература

1. Каазик П.Б., Копничев Ю.Ф. Аномальные огибающие коды Lg и их интерпретация на основе горизонтально неоднородной по поглощению модели среды // Вулканология и сейсмология. 1986. № 5. С. 64-74.
2. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Картирование поля поглощения поперечных волн в земной коре и верхах мантии Алтая // Вестник НЯЦ РК. 2010. № 1. С. 93-98.
3. Овсюченко А.Н., Рогожин Е.А., Мараханов А.В., Кужугет К.С., Бутанаев Ю.В., Ларьков А.С., Новиков С.С. Результаты полевых сейсмогеологических исследований Тувинских землетрясений 2011–2012 гг. / Тувинские землетрясения 2011–2012 гг. Материалы научного совещания по базовому проекту ТУВИКОПР СО РАН VIII.78.1.4 «Напряжённое состояние сейсмоопасных зон Тувы: оценка сейсмической безопасности на основе сейсмологических исследований и данных сети сейсмических станций» (15–17 апреля 2014 г., Кызыл, Россия). Кызыл: Тувинский ИКОПР СО РАН, 2014. С. 57-78
4. Butler R., Lay T., Creager K. et al. The Global seismographic network surpasses its design goal // Eos, Transactions, AGU. 2004. V. 85. № 23. P. 225 - 229.
5. Аптикаева О.И. Поле поглощения очаговой области Алтайского землетрясения 2003 г. по огибающим коды афтершоков // Вопросы инженерной сейсмологии. 2014. № 4. С. 57-67.
6. Жалковский Н.Д., Кучай О.А., Мучная В.И. Сейсмичность и некоторые характеристики напряженного состояния земной коры Алтае-Саянской области // Геология и геофизика. 1995. Т. 36 (10). С. 20—30.
7. Аптикаева О.И. Вариации сейсмичности вблизи очаговой зоны Чуйского землетрясения по данным сетей временных сейсмических станций (настоящее издание)
8. Уткин В.И., Юрков А.К. Изгибовая деформационная модель процессов подготовки тектонического землетрясения и роль солнечно-земных связей / Связь поверхностных структур земной коры с глубинными. Материалы XIV международной конференции. 2 часть. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. С. 276-279.
9. Перевалова Н.П., Жупитяева А.С., Воейков С.В., Астафьева Э.И., Саньков В.А. Отклик ионосферы на Тувинские землетрясения 27 декабря 2011 г. и 26 февраля 2012 г. Солнечно-земная физика: сб. научных трудов / Институт солнечно-земной физики СО РАН, 2013. Вып. 22. С. 47-49.

45 ЛЕТ ПОСЛЕ РАЗРУШИТЕЛЬНОГО ДАГЕСТАНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Асманов О.А.

Единая геофизическая служба РАН, Дагестанский филиал

Проведён обзор сейсмической ситуации Дагестана и прилегающих районов до и после Дагестанского землетрясения 1970 г. На основе сейсмических исследований выявлены наиболее сейсмоопасные зоны.

Ключевые слова: плейстосейстовая зона, афтершок, землетрясение.

The review of the seismic situation in Dagestan and surrounding areas before and after the earthquake Dagestan in 1970 on the basis of seismic surveys revealed the most earthquake zones .

Keywords: pleistoseist zone, aftershock, earthquake

14 мая 1970 г. произошло разрушительное землетрясение с $M=6,6$. В результате двух разрушительных толчков было разрушено 11 и сильно повреждено 257 населённых пунктов. Заметные повреждения наблюдались примерно на 25% территории республики – в 16 районах и нескольких городах (Буйнакск, Кизилюрт, Хасавюрт, Махачкала, Каспийск), где проживает более 50% населения Дагестана. Серьёзно пострадали тысячи жилых домов, школы, больницы, здания производственного и культурно-бытового назначения, дороги и коммуникации. В результате землетрясения без крова остались около 45 000 человек. Во многих местах, главным образом, в междуречье Сулака и Шура-Озени на поверхности Земли произошли многочисленные каменные обвалы, оползни и другие разрушения.

Основное землетрясение состояло из двух, почти одинаковых по силе толчков – в 18 ч. 12 мин. и в 18 ч. 14 мин. по Гринвичу. За 10 часов до этого возник предварительный толчок, не причинивший большого ущерба, но настороживший жителей многонаселённых пунктов и тем самым уменьшивших число возможных жертв при основных толчках. На рис. 1 представлена карта изосейст, построенная на основе данных полученных из пунктов наблюдений на территории Дагестана, а также сопредельных территорий.

Для изучения афтершоковых процессов эпицентральной зоны в Дагестане принимала участие большая группа сейсмологов АН СССР. В обследовании землетрясения приняли участие специалисты Дагестанского филиала АН СССР, Института Физики Земли АН СССР, Дагестанского государственного университета имени В.И. Ленина, Института Геологии АН АЗ ССР, Института геофизики АН Грузинской ССР, Института сейсмологии АН Узбекской ССР, Института геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР, Института Земной коры СО АН СССР и др.

Таблица 1

Основные параметры макросейсмического поля Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 г. с $M=6,6$ [1-3]

Баллы	Радиус, км			Площадь, км ²	Средний коэф. затухания
	I	II	средний		
9	3	8	5	75	1,8
8	14	22	17,5	900	3,6
7	31	36	33	3500	3
6	65	80	72	16000	3,9
5	115	145	130	53000	2,5
4	285	385	330	340000	6,1
3	445	515	480	720000	

Для анализа сейсмического процесса нами выбран период до и после Дагестанского землетрясения. До 1970 г. анализ проводился на основании данных ежегодных сборников «Землетрясения в СССР 1966-1969 гг.» А с 1970 г. на основе данных Дагестанской сети сейсмических наблюдений ДФ ГС РАН по представительным данным с $K_p \geq 8$ [4-6].



Рис.1. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г в 18 ч. 12 мин. [3]

Для детального изучения сейсмического режима были рассмотрены периоды до и после Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 г. Выбрались неравные периоды времени, куда входило хотя бы одно сильное землетрясение: 1965 – 1969; 1970-1971; 1972-1974; 1975-1981; 1982-1989; 1990-1999; 2000-2008; 2009-2012; 2013-2015 гг.

1965 – 1969 гг., период времени предшествовавший Дагестанскому землетрясению, включает Алмалинское землетрясение 17 января 1965 г. в 02 ч. 13 мин. с $M=4,1$; $I_0=6$ баллов, ощущавшееся в Махачкале с силой в 4-5 баллов [31]. На территории Чеченской республики в этот период зарегистрировано Аргунское землетрясение 2 марта 1966 г. в 02 ч. 37 мин. с $M=4,9$; $I_0=7$ баллов. В Дагестане, в сёлах Ботлих, Анди, Агвали ощущалось с силой до 5-6 баллов [7].

К этому же периоду относится Касумкентское землетрясение 20 апреля 1966 г. в 16 ч. 42 мин. с $M=5,4$; $I_0=8$ баллов с эпицентром между селами Курах – Хив – Касумкент, где сотрясение достигло силы 7-8 баллов. Значительно пострадали Касумкент, Курахский, Хивский, Магарамкентский районы ДА СССР, а также Кусарский район Азербайджанской ССР [8]. За период 1966-1969 гг. наблюдалось сейсмическое затишье в очаговой зоне Дагестанского землетрясения.

1970-1971 гг. Процесс в очаге Дагестанского землетрясения развивался форшоком 14 мая 1970 г. в 09 ч. 20 мин. с $M=5,7$; $\varphi=42,99^0$ с.ш.; $\lambda=47,12^0$ в.д. 7-8 бальной интенсивностью. Основной толчок был в 18 ч. 12 мин. с $M=6,6$; $\varphi=43,00^0$ с.ш.; $\lambda=47,09^0$ в.д., интенсивностью 9 баллов. В эпицентральной зоне были получены записи более 300 повторных толчков интенсивностью от 3 до 7 баллов, которые послужили ценным материалом для расчёта сооружений на сейсмостойкость [1].

20 декабря 1971 г. в 01 ч 29 мин с $M=5,5$ $I_0=7$ баллов землетрясение в северном Азербайджане с многочисленными повторными толчками. Оно ощущалось в населенных пунктах Южного Дагестана с интенсивностью 4-5 баллов [16].

1972-1974 гг. В 1972 г. продолжалось затухание афтершокового процесса Дагестанского землетрясения, а в 1974 г. произошли три ощутимых землетрясения. Первое из них Бежтинское землетрясение 4 августа 1974 г. в 15 ч 06 мин с $M=5,2$ $I_0=6-7$ баллов, которое произошло в области главного Кавказского хребта. В эпицентре сила сотрясаемость достигла 7 баллов, 6-ти балльная зона охватила значительную территорию Грузии и Дагестана [10]. 13 ноября 1974 г. в 02 ч 36 мин с $M=4,7$ $I_0=7$ баллов – землетрясение в горном Дагестане. В результате землетрясения разрушены селения Гумбетовского района [24]. 23 декабря 1974 г. в 05 ч 22 мин с $M=5,0$ $I_0=7$ баллов – Салатауское землетрясение. Очаг расположен вблизи Чиркейского водохранилища. Ощущалось землетрясение с силой 7 баллов в поселках: Дубки, Ихю и Зубутль [11].

В период 1975-1981 гг. Буйнакское землетрясение 9 января в 23 ч 09 мин с $M=5,7$ $I_0=8$ баллов проявилось с силой 7-8 баллов в г. Буйнакске в селении Халимбакаул, Кафир-Кумух. В плейстосейстовой области отмечены многочисленные разрушения строений и

грунтовые деформации [12]. 20 июня 1975 г. в 13 ч 53 мин с $M=4,3$ $I_0=6$ баллов – Избербашское землетрясение проявилось с интенсивностью 5-6 баллов в г. Избербаш и в ближайших селениях [25]. 28 июля 1976 г. $M=6,4$ $I_0=8$ баллов произошло Черногорское землетрясение в районе Чечено-Ингушетии [13]. Основной толчок Черногорского землетрясения вызвал разрушения и повреждения на значительной территории Чечено-Ингушской республики. разрушены строения во многих селениях: Чажичу, Орехово, Бамут и др. Выше перечисленные селения потерпели сотрясения с силой 7-8 баллов. В горных районах Дагестана, прилегающих к Чеченской республике, оно ощущалось с интенсивностью 5-6 баллов [13].

Дургелинское землетрясение произошло 14 июля 1977 г. в 16 ч 35 мин с $M=4,5$ $I_0=6$ баллов. Землетрясение ощущалось на площади около 2800 км^2 . В эпицентральной зоне: с. Гели, Параул, Дургели испытали 6-ти балльное сотрясение.

Тляртинское землетрясение произошло 26 мая 1977 г. $M=5,0$; $I_0=6$ баллов. Оно произошло на границе с Грузинской ССР и Дагестанской АССР. Это землетрясение ощущалось в сёлах Тлярата и Бежта с интенсивностью сотрясений 5-6 баллов [27].

23 февраля 1981 г. в 04 ч 06 мин на территории Грузии произошло Гавазское землетрясение с $M=4,9$; $I_0=7$ баллов. В Тлярате и Бежте сила сотрясений достигла 5-6 баллов [28].

В период 1982-1989 гг. в центральной части Чеченской республики произошло землетрясение 4 марта 1984 г. в 10 ч 01 мин с $M=4,8$; $I_0=6$ баллов, которое ощущалось в населённых пунктах Хасавюрт и Дылым с силой сотрясений в 4 балла [15]. 26 апреля 1984 г. в 22 ч 36 мин землетрясение на территории Чеченской республики с $M=4,7$ $I_0=6-7$ баллов ощущалось в селениях Хатуни, Межкеты, Агишты и Кировюрт с силой в 6 баллов [15]. 3 мая 1988 г. в 09 ч 15 мин произошло Кичи-Гамртнское землетрясение с $M=4,9$ $I_0=7$ баллов к югу от районного центра с. Сергокала, вблизи с. Кичи-Гамри. Села Гашамамаул, Кичи-Гамри, Алхатагент и Балгамах испытали сотрясения с силой в 7 баллов [17].

В период 1990-1999 гг. Дагогинское землетрясение произошло 3 января 1990 г. в 08 ч 25 мин с $M=4,7$ $I_0=7$ баллов. Максимальная интенсивность сотрясения (7 баллов) наблюдалась в посёлках Даг. Огни, Зидьян - Казмаляр, Бильгади, Чинар [29].

Тлохское землетрясение произошло 15 февраля 1992 г. в 12 ч 52 мин с $M=4,7$ $I_0=7$ баллов; в горном Дагестане ощутили следующие сёла: Орота, Харахи, Нижнее Инхо, Хиндах, М. Амуша, Б. Амуша, Тлох, В. Инхо, Игали – 7 баллов сотрясения [30].

31 января 1999 г. в 05 ч 08 мин с $M=5,6$ $I_0=7$ баллов. Землетрясение ощущалось на всей территории Дагестана, эпицентр располагается в западной части Предгорного Дагестана. Оно проявилось сотрясаемостью в 7 баллов в селениях: Кульзеб, Стальский, Новый Чиркей, Шушановка [18].

Сильный афтершок землетрясения 31 января 1999 г. произошёл 21 февраля в 18 ч 14 мин с $M=5,1$ $I_0=6$ баллов [18].

2000-2008 гг. В приграничной зоне Дагестана с восточной частью Чеченской республики произошло землетрясение 11 октября 2008 г. в 09 ч 08 мин с $M=5,7$ $I_0=7-8$ баллов. 7-8 балльное сотрясение испытали сёла Бачи-юрт, Майртуп, Курчалой, Центорой, Гелдиген. Некоторые населённые пункты Дагестана испытали сотрясения 5-6 балльной интенсивности: Солнечное, Хасавюрт, Чечен – аул, Барачуни [22].

2009-2012 гг. Значительные сотрясения вызвало землетрясение 7 мая 2012 г. в 04 ч 40 мин с $M=5,6$, происшедшее на территории Азербайджана в приграничной зоне с Дагестаном. Это землетрясение ощущалось во многих населённых пунктах юго-западной части Дагестана, в том числе максимальная интенсивность сотрясения 5-6 баллов наблюдалась в пунктах: Кича, Рутул, Шиназ, Курдул, Гельмец, Ихрек, Цахур, Колоб, Камилух, Саниорта, Тлярата [119].

5 июля 2009 г. в 18 ч 10 мин с $K_p=10,4$, $M=3,6$, произошло землетрясение в приграничной части Каспийского моря, в аэропорту Уй-таш, в 20 км южнее Махачкалы, где макросейсмический эффект проявился с интенсивностью в 4 балла, в Каспийске – в 3 балла, в Махачкале – в 2 балла.

Землетрясение в 2011 г. произошло на территории Чеченской республики 9 июня в 17 ч 25 мин с $M=4,1$. В Грозном оно вызвало сотрясение силой в 4-5 баллов, а в Махачкале – в 3 балла.

13 января 2011 г. в 02 ч 50 мин с $M=4$ произошло землетрясение в Чеченской республики в районе с. Курчалой. Оно вызвало сотрясение силой 4-5 баллов: в Курчалое, Ойчхаре, Майртупе.

2013-2015 гг. В южной части с. Сергокала произошло землетрясение 16 апреля 2013 г. в 12 ч 26 мин с $M=4,3$. Кичи-Гамринское-II землетрясение ощущалось с интенсивностью в 6 баллов в Кичи-Гамри, Мама-ауле, Мюрего, в 5-6 баллов в Бурдеки, Балтамахе, и Алхатакенте, Утамише, Махарчилахе, Мурчуке, Ванашимахи, Сергокала – 5 баллов [21].

Сильное землетрясение произошло 17 сентября 2013 г. в 04 ч 09 мин на границе Дагестана с Грузией. Оно вызвало сотрясения в нагорном районе Дагестана интенсивностью 5-6 баллов – в Макоке; 4-5 баллов в Бежте, в Хонохе, в Трярате, в Агвали, в Цимилухе, в Карате, в Ботлихе; 4 балла в Хебде. Землетрясение сопровождалось небольшими афтершоками [20].

Наибольшая активность в 2014 г. зафиксирована в приграничной зоне на территории Азербайджана (Закаталы). Здесь 29 июня в 17 ч 26 мин. произошло сильное землетрясение с $K_p=13,1$ ($M=5,0$). Оно вызвало сотрясения в очаговой области в 6 баллов и ощущалось на значительной части южного Дагестана интенсивностью 3-4 балла. Также землетрясение зафиксировано в приграничной зоне на территории Азербайджана (Кубкашен); здесь 29 сентября в 01 ч 38 мин с $K_p=13,1$ ($M=5,1$). Это землетрясение вызвало сотрясения в очаговой зоне области силой в 5 баллов. Подземный толчок ощущался в Дербентском, в Касумкентском и в Ахтынском районах южного Дагестана.

2 июня в 08 ч 07 мин с $K_p=12,3$. на территории надтеречного района Чеченской республики произошло землетрясение интенсивность которого в эпицентре составляла 4-5 баллов.

26 января 2015 г. в 03 ч 30 мин с $K_p=11,4$ зафиксировано землетрясение в приграничной зоне северного Азербайджана. Интенсивность очага в зоне составляла 5 баллов. Это землетрясение вызвало сотрясения в селениях южного Дагестана до 3-х баллов.

16 июня в 13 ч 50 мин с $K_p=10,5$ произошло землетрясение в прибрежной зоне Каспийского моря с интенсивностью сотрясений 3-4 балла в г. Махачкала, в г. Каспийск – 2-3 балла, в поселках Ленинкент, Тарки, Талги, Манаскент – 2 балла [6].

Параметры сейсмического режима были исследованы на основе исходного сейсмологического материала до и после Дагестанского землетрясения.

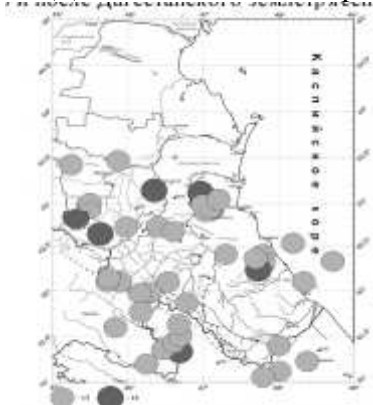


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Дагестана и прилегающих районов с $K_p \geq 13$ за 1971-2015 гг.

Большую информативность при оценке уровня сейсмичности имеет наклон графика повторяемости, описываемого зависимостью $lg(N^*(E)) = \alpha - \gamma E$ [29], где N^* - число землетрясений в расчете на 1000 км^2 в единицу времени, E – энергетический класс землетрясений, γ – наклон графика повторяемости, α – коэффициент. Наклон графика повторяемости в период 1962-2012 гг. имеем значение $\gamma=0,57$ поэтому для изучаемой территории за среднее значение долгосрочного параметра углового коэффициента принимается $\gamma=0,57$. За период

после Дагестанского землетрясения $\gamma=0,5$. За период наблюдения 1965-1969 гг., т.е. до Дагестанского землетрясения, наблюдается понижение значения наклона до $\gamma=0,46$. За период 1970-2015 гг. $\gamma=0,51$.

Литература

1. Н.В. Шебалин, В.Н. Крестников, Д.Н. Рустанович, В.В. Штейнберг, И.В. Ананьин, О.А. Асманов, Ю.В. Быстрицкая, Н.В. Вандышева, Ф.Т. Кулиев, Р.А. Левкович, К.Г. Плетнёв, Е.И. Широкова. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. // В сб. «Землетрясение в СССР в 1970 г». М.: «Наука». 1973. С. 28-49.
2. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. // Сейсмология, геология, геофизика. Изд-во «Наука». М., 1980 г.
3. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. // Разрушительные эффекты и вопросы сейсмического строительства. М.: «Наука». 1981 г.
4. Землетрясения в СССР в 1966-1969 гг. // Изд-во «Наука» М. 1970-1972 гг.
5. Общий каталог землетрясений на территории Дагестана. // Макросейсмические и инструментальные данные о землетрясениях за период с VII в. н.э. по 2005 г. «Эпоха». Махачкала. 393 с.
6. Комплексный мониторинг сейсмогеодинамических процессов Восточного Предкавказья в акватории Среднего Каспия. // Отчёт о работе ДФГС РАН за 2006-2015 гг. Махачкала. 2006-2016гг.
7. И.В. Ананьин. Аргунское землетрясение 2 марта 1966 г. // В кн. «Землетрясение в СССР в 2006 г. М.: «Наука». 1970 г.
8. И.В. Ананьин, Ф.Г. Кулиев. Касумкентское землетрясение 20 апреля 1966 г. // В кн. «Землетрясения в СССР 1960 г.» М.: «Наука». 1960 г.
9. М.Н. Смирнова, Д.Н. Рустанович, О.А. Санаев. Ачхой-Мартановское землетрясение 18 июля 1969 г. // В кн. «Землетрясения в СССР в 1969 г.». М.: «Наука». 1972 г.
10. О.А. Асманов, С.С. Арефьев, Ш.Д. Идармачев, Р.А. Левкович и др. Бежтинское землетрясение 4 августа 1974 г. // В кн. «Землетрясения в СССР в 1975 г.». М.: «Наука». 1978.
11. О.А. Асманов, С.С. Арефьев, Ш.Д. Идармачев, Р.А. Левкович и др. Салатауское землетрясение 23 декабря 1974 г. в Дагестане // В кн. «Землетрясения в СССР в 1975 г. М.: «Наука». 1978 г.
12. Р.А. Левкович, О.А. Асманов, П.И. Крамынин и др. Буйнакское землетрясение 9 января 1975 г. // В кн. «Сейсмологический бюллетень Кавказа 1975 г.». Тбилиси «Мецниереба». 1977.
13. Р.А. Левкович, П.И. Крамынин, А.Г. Дейнега, С.С. Арефьев. Некоторые результаты эпицентральных наблюдений Черногорского землетрясения 28 июля 1976 г. // В сб. «Геодинамика и сейсмичность территории Дагестана». Тр. ИГ ДАГФАН СССР №3 (21). Махачкала. 1979 г. С. 63-86.
14. Гавазское землетрясение 23 февраля 1981 г. // Тбилиси. «Мецниереба». 1983 г. 50 с.
15. В.Г. Папалашвили. Сейсмические условия Кавказа. // Тбилиси. «Мецниереба». 1997 г. 222 с.
16. Р.А. Агамирзаев, Ф.С. Ахмедбейли, Л.А. Арефьева, О.А. Асманов и др. Шахдагское землетрясение 20 декабря 1971 г. // В сб. «Землетрясения в СССР в 1972 г.». Изд. «Наука». М. 1976 г. С.27-32.
17. О.А. Асманов, С.О. Гаджиев, Р.А. Левкович. Кичи-Гамринское землетрясение 3 мая 1988 г. // В сб. «Землетрясения в СССР в 1988 г.». М.: «Наука». 1990 г.
18. О.А. Асманов, С.Р. Амиров, М.Г. Даниялов, Р.А. Левкович и др. Кизилюртовское землетрясение 31 января 1999 г. с $M=5,5$, $I_0 = 7$ баллов. // В сб. «Землетрясения в Северной Евразии в 1999 г.». Обнинск.ФОП. 2005 г. С. 254-263.
19. Г.Е. Етермешли, Е.С. Гаравелиев, З.А. Адилов, О.А. Асманов, М.Г. Даниялов. Двухсторонний анализ сильных Закавказских землетрясений 2012 г. // В сб. «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». Материалы 10 Международной сейсмологической школы Азербайджана. 14-18 сентября 2015 г. Обнинск. СКГС РАН. 2015 г. С. 126-131.

20. О.А. Асманов, М.Г. Даниялов, Х.Д. Магомедов. Грузинско-Дагестанское землетрясение 17 сентября 2013 г. ($K_p=13$; $M_s=5,0$; $I_0=6$). // В сб. «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». Материалы 9-й Международной сейсмологической школы Обнинск. ГС РАН. 2014 г. С. 54-57.
21. Макросейсмические проявления Кичи-Гамринского II землетрясения 16 апреля 2013 г. $M_s=4,8$. // В сб. «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». Материалы 8-й Международной сейсмологической школы Обнинск. ГС РАН. 2013 г. С. 32-35.
22. О.А. Асманов, Р.А. Левкович. О Курчалойском землетрясении 2008 г. в восточной части Чеченской республики. // В сб. «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». Материалы 8-й Международной сейсмологической школы Обнинск. ГС РАН. 2013 г. С. 36-41.
23. Б.Н. Богачкин, И.П. Гапсатарова, Б.А. Лякумович, Н.А. Новицкая и др. Землетрясение 3 августа 1989 г. на Северном Кавказе. // В сб. «Землетрясения в СССР в 1989 г. М.: «Наука». 1995 г.
24. О.А. Асманов, С.С. Арефьев, С.С. Каспаров, Р.А. Левкович и др. Киятлинское землетрясение. // В кн. «Землетрясения в СССР в 1975 г. М.: «Наука». 1978 г. С.
25. Р.А. Левкович, О.А. Асманов. Избербашское землетрясение 20 июня 1975 г. // В кн. «Землетрясения в СССР в 1975 г. М.: «Наука». 1978 г.
26. О.А. Асманов.. А.М. Гамидова, Р.А. Левкович. Дургелинское землетрясение 14 июля 1977 г. в Дагестане // В сб. «Геодинамика и сейсмичность территории Дагестана» № 3 (21). Махачкала. 1979 г.
27. В.Г. Папалашвили, Ф.Т. Кулиев, О.Х. Алимурзоев и др. Тляртинское землетрясение 26 мая 1978 г. // В сб. «Сейсмический бюллетень Кавказа». 1979 г. Тбилиси. «Мецниереба». 1988 г. С. 209-214.
28. Гавазское землетрясение 23 февраля 1981 г. // Тбилиси. «Мецниереба». 1983 г. 50 с.
29. И.Л. Ревелис, Р.А. Левкович, О.А. Асманов, Б.Д. Тагиров. Дагестанское землетрясение 3 января 1990 г. // В сб. «Землетрясения в СССР в 1990 г.». М.: ИОФЗ РАН. 1996 г. С. 26-27.
30. О.А. Асманов, Р.А. Левкович, М.М. Мирзалиев. Тлохское землетрясение 15 февраля 1992 г. // В сб. «Землетрясения Северной Евразии в 1992 г.» М.: ИОФЗРАН. 1997 г. С. 22-28.
31. Ю.В. Быстрицкая. Определение глубины Алмалинского землетрясения 17 января 1965 г. // В сб. «Сейсмичность и сеймотектоника Восточного Предкавказья». // Тр. ИГ Даг. ФАН СССР. 1985 г. Вып. 33. С. 32-36.

МАГНИТОТЕКТОНИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ АРАЗСКОГО БЛОКА
МАЛОГО КАВКАЗА (НАХИЧЕВАНСКАЯ АР) ЮРСКОГО ПЕРИОДА

Гараева Т.Д., Новрузов З.А.

Институт Геологии и Геофизики НАНА

В статье рассматривается вопрос реконструкции пространственного положения и взаимоотношения крупных тектонических единиц Нахичеванской части складчатой области Малого Кавказа в юрский период. Авторами делается попытка восстановления положения Аразского блока Малого Кавказа (Нахичеванская АР) путем корреляции ориентировок древней естественной остаточной намагниченности пород вулканогенно-осадочного комплексов юрского периода из Шарур-Джюльфинской зоны поднятая по палеомагнитным данным. После вычисления положения палеомагнитных полюсов и реконструкции пространственного положения тектонических единиц Аразского блока Малого Кавказа авторами предпринимается попытка реконструкции положения рассматриваемого блока в юрский период. По палеомагнитным данным нами установлено что в юрское время разрез Чалхан Гала находился на палеошироте 25° . Начиная с того времени исследуемый разрез переместился на север на 1300 ± 300 км со скоростью поступательного движения $2,0-2,1$ см/год. Блок Чалхан Гала повернулся по часовой стрелке на 32° . Другой исследуемый разрез Неграм находился на палеошироте 24° . С того времени (с юрского периода) рассматриваемый разрез переместился на север на 1400 ± 300 км со скоростью поступательного движения $2,1-2,2$ см/год. Неграмский блок повернулся соответственно по часовой стрелке на 21° .

Ключевые слова: магнитотектоника, палеомагнитные данные, палеотектоническая реконструкция, Аразский блок Малого Кавказа.

In the article the question of reconstruction spatial situation and relationship of large tectonic units of the Nakhchivan part of the folded area of Lesser Caucasus in the Jurassic Period is considered. Authors attempt recovery of the location of the Araz block of Lesser Caucasus (Nakhchivan AR) by correlation of orientations of ancient natural remanent magnetization of volcanogenic and sedimentary rock complexes of the Jurassic Period is made of the Sharur-Julfa lifted zone according to paleomagnetic data. After calculation of location of paleomagnetic poles and reconstruction of spatial location of tectonic units of the Araz block of Lesser Caucasus authors make an attempt of reconstruction of position of the considered block in the Jurassic Period. According to paleomagnetic data by us it is established that in the Jurassic time the section Chalkhan Gala was on a paleolatitude 25° . Since that time the studied section has moved to the north on 1300 ± 300 км with a speed of $2,0-2,1$ cm/year. The block Chalkhan Gala has turned clockwise on 32° . Other studied section of Negram was on a paleolatitude 24° . Since then (since the Jurassic Period) the considered section has moved to the north on 1400 ± 300 км with a speed of $2,1-2,2$ cm/year. The Negram block has turned respectively clockwise on 21° .

Keywords: magnetotectonics, paleomagnetic data, paleotectonic reconstruction, Araz block of Lesser Caucasus.

Аразская мегазона относится к южной ветви Малого Кавказа. Современная структура Аразской мегазоны представляется как крупный блок северо-западной окраины Южно-Азербайджанского сегмента Центрально-Иранской микроплиты (1). В свою очередь эта микроплита входит в систему микроплит, располагающихся между Евразией и Гондванной, и на сегодня находящаяся к востоку от северного выступа Аравийской плиты.

Аразская мегазона включает в себя области от Зангезурской сутурной зоны до Нахичеванского глубинного разлома (1). Эта мегазона отделена от складчатых зон северо-восточного склона Малого Кавказа посредством Зангезурской сутурной зоны. Аразская мегазона, в плане геологии, является структурой, сформировавшейся на северо-западной окраине Южно-Азербайджанского сегмента Центрально-Иранской микроплиты.

В тектоническом строении Аразской зоны Малого Кавказа выделяются четыре крупные структурные зоны: Шарур-Джюльфинская поднятая зона; Ордубадская опущенная

зона; Мисхано-Зангезурская поднятая зона; Нахичеванская опущенная (наложенная впадина) опущенная зона (1).

Как известно, современные исследования в области тектоники и геодинамики немыслимы без использования палеомагнитных данных. Построения, используемые при проведении палеомагнитных исследований, базируются на следующих фундаментальных предположениях (гипотезах):

1. Геомагнитное поле, осредненное за сравнительно малый в геологическом масштабе времени промежуток, является полем центрального осевого магнитного диполя, ось которого совпадает с осью вращения Земли. Геометрическая конфигурация магнитного поля такого диполя имеет важную для тектонических приложений особенность – наклонение геомагнитного поля определяется широтой места.

2. Горные породы могут намагничиваться по направлению внешнего магнитного поля, соответствующего времени и месту образования намагниченности, и эта намагниченность может сохраняться достаточно долго.

Главным достоинством магнитотектоники (раздел палеомагнетологии) – это, несомненно, введение в палеогеографический анализ числа, меры, с помощью которой можно оценить величину тектонических перемещений в прошлом и прогнозировать характер движения в будущем. По палеомагнитному склонению и положению оси поворота (полюс вращения) можно вычислить величину горизонтального перемещения участка, удаленного от оси поворота на определенное расстояние. Таким путем, например, можно обнаружить была ли в общем движении той или иной части складки вращательная составляющая, т. е. можно определить характер деформации складки. По палеомагнитным данным возможна оценка поворота блока не только вокруг вертикальной оси (горизонтальное движение), но и поворота вокруг произвольно расположенной оси (2).

Роль палеомагнитных данных для решения ряда вопросов, связанных с восстановлением взаимного положения тектонических единиц, их палеогеографического положения, кинематики дрейфа, трудно переоценить. Все многообразие палеотектонических схем и реконструкций как региональных, так и глобальных немыслимы без палеомагнитной фактуры, обеспечивающей основу моделей геологического развития региона.

Палеомагнитный метод является ключевым методом при решении тектонических задач. Основываясь на информации о направлении естественной остаточной намагниченности (NRM) горных пород при помощи палеомагнитного метода (т.е. магнитотектоники) можно изучить движения от локальных деформаций, поворотов глыб, блоков до глобального дрейфа континентов и их реконструкций. Комплексное изучение палеомагнитных данных вулканогенно-осадочных пород юрских образований позволит синхронизировать геологические события с соседними районами и реконструировать положение Аразской мегазоны.

Основная задача исследования это восстановления пространственного положения Аразского блока складчатой области Малого Кавказа в юрский период используя палеомагнитные данные.

Объектом исследования явились юрские отложения Шарур-Джувльфинского поднятия Аразской зоны Малого Кавказа (Нахичеванская АР, Азербайджан).

В юрских отложениях Аразской зоны по литофациальной характеристике выделяются 3 свиты – свита неграм, свита бабек, свита чалхан гала (бывшая азнабюрт), объединенные в нахичеванскую серию (1). Нами были изучены 2 разреза юрских отложений это разрезы Неграм и Чалхан Гала. В этих разрезах были исследованы породы нижней и средней (аалена, байоса, бата и келловея) юры. Образцы лейасовой (нижняя юра) эффузивной толщи были изучены в разрезе Неграм. Эта неграмская свита местами с угловым несогласием лежит на различных возрастных слоях триасовой системы и перекрывается фаунистически охарактеризованными песчаниками ааленского яруса. В Аразской зоне из юрских отложений наибольшее распространение имеют среднеюрские (байосские и батские) отложения. Как было отмечено выше, нами были изучены среднеюрские отложения в разрезах Чалхан Гала и Неграм. Породы келловея согласно залегают на батских отложения. В свою очередь отложения келловея трансгрессивно перекрываются отложениями альба и сеномана. Среднеюрские и верхнеюрские отложения характеризуются аммонитовой и (фо-

раминиферовой) фауной (3,4). Неграмская свита, представлена порфиритами и базальтами, бабекская свита – песчаниками, глинами, алевролитами, свита Чалхан Гала – известняками и песчаниками.

Методика исследований. Палеомагнитные исследования были проведены по общепринятой методике (5). С целью достоверности палеомагнитных построений требуется определение природы естественной остаточной намагниченности (NRM) исследуемых пород. В период образования породы она приобретает первичную остаточную намагниченность, которая в той или иной степени сохранности доходит до наших дней. Для целей выделения первичной остаточной намагниченности применяются лабораторные магнитные методы. Для уверенности в выделенной первичной компоненте естественной остаточной намагниченности (NRM) (I_n^0) были проведены всякого рода магнитные чистки. Магнитные чистки заключаются в непосредственном воздействии в лабораторных условиях на исследуемый образец поочередно факторов (лабораторного) времени, температуры переменного магнитного времени и т.д. с целью выявления первичной компоненты естественной остаточной намагниченности (NRM) (I_n^0). Но факт устойчивости естественной остаточной намагниченности (NRM) к различным лабораторным воздействиям, еще не факт проявления первичной компоненты естественной остаточной намагниченности (NRM) (I_n^0). Это всего лишь первый и важный этап исследований, который проводится на образцах коллекции отобранных образцов.

Для выделения первичной намагниченности был проведен комплекс исследований, включающий временную чистку, температурную чистку и чистку переменным магнитным полем. При магнитотектонических исследованиях наиболее эффективны чистки переменным магнитным полем или в результате пошагового нагрева.

Чистка переменным магнитным полем. Чистка переменным магнитным полем (Н-чистка) является наиболее применимым способом по разделению компонентов естественной остаточной намагниченности по их коэрцитивным спектрам. В основе этого способа лежит допущение о меньшей стабильности вторичной компоненты (компоненты, возраст которой не соответствует возрасту образования пород) сравнительно с первичной компонентой. В ходе Н-чистки образец размагничивается в переменном магнитном поле, значение которого плавно уменьшается. Данный вид чистки наиболее эффективен для пород, содержащих низкокоэрцитивные, магнитомягкие минералы. При проведении чистки переменным магнитным полем уже при $H=1$ кА/м намагниченность образца уменьшилась вплоть до 0,1 NRM (I_n).

Температурная чистка (Т-чистка). Наиболее эффективным способом разрушения M_{rv} (VRM) и устранения её влияния на первичную естественную остаточную намагниченность (NRM) является так называемая температурная чистка (нагрев и охлаждение в нулевом магнитном поле до $T \ll T_c$). Т-чистка представляет собой способ разделения компонент NRM по температурам их деблокирования и устойчивости к нагреву. Эксперименты показали, что M_{rv} пропорционально логарифму времени действия поля. Одним из недостатков Т-чистки по сравнению с Н-чисткой можно назвать образование в ходе нагрева новых магнитных минералов, однако при условии детального анализа результатов чистки и соответствующем контроле при измерениях остаточной намагниченности этот метод остается наиболее эффективным способом разделения компонент NRM для большинства горных пород.

Временная чистка. В горных породах почти всегда присутствует вязкая остаточная намагниченность M_{rv} (VRM) в качестве вторичной намагниченности, возникающая при длительном изотермическом воздействии постоянного геомагнитного поля в эпохи после образования самой породы. В горных породах почти всегда присутствует вязкая остаточная намагниченность M_{rv} (VRM) в качестве вторичной намагниченности, возникающая при длительном изотермическом воздействии постоянного Геомагнитного Поля в эпохи после образования самой породы. Нами был использован безнагревный способ устранения вязкой остаточной намагниченности M_{rv} (VRM) общепринятый в палеомагнитных исследованиях. Временная чистка позволяет разрушить значительную часть вязкой остаточной намагниченности M_{rv} (VRM). Этот безнагревный способ устранения вязкой остаточной намагниченности не затрагивает ни направления, ни величины первичной естественной остаточной

намагниченности (NRM) исследуемых образцов. Временная чистка оказалась недостаточной, о чем свидетельствует дальнейшее увеличение кучности при проведении температурной чистки. Вязкая компонента NRM по обоим разрезам не превышает 19% от величины естественной остаточной намагниченности.

В то время как для интрузивных пород предпочтительным является чистка переменным магнитным полем, то для вулканогенных пород нижней юры мы склонны к применению температурной чистки. Такое предпочтение связано с тем, что доминирующий вклад в NRM вносит крупнозернистый магнетит. В результате выполнения температурной магнитной чистки не произошло, каких либо минералогических изменений в составе образцов. Кроме крупнозернистого магнетита носителями намагниченности являются еще и зерна магнитожестного гематита. В связи с этим для наших исследований целесообразно было применение температурной чистки, как для нижнеюрских отложений, так и для формирований верхней юры. Однако для пород нижней, средней и верхней юры величины температур при температурной чистке была выбрана различной. Это связано с тем, что для пород нижней юры оптимальной температурой при термоочистке является температура $T=300^{\circ}\text{C}$. Для пород верхней и средней юры величина температуры $T=300^{\circ}\text{C}$ при термоочистке не приемлема в связи с тем что при этой температуре намагниченность образцов становятся очень малой, а погрешность определения – большой. Поэтому для пород верхней и средней юры мы ограничились температурой, равной $T=150^{\circ}\text{C}$.

Магнитные характеристики

Для исследуемых отложений были определены магнитные характеристики. Разрез Неграм имеет следующие характеристики. Для нижней юры: естественная остаточная намагниченность (NRM) варьирует в пределах от $1198,0 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ до $12494,6 \times 10^{-3} \text{ A/m}$, составляя в среднем $6860,1 \times 10^{-3} \text{ A/m}$, а магнитная восприимчивость (MS) изменяется от $1,47 \times 10^{-3} \text{ СИ}$ до $12,7 \times 10^{-3} \text{ СИ}$, составляя в среднем $6,43 \times 10^{-3} \text{ СИ}$; для средней юры в разрезе Неграм: NRM варьирует в пределах от $1,3 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ до $24,0 \times 10^{-3} \text{ A/m}$, составляя в среднем $6,59 \times 10^{-3} \text{ A/m}$, а MS изменяется от $0,02 \times 10^{-3} \text{ СИ}$ до $0,24 \times 10^{-3} \text{ СИ}$, составляя в среднем $0,06 \times 10^{-3} \text{ СИ}$. В разрезе Чалхан Гала в байос-келловейских отложениях естественная остаточная намагниченность (NRM) варьирует в пределах от $0,26 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ до $14,4 \times 10^{-3} \text{ A/m}$, составляя в среднем $3,32 \times 10^{-3} \text{ A/m}$, а магнитная восприимчивость (MS) изменяется от $0,02 \times 10^{-3} \text{ СИ}$ до $0,1 \times 10^{-3} \text{ СИ}$, составляя в среднем $0,04 \times 10^{-3} \text{ СИ}$. Как видно из рисунков, верхнеюрские отложения менее магнитны, чем среднеюрские породы, которые, в свою очередь, значительно менее магнитны, чем нижнеюрские формирования. Байосские отложения обладают несколько большей намагниченностью, чем батские.

Для определения магнитных минералов – носителей естественной остаточной намагниченности (NRM) были проведены магнитно-минералогические исследования изучаемых пород.

С целью определения состава ферромагнитных минералов наряду с магнитно-минералогическими исследованиями были проведены также оптические исследования на шлифах и аншлифах. Для нижнеюрских пород оптическим методом в качестве ферромагнитных минералов были выявлены крупнозернистые кристаллы магнетита. Наличие магнетита подтверждается и термомагнитными исследованиями. Для средне – и верхнеюрских пород в качестве ферромагнитного минерала были определены гематит и магнетит, причем размер зерен магнетита в байосских отложениях, больше, чем в нижнебатских. Полученные сведения об определенных ферромагнитных минералах были дополнены термомагнитным анализом и анализом кривых размагничивания естественной остаточной намагниченности переменным магнитным полем и температурой.

Обсуждение - В результате проведенных исследований в разрезе Неграм установлено 3 зоны – две зоны прямой полярности и одна обратной полярности. Т.е. ааленский ярус представлен прямой полярностью, а байосский и батский яруса имеют по 2 зоны прямой полярности и одну зону обратной полярности. В разрезе Чалхан Гала в ааленских и келловейских отложениях только одна зона прямой полярности. В байосском и батском ярусах установлены две зоны прямой полярности и одна зона обратной полярности.

По нерасчлененным отложениям нижней юры установлена одна зона обратная полярности. По данным палеомагнитных исследований (6,7,8,9,10) установлено, что зона об-

ратной полярности нижней юры относится к ее верхней части (охватывает, как правило, нижнюю часть тоарского яруса). Относятся к зоне обратной полярности Котсволда. Исходя из этого, нижняя юра разреза Неграм выявленная зона обратной полярности отнесена нами к зоне обратной полярности (R) Котсволда, хотя не исключено иное расположение этой R зоны. Ааленские отложения, изученные по обоим разрезам Неграм и Чалхан Гала, имеют прямую полярность. Отсутствие R зоны в аалене, что отмечено, также в работах (7,8) а также по данным наших исследований в Шамхорском антиклинории, свидетельствует, возможно, о небольшой мощности этих отложений – т.е. объясняется неполнотой ааленского яруса в изученных разрезах. В обоих разрезах (Чалхан Гала и Неграм) в верхнем байосе установлена зона обратной полярности. Аналогичная R зона установлена, также в работах (7,9) и отмечена в сводной палеомагнитной шкале СССР (5). В то же время в литературе имеются данные о наличии 2 и более зон обратной полярности (R) в байосе.

Таким образом, байосские (нижнебайосские) отложения, возможно, представлены в разрезе не полностью. Батские отложения также изучены в разрезах Чалхан Гала и Неграм, причем в обоих разрезах в нижнем бате установлены зоны обратной полярности. Наличие в бате двух R зон, которые отмечены как в работе X.Назарова (7), так и в сводной палеомагнитной шкале СССР (5), свидетельствует о недостаточной полноте батских (верхнебатских) отложений в исследуемом регионе. Разрез Чалхан Гала представлен лишь частью келловейских отложений и следовательно выявлена только прямая зона полярности. По сводной палеомагнитной шкале СССР (5) и по шкале океанических магнитных аномалий в келловейских отложениях отмечается как прямая, так и обратная зоны полярностей геомагнитного поля. То есть отсутствие R зоны в исследуемом регионе подтверждает неполноту келловейского яруса в разрезе Чалхан Гала. Следовательно, из изученных юрских отложений в Шарур-Джувльфинском антиклинории наиболее подробно представлены верхне-байосские формирования.

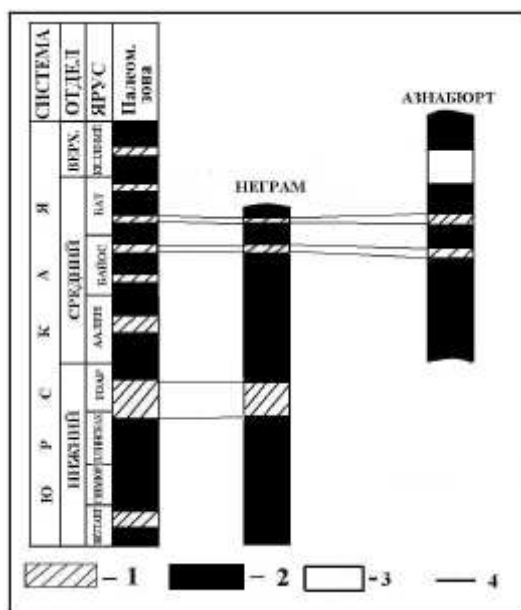
Результаты: Таким образом, в юрских отложениях Аразской зоны установлено 7 зон- из них 4 зоны прямой полярности и 3 зоны обратной полярности (в нижней юре, в верхнем байосе, в нижнем бате).

Были определены палеомагнитные направления. В разрезе Чалхан Гала: келловей – $D=30,4$ $I=42,3$; бата – $D=29,5$ $I=43,8$; байос – $D=34,4$ $I=38,2$. В разрезе Неграм: бат – $D=21,9$ $I=43,7$; байос – $D=17,8$ $I=38,0$; аален – $D=21,1$ $I=37,5$. Как следует из палеомагнитных направлений для разрезов Чалхан Гала и Неграм, они отличаются друг о друга на $12-14^{\circ}$. Это свидетельствует о развороте структур друг относительно друга в послеюрское время. Возможно, это связано с Нахичеванским глубинным разломом.

Также была предпринята попытка оценить возраст отложений посредством геомагнитных исследований. Исследованиями А.С.Большакова и др. (11,12), напряженность геомагнитного поля в средней и верхней юре а также нижнем мелу характеризуется пониженными значениями. Напряженность геомагнитного поля в нижней юре и верхнем мелу характеризуется значениями, близкими в напряженности современного геомагнитного поля. Исследованиями проведенными нами было установлено что напряженности геомагнитного поля методом Телье и методом коэрцитивных спектров по среднеюрским породами Мартунинского синклинория $H=0,15\pm 0,01$ Э при $K=0,30\pm 0,02$, т.е. для средней юры характерны пониженные направления напряженности геомагнитного поля. Оцененная нами напряженность геомагнитного поля свиты Неграм отнесена к нижней юре.

Установленная нами палеонапряженность геомагнитного поля $H=0,35\pm 0,03$ Э при $K=0,68\pm 0,05$ была близка к современной напряженности геомагнитного поля. Исходя из величины палеомагнитной направленности геомагнитного поля эти отложения с большей вероятностью следует отнести к нижнеюрским отложениям, нежели к средневерхнеюрским.

В результате проведенных исследований в разрезе Неграм установлено 7- зон – 4 прямой полярности и 3 зоны обратной полярности, а в разрезе Чалхан Гала в ааленских и келловейских отложениях только одна зона прямой полярности. В байосе и в бате по одна зона прямой полярности и одна зона обратной полярности.



Разрезы Чалхан Гала и Нехрам представлены юрскими отложениями. Значения координат среднего вектора I_n : разрез Чалхан Гала - $D=32^0$; $I=48^0$; $K=14$; $\alpha_{95}=6^0$; $\Phi=6^0$; $\Lambda=62^0$; разрез Нехрам - $D=21^0$; $I=40^0$; $K=9$; $\alpha_{95}=8^0$; $\Phi=8^0$; $\Lambda=66^0$

Рис. 1 Региональная схема магнитостратиграфических разрезов юры Нахчыванской АР. 1- зона обратной намагниченности; 2- зона прямой намагниченности; 3- неизученные части толщи; 4- линии корреляции

По палеомагнитным исследованиям нами установлено что в юрское время разрез Чалхан Гала находился на палеошироте 25^0 . Начиная с того времени исследуемый разрез переместился на север на 1300 ± 300 км со скоростью поступательного движения $2,0-2,1$ см/год. Блок Чалхан Гала повернулся по часовой стрелке на 32^0 . Другой исследуемый разрез Нехрам находился на палеошироте 24^0 . С того времени (с юрского периода) рассматриваемый разрез переместился на север на 1400 ± 300 км со скоростью поступательного движения $2,1-2,2$ см/год. Нехрамский блок повернулся соответственно по часовой стрелке на 21^0 .

Литература:

1. Исмаил-заде А.Д., Рустамов М.И., Кенгерли Т.Н. Глава 5. Малый Кавказ. 5.3. Аразкая мезагона // Геология Азербайджана. Том IV. Тектоника. НАНА. Баку 2005. С.338-347.
2. Метелкин Д. В., Казанский А. Ю. Основы магнитотектоники. Новосибирск: Новосибирский государственный ун-т. 2014. 127с.
3. Гасанов Т.А. К стратиграфии юры Нахичивани (Малый Кавказ) // Известия АН Азербайджана. Серия Науки о Земле. 1986. №1. С 55-60.
4. Азизбеков Ш.А. Геология Нахичеванской АССР. Москва: Госгеолтехиздат. 1961. 502 с.
5. Храмов А.Н., Гончаров В.И., Комиссарова Р.А. и др. Палеомагнитология. Ленинград: Недра.1982. 312 с.
6. Гамов А.Н., Пеньков А.В. Сводный палеомагнитный разрез мезокайнозоя Южного Таджикистана // Материалы VII конференции по постоянному геомагнитному полю и палеомагнетизму. Киев. 1970. Ч.2. С.35-38.
7. Назарова Х. Палеомагнитные горизонты в юрских и меловых отложениях Туркмении // Материалы IX конференции по вопросам постоянного геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма. Баку. 1973. Ч.3. С.116.
8. Печерский Д.М. Палеомагнитные исследования мезозойских отложений Северо-Востока СССР // Известия АН СССР. Серия Физика Земли. 1970. №6. С.69-83.

9. *Поспелова Г.А.* Палеомагнитная шкала юрского раннемелового времени // Палеомагнетизм мезозоя и кайнозоя Сибири и дальнего Востока. Новосибирск. 1976. С.27-46.
10. *Шевлягин Е.В., Синицин С.В.* Магнитостратиграфическая шкала юры Дагестана // Тезисы докладов III Дальневосточного семинара по палеомагнетизму. Геомагнитное поле в фанерозое. Магадан. 1984. С.53-54.
11. *Большаков А.С.* Современное состояние исследований палеонапряженности геомагнитного поля. Современное состояние исследований в области геомагнетизма. Москва. 1983. С.62-70.
12. *Большаков А.С., Солодовников Г.М., Виноградов Ю.К.* Палеонапряженность геомагнитного поля в ранней юре // Известия АН СССР. Серия Физика Земли. 1987. №4. С.72-83.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ТРАНСАЗИАТСКОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЯСА В ВАРИАЦИЯХ УРОВНЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МОСКОВСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

*Горбунова Э.М., Беседина А.Н., Виноградов Е.А., Свинцов И.С.
Институт динамики геосфер Российской академии наук (ИДГ РАН)*

В статье рассматривается реакция подземных вод Московского артезианского бассейна на землетрясения с магнитудами от 6.4 до 7.9, произошедшие вдоль южной коллизии окраины Евразийской плиты. Пункты наблюдений расположены на территории геофизической обсерватории Института динамики геосфер РАН «Михнево» на расстоянии 80 км южнее г. Москвы и представлены двумя скважинами, оборудованными прецизионными датчиками измерений вариаций уровня. За период наблюдений с 2008 г. по настоящее время гидрогеологические отклики на землетрясения Трансазиатского сейсмического пояса в безнапорном водоносном горизонте прослежены при скорости смещения грунта свыше 0.2 мм/с, в напорном пласте – при скорости более 0.9 мм/с.

Ключевые слова: прецизионный мониторинг, гидрогеологический отклик, поверхностные волны, скорость смещения грунта, коэффициент усиления

The article discusses the underground water reaction of Moscow artesian basin to the earthquakes with magnitudes from 6.4 to 7.9, which occurred along the southern collision boundary of the Eurasian plate. The observation site is located in the Mikhnevo Geophysical Observatory of the Institute of Geosphere Dynamics, Russian Academy of Sciences, 80 km to the south from Moscow. It includes two wells equipped with precise sensors measuring water level variations. For the observation period from 2008 till now hydrological responses of the unconfined aquifer to earthquakes in the Trans-Asian seismic belt are traced for peak particle velocities exceeding 0.2 mm/s and responses of the confined aquifer - for peak particle velocities exceeding 0.9 mm/s.

Keywords: precise monitoring, hydrogeological response, surface waves, particle velocity, amplification factor

Введение

В рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в России наряду с изучением опасных экзогенных и эндогенных геологических процессов выполняется мониторинг подземных вод. В федеральном центре государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) осуществляется наращивание банка данных и оценка факторов, влияющих на изменение геологической среды.

В настоящее время специализированная сеть наблюдений состоит из 106 опорных пунктов гидрогеодеформационного мониторинга (ГГД-мониторинга), расположенных в федеральных округах (Северо-Кавказском, Сибирском и Дальневосточном), и скважин ГМСН [Лыгин и др., 2015]. Большая часть скважин оборудована автоматизированными телеметрическими станциями Логгер и Кедр ДМ/ДС. Измеряемые параметры с периодом 1 час (уровень, температура и электропроводимость воды, температура воздуха, атмосферное давление) поступают по каналам сотовой и спутниковой связи в Центры сбора и анализа данных ФГУГП «Гидроспецгеология», ФГУП ВСЕГИНГЕО и ОАО Кавказгеолсъемка.

Результаты обработки экспериментального материала используются при оценке сейсмической опасности сейсмоактивных регионов. В частности, в Камчатском филиале Геофизической службы РАН на основе ретроспективного анализа проявлений гидрогеодинамического предвестника за период многолетних наблюдений осуществлен успешный прогноз землетрясения, произошедшего 28 февраля 2013 г. с магнитудой 6.8, со временем у предупреждения четыре недели [Копылова, Болдина, 2015].

Гидрогеодинамические эффекты землетрясений по времени проявления могут быть сформированы в три группы: предшествующие толчку (предвестники), сопутствующие (косейсмические) и последующие после события (постсейсмические) [Киссин, 2015]. В сейсмоактивных регионах мира наиболее широко изучены косейсмические вариации уровня подземных вод в виде «скачков», связанных с образованием магистральных разрывов в очагах землетрясений, и динамических колебаний уровня, вызванных прохождением сейсмических волн [Wang, Manga, 2010; Сейсмологические., 2012].

В платформенных условиях прецизионные стационарные наблюдения за гидрогеологическими откликами на удаленные землетрясения проводятся Институтом динамики геосфер РАН на территории геофизической обсерватории «Михнево» с 2008 г. (ГФО «Михнево») (54.9N.lat 37.77E.long) [Кочарян и др., 2010]. Для сейсмически спокойного района в скважинах, оборудованных на разновозрастные водоносные горизонты, впервые зарегистрированы вариации уровня от удаленных землетрясений, произошедших в разных регионах мира [Беседина и др., 2015; Виноградов и др., 2011; Горбунова и др., 2015; Besedina et al., 2016].

В данной работе рассматривается реакция подземных вод Московского артезианского бассейна на землетрясения Трансазиатского сейсмического пояса с магнитудами от 6.4 до 7.9.

Краткая характеристика геолого-гидрогеологических условий территории ГФО «Михнево»

В гидрогеологическом отношении рассматриваемый участок тяготеет к южной части Московского артезианского бассейна, который представляет собой сложную многослойную систему водоносных горизонтов, приуроченных к терригенно-осадочной толще пород палеозойского и четвертичного возрастов мощностью до 1.1 км, залегающих на складчатом кристаллическом фундаменте. Водовмещающие породы сложены известняками неравномерно трещиноватыми с прослоями доломита, мергеля, глины и характеризуются моноκлиальным уклоном пород на северо-восток до 0.001-0.003.

На территории ГФО «Михнево» преимущественное развитие получают каширский водоносный горизонт среднего карбона ($C_2kš$) и алексинско-протвинский водоносный комплекс нижнего карбона (C_{1al-pr}). К основным водоупорам отнесены глины верейского (C_{2vr}) и стешевского (C_{2st}) горизонтов (рис.1).

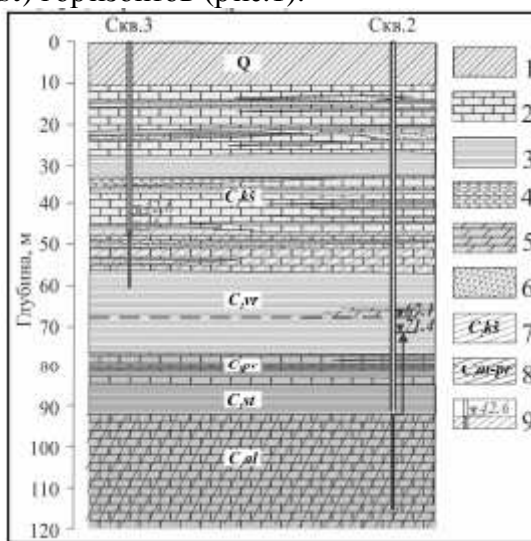


Рис.1 Схематический геолого-гидрогеологический разрез суглинок; 2 – известняк; 3 – глина; 4 – доломит; 5 – мергель; 6 – окремнение; 7, 8 – водовмещающие породы: 7 - каширский горизонт, 8 – алексинско-протвинский горизонт; 9 – скважина, цифра справа – уровень подземных вод, м)

Каширский водоносный горизонт распространен повсеместно за исключением долин р.Оки и ее притоков, в пределах которой размыт. Основное направление движения подземных вод - от водоразделов к долинам рек и их притоков с уклоном от 0.003 до 0.006. Нижезалегающий нижнекаменноугольный водоносный комплекс представлен протвинским и алексинским горизонтами, имеющими единую уровенную поверхность в связи с невыдержанным залеганием и мощностью относительного водоупора – стешевской глины на территории, прилегающей к ГФО «Михнево». Пьезометрическая поверхность напорного алексинско-протвинского водоносного комплекса пологонаклонена в северо-восточном направлении в соответствии с условиями залегания водовмещающих пород.

Надежная изолированность водоносных горизонтов среднего и нижнего карбона региональным водоупором – верейскими глинами мощностью до 20 м предопределяет разоб-

ценность их уровневых поверхностей, которые характеризуются различным положением относительно кровли пород карбона. За рассматриваемый период наблюдений прослежено снижение уровневой поверхности верхнего безнапорного водоносного горизонта на 3.7 м в связи с интенсивной эксплуатацией. Годовые вариации уровня напорного алексинско-протвинского водоносного горизонта составили 4.3 м.

Методика

На территории геофизической обсерватории ИДГ РАН «Михнево» расположены две наблюдательные скважины. Напорный алексинско-протвинский водоносный горизонт вскрыт в интервале 92-115 м в скважине, пробуренной в декабре 2006 г. Безнапорный каширский водоносный горизонт вскрыт в интервале 42.6-56.2 м в скважине, пробуренной в марте 2013 г. В скважинах проводится ежесуточный мониторинг уровня с использованием стандартных электроуровнемеров. С февраля 2008 г. и июля 2013 г. наблюдательные скважины оборудованы прецизионными датчиками уровня LMP30i (производство Германия). Точность регистрации вариаций уровня с частотой 1 Гц составляет 1.7 мм.

Регистрация сейсмических данных ведется широкополосными сейсмометрами STS-2 и SM-3-E с частотой опроса 100 Гц, установленными в шахте на глубине 20 м на территории ГФО «Михнево». Для простоты сопоставления с гидрогеологическими данными частота регистрации сейсмических записей приводилась к 1 Гц. Среди зарегистрированных землетрясений с февраля 2008 г. по декабрь 2015 г. была сформирована выборка из 10 событий, для которых наблюдался отклик уровня воды в скважинах на прохождение сейсмических волн. Дополнительно рассматривались 3 события, для которых было отмечено изменение периода колебаний уровня без видимых вариаций амплитуды (табл. 1).

Таблица 1

Дата	Время в очаге на станции OBN [GMT]	M_s D, км	R, км	H, м СКВ.2 СКВ.3	T, с	V_{p-p} мм/с	СКВ.2W LC, мм	СКВ.3W LU, мм	Район
23.10. 2011	<u>10:41:20</u> 10:45:18.6	<u>7.4</u> 15	1865	<u>71.0</u> -	12	1.51	6.5	-	Турция
07.05. 2012	<u>04:40:25.9</u> 04:43:57.1	<u>5.8</u> 10	1633	<u>68.4</u> -	-	-	-	-	Восточный Кавказ
29.05. 2012	<u>07:00:03.7</u> 07:04:26.8	<u>6.0</u> 10	2183	<u>68.2</u> -	12	0.11	-	-	Северная Италия
16.04. 2013	<u>10:44:17</u> 10:50:44.6	<u>7.6</u> 70	3564	<u>70.9</u> -	36	0.93	5.7	-	Юго-Западный Пакистан
24.09. 2013	<u>11:29:47</u> 11:36:41.6	<u>7.7</u> 20	3830	<u>68.3</u> 43.3	14	0.92	-	59.1	Пакистан
28.09. 2013	<u>07:34:06</u> 07:40:58	<u>6.9</u> 20	3802	<u>68.3</u> 43.4	24	0.30	-	11	Пакистан
12.02. 2014	<u>09:19:48</u> 09:26:55.8	<u>7.0</u> 10	3979	<u>69.5</u> 42.9	24	0.13	-	-	Южный Синьцзян, Китай
25.04.20 15	<u>06:11:24</u> 06:19:30.5	<u>7.9</u> 13	4783	<u>67.4</u> 45.4	24	0.66	-	29.2	Непал
26.04. 2015	<u>07:09:06</u> 07:17:22.1	<u>7.0</u> 10	4898	<u>67.4</u> 45.4	24	0.22	-	10.3	Непал
12.05. 2015	<u>07:05:17</u> 07:13:32	<u>7.5</u> 15	4902	<u>67.5</u> 45.4	24	0.87	-	38.1	Непал
03.07. 2015	<u>01:07:44</u> 01:14:20.4	<u>6.4</u> 20	3596	<u>68.0</u> 45.6	12	0.23	-	10	Южный Синьцзян, Китай
26.10. 2015	<u>09:09:31</u> 09:15:19.7	<u>7.0</u> 215	3240	<u>69.4</u> 45.9	12	0.29	-	14.2	Район Гиндикуш, Афганистан
07.12. 2015	<u>07:50:06</u> 07:56:09.0	<u>7.5</u> 33	3206	<u>69.6</u> 46.1	12	0.82	-	34.7	Таджикистан

Основные параметры рассматриваемых сейсмических событий – время землетрясения в очаге, время прихода продольной волны на станцию OBN (~100 км от ГФО «Михнево»), глубина, эпицентральное расстояние, магнитуда M_s и информация о типах движения в очаге – были взяты из каталога Геофизической службы РАН (ГС РАН www.ceme.gsras.ru). Дополнительно производилась оценка видимого периода T, двойной амплитуды скорости грунта V_{p-p} и уровня подземных вод (напорного – WLC и безнапорного – WLU горизонтов) для группы поверхностных волн.

Для отобранных событий рассчитывалось спектральное отношение записи землетрясения (3 ч после прихода волны на станцию) и фона (3 ч до прихода волны на станцию) как для сейсмических, так и для гидрогеологических данных. Подобная процедура позволила

устранить влияние локальных особенностей области расположения станции. Для каждого спектра определялись значимые частоты, которые проявлялись как в записи скорости грунта, так и в колебаниях уровня воды (напорного и безнапорного горизонтов). На этих частотах рассчитывался коэффициент усиления, который является характерным параметром отклика уровня воды в скважине на прохождение сейсмических волн и может быть рассчитан путем деления спектра уровня воды на спектр скорости грунта.

Дополнительно для построения частотно-временных диаграмм использовался программный пакет Spectra Analyser, разработанный д.ф.-м.н Любушиным А.А., размещенный в открытом доступе на сайте ИФЗ РАН (<http://www.ifz.ru/applied/analiz-dannykh-monitoringa/programmnoeobespechenie/>).

Результаты исследований

При обработке имеющейся базы данных за период прецизионных наблюдений с 2008 г. по 2015 г. в уровне подземных вод прослежены гидрогеологические отклики на 10 землетрясений с магнитудами от 6.4 до 7.9 (табл.1).

В связи с преимущественным расположением очагов землетрясений в пределах земной коры на глубинах от 10 до 20 км в качестве основы выбрана схема новейшей структуры платформ Евразии [Копп, 2004] (рис.2).

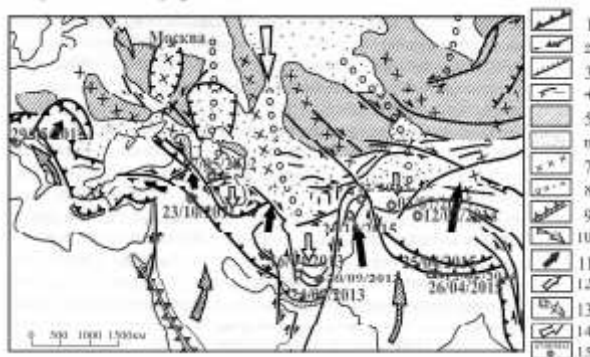


Рис.2 Схема расположения очагов землетрясений вдоль южной коллизионной окраины Евразийской плиты (на основе фрагмента с упрощениями [Копп, 2004]) (1 – взбросы, надвиги и покровы; 2 – сдвиги; 3 – сбросы; 4 – оси складок и мегаскладок; 5, 6 – области платформ, вовлеченные: 5 – в пологое поднятие, 6 – в пологое опускание; 7, 8 – оси пологих новейших: 7 – поднятий, 8 – опусканий; 9 – зоны субдукции; 10-11 – направления перемещения: 10 – микроконтинентов-инденторов, 11 – главных блоков, выжатых инденторами; 12 – компенсационного перемещения блоков; 13-14 – направления предполагаемых перемещений: 13 – Восточно-Европейской субплиты, 14 – Западносибирско-Туранской плиты; 15 – эпицентры и даты землетрясений)

Реакция подземных вод на среднефокусные землетрясения отмечена только в двух случаях: для землетрясений 16 апреля 2013 г. в районе Юго-Западного Пакистана и 26 октября 2015 г. в районе Гиндукуша, Афганистан.

Вариации уровня подземных вод и скорости смещения грунта по вертикальной компоненте синхронны при прохождении поверхностных волн. Вступление продольной волны в уровне подземных вод не прослеживается. На рисунке 3 показан гидрогеологический отклик безнапорного горизонта на землетрясение, произошедшее 7 декабря 2015 г. в Таджикистане при глубине очага 33 км.

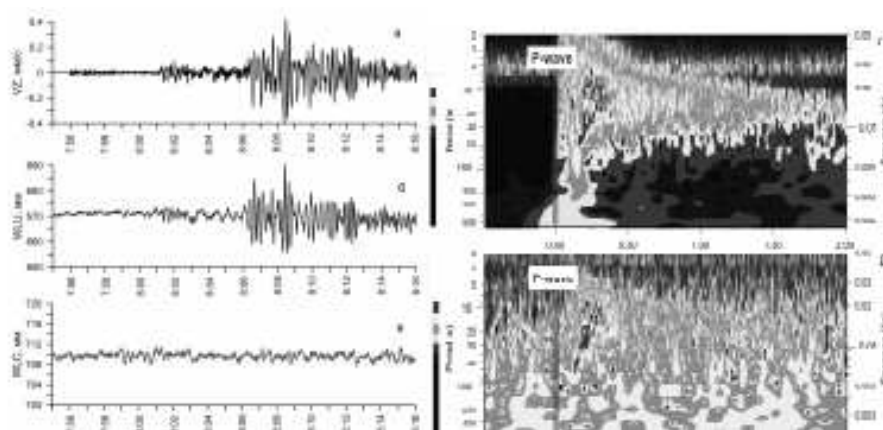


Рис.3 Сейсмограмма землетрясения 07.12.2015 в Таджикистане с магнитудой $M_S 7.5$ по вертикальной компоненте (а), диаграммы вариаций уровня безнапорного (б) и напорного (в) водоносных горизонтов. Диаграммы Морле по вертикальной компоненте скорости (г) и вариаций уровня безнапорного горизонта (д)

На пространственно-временных диаграммах Морле, соответствующих этому событию, в скорости смещения грунта (рис.3г) и уровне безнапорного горизонта (рис.3д) отчетливо выделяются поверхностные волны в диапазоне периодов 8-60 с. В напорном горизонте гидрогеологический отклик на землетрясение в Таджикистане слабо выражен.

С марта 2008 г. по июль 2013 г. прецизионный мониторинг выполнялся только за уровнем напорного водоносного горизонта. Значимые вариации уровня с амплитудами 5.7 мм и 6.5 мм были зарегистрированы при максимальных значениях скорости смещения грунта от 0.9 мм/с до 1.5 мм/с от землетрясений, произошедших в Юго-Западном Пакистане и Турции.

В последующий период наблюдений в связи с организацией высокоточного мониторинга режима безнапорного водоносного горизонта выделены гидрогеологические отклики на 8 землетрясений, приуроченных к южной периферии Евразийской плиты. Амплитуды изменений уровня подземных вод составили 10-59.1 мм при скорости смещения грунта 0.22-0.92 мм/с на эпицентральных расстояниях от 3206 км до 4902 км (табл.1).

Дополнительно были проанализированы гидрогеологические данные для землетрясений, произошедших в 2012 г. в районе Восточного Кавказа и Северной Италии, в 2014 г. – в Южном Синьцзяне, Китай с относительно высокими значениями магнитуд. Установлено, что при скоростях смещения грунта 0.11-0.13 мм/с вариации уровня подземных вод не превышают фоновые значения, визуальнo отмечается только изменение периода при прохождении сейсмических волн.

Реакция подземных вод в районе расположения ГФО «Михнево» на наиболее значимые землетрясения, произошедшие в Кавказском регионе за период наблюдений (в Азербайджане 07.05.2012 г. с магнитудой 5.8, 26.03.2013 г. в Карачаево-Черкессии, 16.04.2013 г. в Дагестане, 13.05.2016 г. в Восточном Кавказе с магнитудами 5.1-5.3), не отмечена.

Обсуждение

При сравнении диаграмм амплитудно-частотных спектров уровня напорного и безнапорного водоносных горизонтов со скоростью смещения грунта для каждого события были выделены частоты, которые одновременно присутствуют в сейсмических и гидрогеологических данных. В качестве примера на рисунке 4 показано определение значимых частот по отклику в уровне водоносных горизонтов и скорости смещения грунта на землетрясение, произошедшее в Таджикистане 07.12.2015.

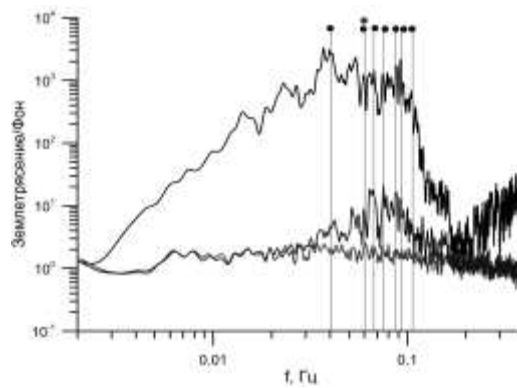


Рис.4 Амплитудный спектр землетрясения 07.12.2015 г.в Таджикистане (Непал 7.9) с магнитудой $M_s 7.5$ (черная линия – скорость смещения грунта, синяя – уровень безнапорного водоносного горизонта, красная – уровень напорного водоносного горизонта)

Применение предложенной методики к совмещенной обработке имеющихся рядов гидрогеологических и сейсмических данных позволило расширить диапазон определения значений гидрогеологического отклика на изменение скорости грунта, связанного с прохождением сейсмических волн. В частности, определены значения коэффициента усиления для землетрясений, произошедших в Непале 25.04.2015 г. с магнитудой 7.9 и Таджикистане 07.12.2015 г. с магнитудой 7.5, которые визуальнo не видны в записи вариаций уровня напорного водоносного горизонта. Данные по безнапорному водоносному горизонту дополнены значениями коэффициента усиления, полученными при обработке вариаций уровня, вызванных прохождением сейсмических волн от землетрясения в Южном Синьцзяне, Китае 12.02.2014 г.

На основе полученных данных по всем 10 событиям построена диаграмма распределения значений коэффициента усиления по частоте (рис.5).

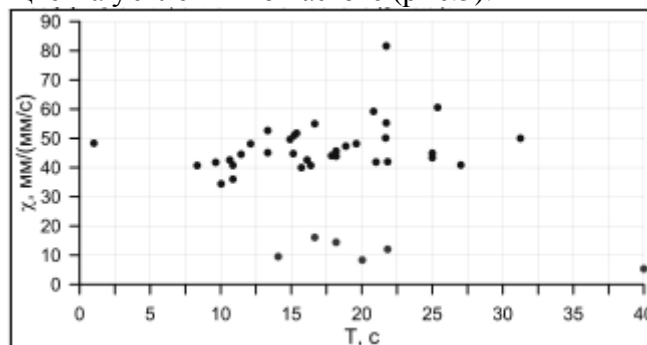


Рис.5 Зависимость коэффициента усиления от периода сейсмического воздействия (безнапорный горизонт – синие кружки, напорный – красные)

Коэффициент усиления напорного горизонта преимущественно изменяется от 9.9 до 15 мм/мм/с, для безнапорного горизонта варьирует от 40 до 50 мм/мм/с. Реакция подземных вод на прохождение сейсмических волн устойчиво проявляется в диапазоне периодов 11-25 с.

Формирование двух отдельных групп может быть связано с различием фильтрационных характеристик разновозрастных горизонтов. По данным предварительного гидрогеологического опробования водоносных горизонтов водопроницаемость безнапорного горизонта составляет $15 \text{ м}^2/\text{сут}$, напорного - $4 \text{ м}^2/\text{сут}$.

Реакция подземных вод Московского артезианского бассейна согласуется с динамикоматической зональностью области давления Аравийской и Индостанской плит [Копп, 2004] и последовательным пространственно-временным перемещением очагов землетрясений вдоль южной периферии Евразийской плиты. В пределах области внедрения плиты-индентора (внутренней) расположены очаги землетрясений, произошедших в Турции 23 октября 2011 г. с магнитудой 7.4 и в Непале в апреле и мае 2015 г. с максимальной амплитудой 7.9. В области разгрузки (внешней) очаги землетрясений прослежены в соответствии с направлением перемещения главных блоков, выжатых инденторами.

Заключение

В результате выполненных исследований определен нижний порог значений сейсмических скоростей, при которых регистрируются гидрогеологические отклики на землетрясения в платформенных условиях. Отмечена неоднозначная реакция напорного и безнапорного водоносных горизонтов на прохождение сейсмических волн. Зависимость между вариациями уровня подземных вод и скоростью смещения грунта близка к линейной. Коэффициент усиления можно аппроксимировать частотно независимой функцией.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российской академии наук (проект № 0146-2015-0012).

Литература

1. *Беседина А.Н., Виноградов Е.А., Горбунова Э.М., Кабыченко Н.В., Свинцов И.С., Пигулевский П.И., Свис тун В.К., Щербина С.В.* Отклик флюидонасыщенных коллекторов на лунно-солнечные приливы. Часть 1. Фоновые параметры приливных компонент в смещении грунта и уровне подземных вод // *Физика Земли*. 2015. № 1. С.73-82.
2. *Виноградов Е.А., Горбунова Э.М., Кабыченко Н.В., Кочарян Г.Г., Свинцов И.С.* Отклик коллекторов подземных вод на слабые сейсмические волны удаленных землетрясений // *Геодинамика. Материалы международной научной конференции "Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды"*. Львов: Изд-во Львівської політехніки: №2 (11) 2011. С.49-51.
3. *Горбунова Э.М., Беседина А.Н., Виноградов Е.А., Свинцов И.С.* // *Реакция подземных вод на прохождение сейсмических волн от землетрясений на примере ГФО "Михнево"* // *Динамические процессы в геосферах*. Вып.7. М.: ГЕОС, 2015. С.60-67.
4. *Киссин И.Г.* Флюиды в земной коре: Геофизические и тектонические аспекты. М.: Наука, 2015. 328 с.
5. *Копп М.Л.* Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы. Москва: Наука, 2004. 340 с.
6. *Копылова Г.Н., Болдина С.В.* Триггерное воздействие землетрясений на подземные воды (по данным наблюдений на Камчатке) // *Триггерные эффекты в геосистемах (Москва, 16-19 июня 2015 г.): материалы третьего Всероссийского семинара-совещания*. М.: ГЕОС. С.70-78.
7. *Кочарян Г.Г., Виноградов Е.А., Горбунова Э.М.* Изменение флюидодинамического режима подземных коллекторов под действием сейсмических колебаний. Часть 1. Анализ результатов наблюдений // *Динамические процессы в геосферах*. Сб. научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2010. С.70-79.
8. *Лыгин А.М., Стажило-Алексеев С.К., Кадурын И.Н., Сибгатулин В.Г., Кабанов А.А.* Мониторинг напряженно-деформированного состояния геологической среды в Сибирском и Дальневосточном федеральном округах в 2007-2014 гг. Красноярск: ФГУГП «Гидроспецгеология», 2015. 114 с.
9. *Сейсмологические и геофизические исследования на Камчатке. К 50-летию детальных сейсмологических наблюдений* / Под ред. Гордеева Е.И., Чеброва В.Н. Петропавловск-Камчатский: Холд.комп. «Новая книга», 2012. 480 с.
10. *Besedina A., Vinogradov E., Gorbunova E., Svintsov I.* Chilen Earthquakes: Aquifer Responses at the Russian Platform // *Pure and Applied Geophysics*. Vol.173. N2. PP.321-730. 2016. ISSN 0033-4553.
11. *Wang C.-Y., Manga M.* Earthquakes and Water. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. 228 p.

СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ
(НА ПРИМЕРЕ Г. ВЛАДИКАВКАЗА)

Заалишвили В.Б.

Геофизический институт ВНЦ РАН

В работе рассмотрены результаты работ по сейсмическому микрорайонированию территории г. Владикавказа. На основе результатов проведения детального сейсмического районирования (ДСР) и макросейсмического обследования проявления прошлых землетрясений был установлен эталонный грунт (средние грунтовые условия) в виде необводненных глинистых грунтов полутвердой консистенции к которому отнесена исходная интенсивность (сейсмичность) территории равная 8 баллам. Рассчитаны приращения интенсивности на участках с типичными грунтовыми условиями с помощью инструментального, расчетного и инструментально-расчетного методов СМР. Далее построена карта сейсмического микрорайонирования г. Владикавказа в единицах макросейсмической интенсивности, в масштабе 1:10000.

Ключевые слова: сейсмическая опасность, влияние грунтовых условий на сейсмический эффект, сейсмическое микрорайонирование

Results of seismic microzonation of the territory of Vladikavkaz city are considered. On the results of detail seismic zonation and macroseismic investigation of past earthquakes etalon soil (average ground conditions) in the form of unsaturated soils of medium-hard consistence were determined. Initial intensity (seismicity) of the territory equal to 8 degree is assigned to this soils. Intensity increments for sites with typical soil conditions were estimated by means of instrumental, calculational and instrumental-calculational methods of seismic microzonation. Corresponding seismic microzonation map of Vladikavkaz city in terms of macroseismic intensity in scale of 1:10000 was created.

Keywords: seismic hazard, site effect, seismic microzonation

В России к эталонным участкам, относят участки сложенные средними по сейсмическим свойствам грунтовыми условиями для данной территории. В Армении и Грузии к эталонным участкам, как правило, относили участки с наихудшими для данной территории грунтовыми условиями, хотя в отдельных случаях они могли быть и средними [1]. В США к эталонным участкам относят участки сложенные скальными грунтами. В б. СССР участки с эталонными грунтовыми условиями традиционно устанавливали по результатам макросейсмического обследования прошлых сильных и разрушительных землетрясений.

Участки, характеризуемые одинаковой интенсивностью, объединены в соответствующие сейсмические зоны. При этом для исследуемой территории реализуется учет инженерно-геологических, гидрогеологических и геоморфологических условий при формировании ожидаемой интенсивности. С другой стороны, целью проведения сейсмического микрорайонирования является формирование исходных данных для оценки уязвимости жилищного фонда при различного уровня сейсмических воздействиях и градостроительного проектирования.

Современные принципы проведения работ по предполагают детальную дифференциацию исследуемой территории по типу грунтовых условий. При этом территория делится сеткой на равные ячейки. Далее определяются параметры, формирующие особенности грунтовых условий в каждой из этих ячеек, что предполагает активное применение ГИС-технологий [2]. Впервые подобные исследования нами были проведены в 2000 г. в процессе выполнения международного проекта для большого участка территории г. Тбилиси, сложенного различными видами грунтов, и, при этом находящихся в различных физических условиях [3].

Сейсмический процесс представляет собой сложный многофакторный процесс, поэтому при разработке итоговой карты сейсмического микрорайонирования учитываются результаты комплексного использования способов инструментального, расчетного

методов, а также недавно разработанного инструментально-расчетного метода [5, 6, 7].

Объектом исследований являлись сейсмические условия территории г. Владикавказа, как непосредственной основы сейсмостойкого проектирования и строительства. В качестве основы сейсмической опасности территории рассматривался созданный нами комплект вероятностных карт сейсмической опасности (1%, 2%, 5%, 10%) территории РСО-А в масштабе 1:200 000 [7, 8, 9, 10]. При проведении сейсмического микрорайонирования был использован инструментальный метод СМР [1, 11] в виде способов слабых землетрясений, сейсмических жесткостей и микросейсм, а также расчетный метод в виде способов МОВ и МКЭ [12–15].

Для массового, т.е. основного строительства нами было решено использовать карту пятипроцентной вероятности превышения расчетной интенсивности в течение 50 лет, как наиболее «реальную» для исследуемой территории [16]. На основе учета указанной вероятностной карты сейсмической опасности территории РСО-А, соответствующей реальной повторяемости 1000 лет [17], составлена карта сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказа, предназначенной для массового строительства. Таким образом, пятипроцентная вероятностная карта детального сейсмического районирования представляет неотъемлемую основу для создания пятипроцентной вероятностной карты сейсмического микрорайонирования – непосредственной основы сейсмостойкого строительства.

В процессе исследования нами был произведен анализ результатов проведения предыдущих геофизических исследований на территории г. Владикавказа в процессе реализации в 1969-2006 годах различными научными учреждениями работ по сейсмическому микрорайонированию территории города [18; 19].

Впервые работа по сейсмическому микрорайонированию исследуемой территории, а, именно, г. Владикавказа была проведена еще в 1969-1970 гг. Сразу отметим, что соответствующая карта сейсмического микрорайонирования оказалась первой и последней официальной утвержденной картой – непосредственной основой сейсмостойкого строительства. Почти все строительство в городе в последующий период официально и полуофициально основывалось на данной карте.

Прошло 20 лет и в 1990-1991 гг. работа по сейсмическому микрорайонированию вновь была проведена. Этому способствовал ряд обстоятельств.

За прошедший период были разработаны Рекомендации по проведению сейсмического микрорайонирования (1971г.), затем - более современные Рекомендации по проведению (1985г.) и, наконец, в 1988 г. было издано руководство по проведению сейсмического микрорайонирования обусловленное появлением новых научных подходов. Вскоре после разрушительного Ташкентского землетрясения 1966 г. были разработаны новые Нормы (СНиП-69). В последующие 10 лет пришла пора разработки новых Норм (СНиП-81). В Нормах нашли воплощение самые современные воззрения ученых «антисейсмиков» и инженеров. Именно указанные Нормы ученые США назвали одними из лучших Норм мира. Еще через 10 лет после разрушительного Спитакского землетрясения (Армения, 1988 гг.) был начат ни шибко, ни валко процесс формирования последующих Норм. Неожиданное разрушительное Рачинское землетрясение (Грузия, 1991 г.) процесс этот сделал необратимым. Уже в 1992 г. было издано Постановление Госстроя о повышении уровня сейсмичности на Кавказе на один балл. А в 1996 г. вышли новые Нормы РФ, хотя и включающие почти все основные положения предыдущих Норм, но наряду с этим значительно развившиеся в сейсмологической части.

Работы прошлых лет ярко отражают эволюцию представлений о факторах, формирующих сейсмический эффект землетрясений. Так в 1970 г., наряду с традиционными на тот период методами и способами оценки сейсмических свойств грунтов, впервые в б. СССР был использован весьма перспективный расчетный метод в виде способа МОВ (многократно отраженных волн) сейсмического микрорайонирования, позволивший оценить ожидаемые колебания мощной грунтовой толщи при будущих землетрясениях [18].

О его прогрессивности может свидетельствовать тот факт, что использование расчетного метода позволило бы заранее оценить резонансные частоты грунтовых условий

на территории г.г. Ленинакан, которые могли быть использованы при проектировании застройки и предотвратить разрушения зданий, вызванные резонансными явлениями в системе «грунт-сооружение» (разрушение практически всех зданий 111 серии). Последствия землетрясения в Мексике (1985 г.) отчетливо показали, что на сейсмический эффект значительное влияние может оказывать мощная грунтовая толща. Последствия Ниигатского землетрясения (Япония, 1964 г.) дали нам представления о возможном разжижении грунтов и т.д.

В то же время некоторые используемые в 1970 г. подходы и положения не могли учесть все новые факты последующих лет (1971, 1985, 1988 и т.д.). Тем не менее, в целом, они сыграли положительную роль при формировании новой застройки. После выхода в свет новых Рекомендаций по СМР (1985 г.), в которых была показана связь количества заполнителя крупнообломочных грунтов с сейсмичностью, некоторые результаты работы 1970 г. стали явно устаревшей.

За прошедшие с 1969 года 40 лет появились не только новые методы и технологии проведения работ, но и значительно изменились представления вообще об уровне сейсмичности на Кавказе, что в той или иной степени находило определенное отражение в соответствующих времени Строительных нормах.

На этом напряженном фоне эволюции всего и вся, работа по сейсмическому микрорайонированию 1990-1991 гг. территории Владикавказа выглядит явным анахронизмом. Справедливости ради отметим, что результаты работы не были приняты и утверждены. Одной из причин этого являлось «традиционное» стремление любыми возможными путями снизить уровень сейсмической опасности (рис.3).

Проведение работ по сейсмическому микрорайонированию города в 2009-2010 гг. попадает в новый 20-летний интервал традиционный для проведения подобных работ.

Для уточнения различных показателей грунтовой толщи нами использовались современные измерительные средства и оборудование: Георадар «ОКО-2», электроразведочная станция ЭРП-1 и сейморазведочная станция «Лакколит Х-2М». Это позволило в процессе исследования осуществлять контроль получаемых данных. Указанная в комплексе аппаратура основана на результатах новейших достижений отечественных приборостроителей на уровне мировых стандартов и обеспечена современными программами компьютерной обработки полевых материалов.

В соответствии с региональными строительными нормами **способ сейсмических жесткостей** обязателен для применения как основной на объектах сейсмического микрорайонирования всех классов [20]. При этом приращение балльности определялось с помощью известной формулы С.В.Медведева. В результате обобщения результатов исследований, выполненных для всей территории города, для средних грунтовых условий приняты следующие характеристики: $v_s=350$ м/с и $\rho = 1,85$ т/м³. Кроме того расчеты выполнялись по модифицированной формуле Максимова-Заалишвили, учитывающей резонансные свойства грунтов при малых уровнях воздействия, что позволило повысить обоснованность получаемых результатов. [1]:

$$\Delta M_{M3} = \lg \left(\frac{\rho_0 V_0}{\rho_i V_i} e^{2,5(\lg v_0 - \lg v_i)} \right), \quad (1)$$

Результаты, включающие анализ категории грунтов согласно карте инженерно-геологического районирования нанесены на карту с целью сопоставления с результатами других методов (рис. 4).

Следующим обязательным для применения способом инструментального метода сейсмического микрорайонирования является **способ регистрации землетрясений** [20, 21].

Организация в 2004 г. постоянной локальной сети сейсмических наблюдений на участках с различными грунтовыми условиями на территории г. Владикавказа позволила получить представительный набор сейсмических записей, характеризующих свойства грунтов-оснований застройки. Пункты наблюдений оснащены современными регистраторами сейсмических сигналов «Дельта-Геон», до июля 2006 года в качестве сейсмоприемников использовались сейсмоприемники типа СК-1П, а с августа 2006 года – сейсмоприем-

ники типа С-5-С.



Рис.1. Карта-схема сейсмического микрорайонирования территории г.Владикавказа (г.Орджоникидзе) 1970 года

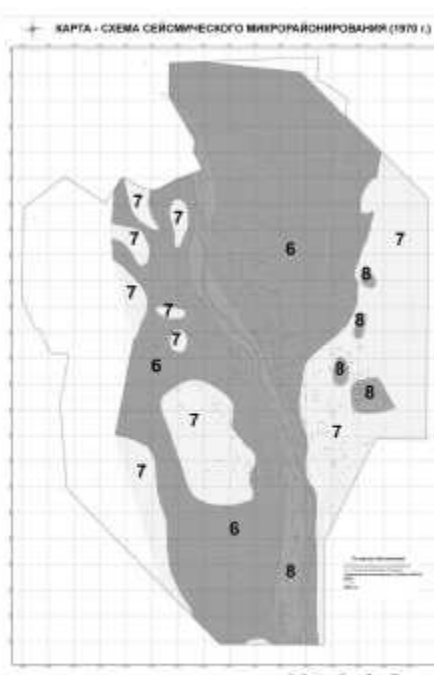


Рис.2. Карта-схема сейсмического микрорайонирования территории г.Владикавказа (г.Орджоникидзе) 1970 года (ГИС проект)

По сравнению с сейсмоприёмниками СК-1П, использующимися в региональной сети Кармадонского параметрического полигона, сейсмоприемники С-5-С являются более длиннопериодными, что позволило изучать более низкочастотный диапазон и, кроме того, записывать события большей интенсивности, что вполне соответствует задачам инженерной сейсмологии. Использование сейсмоприемников С-5-С также позволило уточнить приращение сейсмической интенсивности для станции ТЕА. В 2010 году в процессе выполнения работы сеть была расширена и дополнена двумя станциями по улицам Гадиева и Владикавказской (BUR и TUR, соответственно, рис. 5-6). Результаты расчета приращений интенсивности по обоим приборам сведены в таблице 1. Грунтовые условия станции «GEO» в виде галечников были приняты в качестве средних грунтовых условий. Такое отнесение обусловлено количеством заполнителя в галечниках > 30%.

Установлено значительное влияние грунтовых условий на амплитудно-частотные характеристики записей сопоставленных участков и выделены опасные частоты колебаний. Использование стационарных пунктов для регистрации микросейсм позволило определить суточные вариации амплитуд микросейсмических колебаний в различных частях города Владикавказа. Использование амплитуд записей микросейсм для оценки приращения балльности грунтов, как правило, характеризуется высокой неопределенностью [1, 23].

КАРТА - СХЕМА СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ (1991 г.)

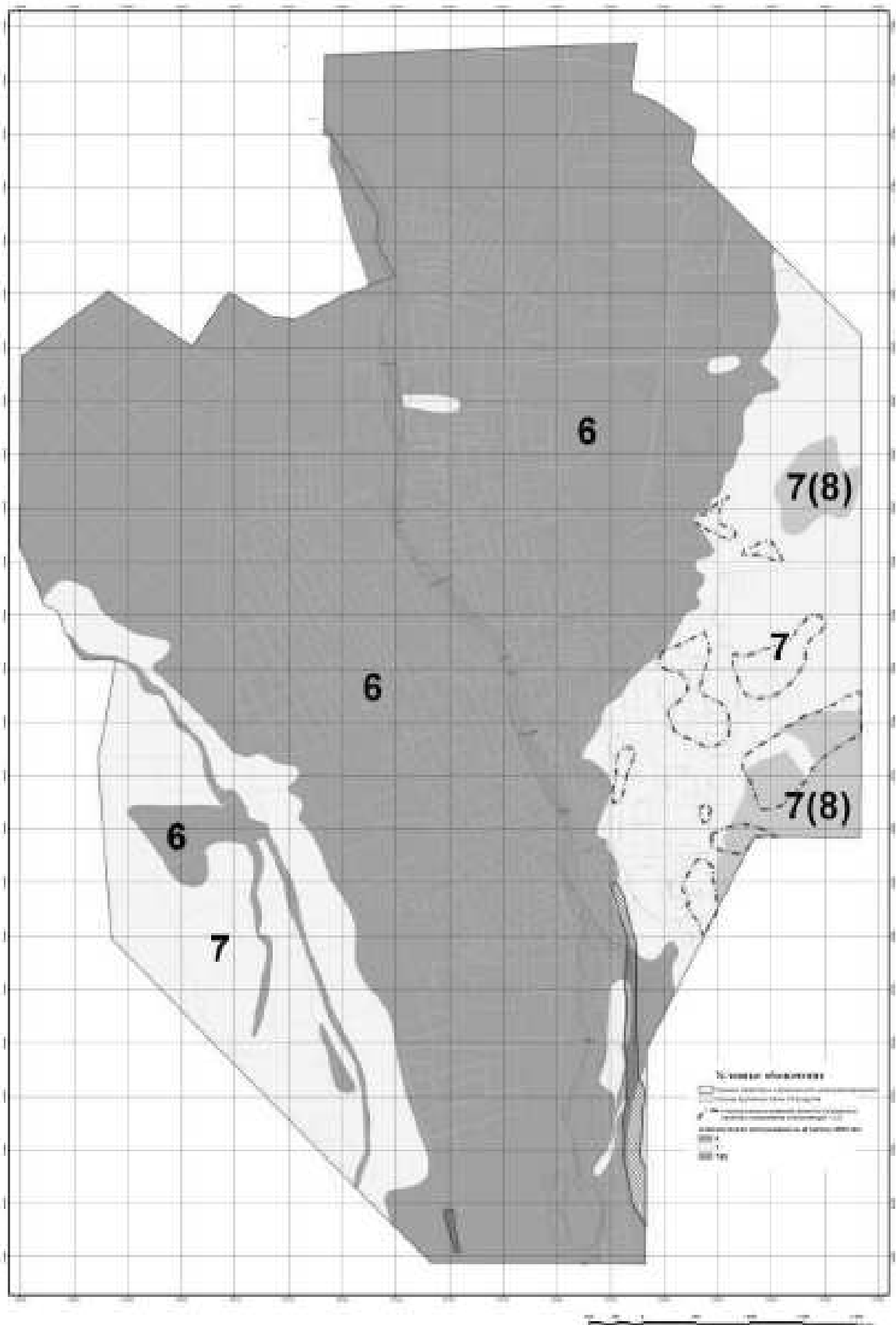


Рис. 3. Карта-схема сейсмического микрорайонирования 1991 года. (ГИС проект)

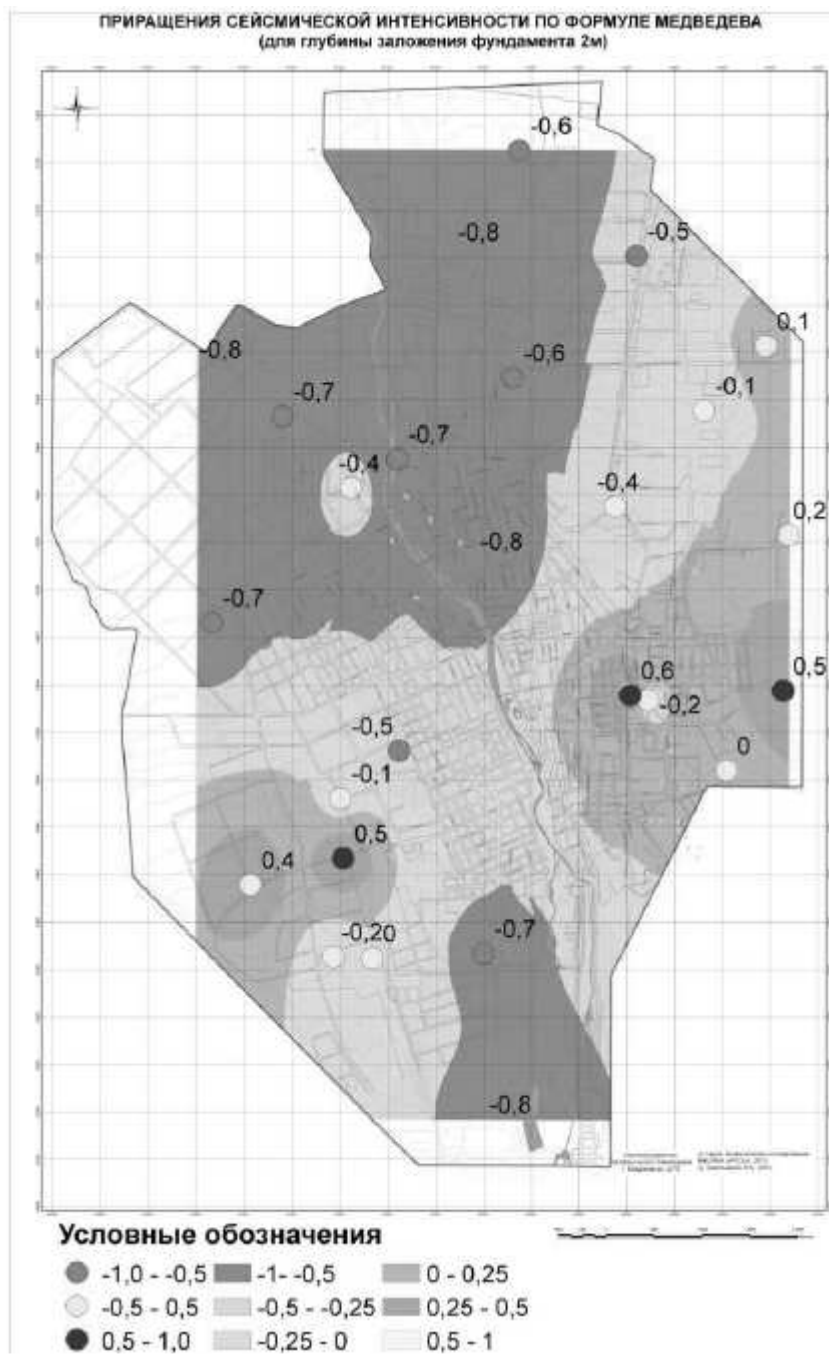


Рис. 4. Результаты расчетов приращений сейсмической интенсивности по формуле С.В. Медведева

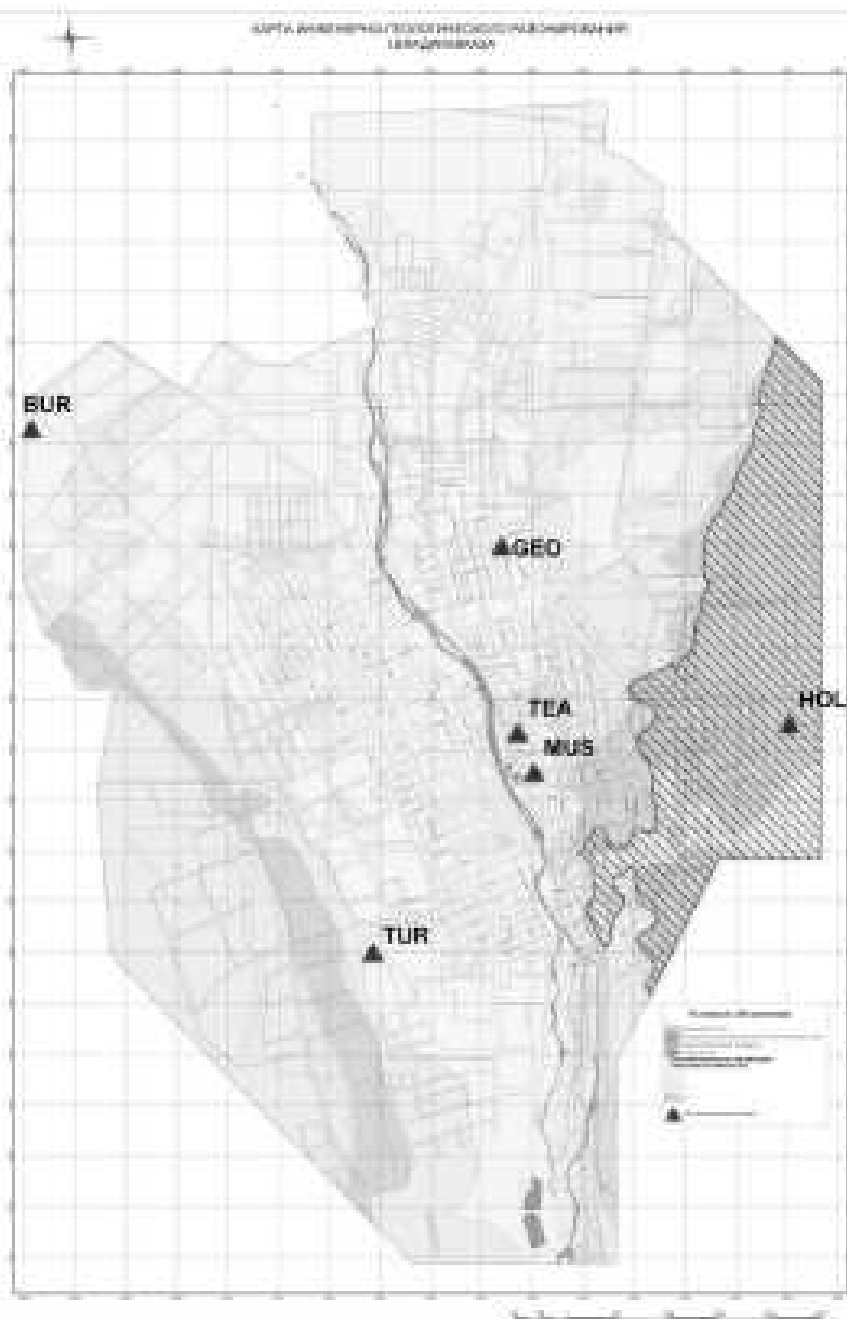


Рис. 5. Схема расположения сейсмических станций на территории г.Владикавказа, инженерно-геологические условия исследуемой территории

Очевидно, что близость промышленных объектов к месту расположения станции «Геоцентр» обуславливает завышение амплитуд микроколебаний на данной станции (предприятия функционируют круглосуточно), кроме того, станция «Театр» расположена в достаточной близости от р.Терек, также являющейся мощным источником микроколебаний.

Способ микросейсм является вспомогательным и применяется в комплексе с другими методами [21, 22], результаты определения приращений сейсмической интенсивности по записям микросейсм, полученным на пунктах сети сейсмологических наблюдений приведены в таблице 2.

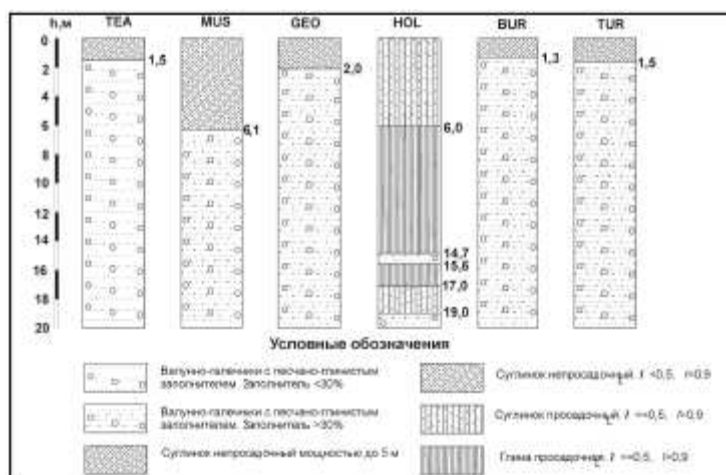


Рис. 6. Грунтовые условия сейсмических станций, расположенных на территории г.Владикавказ

Таблица 1

Приращения сейсмической интенсивности по записям землетрясений

Код станции	ΔI	ΔI	ΔI
	СК-1П	С-5-С	
MUS	-0,1	-0,1	0
GEO	0	0	0
HOL	0,4	0,6	1
TEA	-0,2	-0,6	-1
BUR	-	-0,2	0
TUR	-	0,3	0

Таблица 2

Приращения сейсмической интенсивности по записям микросейсм

Код станции	ΔI	ΔI	ΔI
	СК-1П	С-5-С	
MUS	-0,95	-0,20	0
GEO	0	0,00	0
HOL	0,03	0,68	1
TEA	-1,05	-0,60	-1
BUR	-	-0,20	0
TUR	-	0,25	0

При использовании расчетного метода, в виде способа МОВ (рис.7) [24], в качестве входных акселерограмм применялись синтетические записи, полученные стохастическим методом для Сунженской зоны ВОЗ (западная ветвь) и для Владикавказского разлома в силу непосредственной близости к черте города – акселерограмма, полученная по программе FINSIM [25]. Кроме того были использованы инструментальные записи реальных сильных землетрясений, зарегистрированных в различных регионах мира. Для прогноза поведения грунтов при интенсивных сейсмических нагрузках использовалась программа NERA, позволяющая учитывать нелинейные свойства грунтов. Внешнее сейсмическое воздействие задавалось в форме синтетической акселерограммы сильного землетрясения для Владикавказского разлома с магнитудой $M_{max} = 7.1$.

Оценка влияния мощной грунтовой толщи на спектральные особенности колебаний производилась по нескольким моделям на основе данных схематического геолого-геофизического разреза. Влияние мощной толщи может проявляться на частотах 0,4 Гц и 1,2-1,6 Гц.

По результатам моделирования и последующего расчета с помощью сильных

землетрясений были также построены кривые усиления колебаний верхней толщей разреза по отношению к подстилающей толще плотных галечников (для верхней части разреза). Выделенные преобладающие частоты колебаний сравнивались с результатами выделения преобладающих частот колебаний по записям микросейсм на исследуемых участках с использованием методики спектральных H/V -отношений [26].

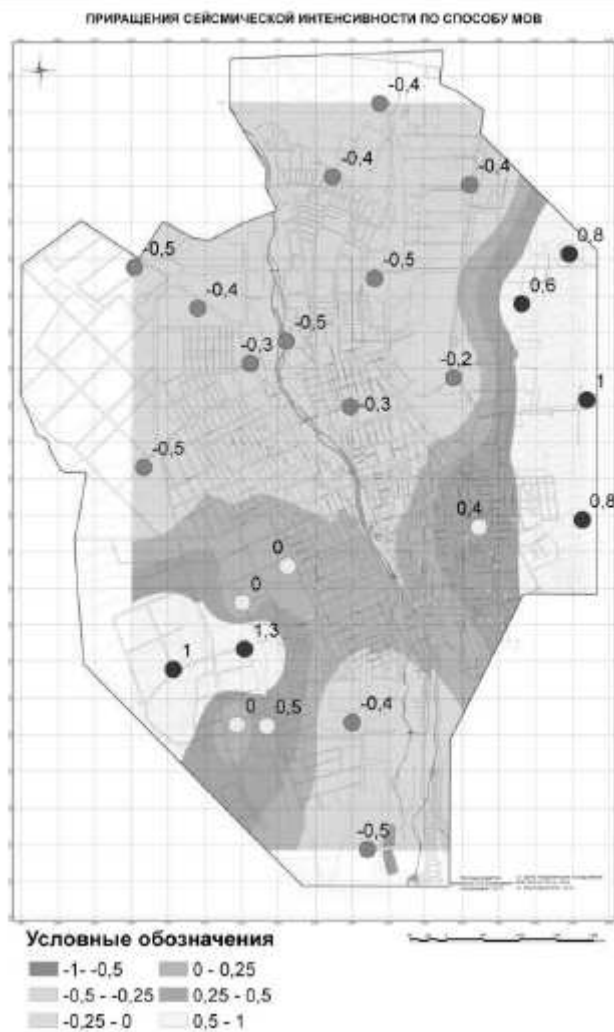


Рис. 7. Результаты расчетов приращений сейсмической интенсивности способом МОВ сейсмического микрорайонирования

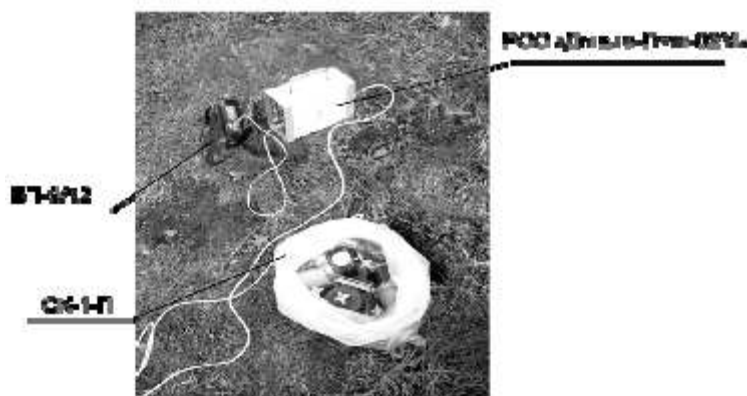


Рис. 8. Регистрация микросейсм (приборы).

Значительно количество участков, расположенных в различных частях мира было исследовано группой европейских ученых в рамках проекта SESAME (Coordinator – Pierre-Yves Bard) [27]. Так же показано соответствие преобладающих частот, выделенных с помощью спектральных H/V отношений и по записям землетрясений.

Соответствие спектральных характеристик участков, полученных различными

методами, позволило вполне обоснованно использовать записи микросейсм для детализации результатов инструментального метода и уточнения границ карты инженерно-геологического районирования. На территории г. Владикавказа были выполнены записи микросейсмических колебаний в различных участках города, охватив всю его территорию. Регистрация микросейсм производилась тремя мобильными сейсмическими станциями включающими регистраторы сейсмических сигналов (РСС) «Дельта-Геон-02М» и сейсмоприемники СК-1П.

В результате проведения данной работы была построена карта преобладающих частот колебаний на территории города Владикавказа (рис. 8).

В работе также впервые использовался разработанный нами ранее новый, инструментально-расчетный метод, применение которого основано на непосредственном использовании базы данных сильных движений типа K-NET (Япония) в виде реальных записей сильных землетрясений, зарегистрированных в различных регионах мира.

При использовании инструментально-расчетного метода в виде способа инструментальных аналогий для реализации расчетов из банка данных сильных движений Центра, включающего почти 50 000 записей, подбирались записи землетрясений на участках с близкими для исследуемого грунтовыми условиями и характеристиками землетрясений (магниту да, эпицентрального расстояние и т.д.) [6, 7].

Поскольку наибольшую опасность для территории г.Владикавказа оказывает Владикавказский разлом из базы данных было выбрано сейсмическое событие (26.03.97 17:31:00) с близкими к ожидаемым для указанного сценарного землетрясения и грунтовыми условиями, эквивалентными участкам исследуемой территории. Результаты расчетов представлены в таблице 3. Амплитуды колебаний A_1 , на эпицентрального расстоянии (Δ_1) пересчитываются на заданное эпицентрального расстояние (Δ_2) по формуле:

$$A_2 = A_1 e^{\alpha(\Delta_2 - \Delta_1)} \quad (3)$$

В первом приближении коэффициент поглощения α , можно считать постоянным, в общем случае он является функцией частоты колебаний. В расчетах использовалось значение α для территории Японии по данным [28].

Грунтовые условия станции KGS001 характеризуются наличием глинистых грунтов мощностью порядка 8 метров, подстилаемых галечниками, что позволило выбрать в данную станцию эквивалентной станции «Музей» (MUS). Станция KGS004 была выбрана эквивалентной станции «Весна» (HOL), в силу наличия песчаных и глинистых грунтов мощностью порядка 20 метров, пески, присутствующие в разрезе по своим свойствам близки к глинам текучей консистенции присутствующим в разрезе станции «Весна» (HOL).

Анализ результатов расчета приращения интенсивности по комплексу методов и способов сейсмического микрорайонирования показывает, что величина приращений интенсивности относительно эталонных, необводненных глинистых грунтов т/пластичной консистенции, к которым отнесена 8 балльная интенсивность, составит:

Для глинистых грунтов (мягкопластичные, текучей консистенции и т.д.)- +1 балл.

Для галечников с песчано-глинистым заполнителем > 30% - 0 баллов.

Для галечников с песчано-глинистым заполнителем < 30% - -1 балл.

На основе вышеизложенного была составлена карта-схема сейсмического микрорайонирования территории г.Владикавказа в масштабе 1:10 000 (рис. 9). На указанной карте – схеме были выделены зоны интенсивностью 7, 8 и 9 баллов.

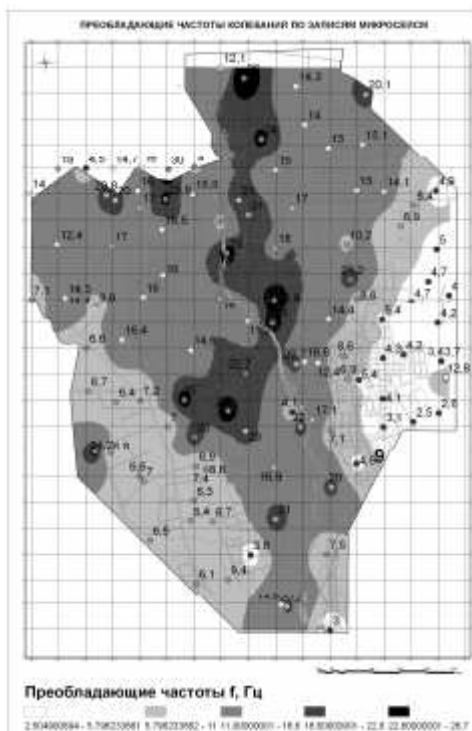


Рис. 8. Результаты дифференциации грунтов по признаку преобладающих частот колебаний и границы зон по карте инженерно-геологического районирования

Таким образом, как видно из таблицы 3 приращение балльности для грунтовых условий станции «Весна» после округления составит 1 балл.

Таблица 3

Приращения сейсмической интенсивности

Код станции	Эквивалент	M	h, км	Δ, км	A _{max} , см/с ²	A _{max} (Δ=10км), см/с ²	ΔI от-но KGS001
KGS001	MUS («Музей»)	6,3	8	30	129	191	-
KGS004	HOL («Весна»)	6,3	8	19	293	350	0,87

К 7 балльной зоне отнесены участки, сложенные галечниками с песчано-глинистым заполнителем < 30%. К 8 балльной зоне отнесены участки, сложенные глинистыми необводненными грунтами (п/тв. консистенции и т.д.) и галечниками с песчано-глинистым заполнителем > 30%; к 9 балльной зоне отнесены участки, сложенные глинистыми обводненными грунтами (текучей консистенции и т.д.). Необходимо, при этом, отметить, что при фундировании на галечники с песчано-глинистым заполнителем < 30% сейсмичность участка составит 7 баллов. Такие участки из-за малого их распространения и сложности выделения точных границ по фондовым материалам были выделены в пойменной северной части города, но также могут присутствовать на отдельных участках 8-балльной зоны.

По ряду причин ряд способов СМР, основанных на использовании мощных источников и предложенный в свое время одним из авторов работы, не был использован. В то же время, были использованы все способы обязательные для применения как основные в процессе сейсмического микрорайонирования (способ регистрации слабых землетрясений и способ сейсмических жесткостей).

В процессе работы, в частности, было выявлено отсутствие детальности в данных для построения полноценной или кондиционной карты инженерно-геологического районирования. В частности, содержание песчано-глинистого заполнителя было указано только для ряда скважин. Хотя уточнение инженерно-геологической карты территории в задачи работы не входило, тем не менее, в целом ряде случаев, фактически, такое уточнение было проведено с помощью современных геофизических методов и оборудования. В связи с тем, что при проектировании и строительстве современных зданий обязательным условием является проведение детальных инженерно-геологических

изысканий на конкретной площадке строительства, результаты настоящего исследования вполне достаточны для сейсмостойкого строительства.

Практическое применение настоящей карты сейсмического микрорайонирования, как, впрочем, и любой подобной карты, при сейсмостойком проектировании предполагает обязательное использование детальных данных инженерно-геологических изысканий на конкретной строительной площадке. При этом анализ полученных результатов позволяет непосредственно оценить уровень локальной сейсмической опасности на исследуемой строительной площадке.

Необходимо отметить, что в случае наличия не очень большой перекрывающей глинистой толщи и фундировании сооружения непосредственно на подстилающие галечники с песчано-глинистым заполнителем $< 30\%$ сейсмичность участка может быть, вполне обоснованно, отнесена к 7 балльной независимо от сейсмичности перекрывающей толщи. Подобный подход может быть применен и в случае фундирования сооружения на подстилающие галечники с песчано-глинистым заполнителем $>30\%$. В таких случаях сейсмичность участка может быть отнесена к 8 балльной, независимо от сейсмичности перекрывающих глинистых грунтов. В то же время в таких случаях необходимо учитывать величину бокового давления при сейсмических воздействиях.

На территории города выделены зоны с неблагоприятными для строительства грунтовыми условиями. К ним относятся территории с распространением просадочных глинистых грунтов и участков с наклоном рельефа, превышающим 15° . Перед строительством на просадочных грунтах необходимо проведение обязательных специальных мероприятий в виде их уплотнения с целью исключения в последующем просадок. На участках с крутыми склонами необходимо реализовать мероприятия, исключающие в последующем «сползание» или повреждение сооружения. Мероприятия для решения обеих проблем в инженерной практике хорошо известны, но могут, и должны учитывать современные инженерные воззрения.

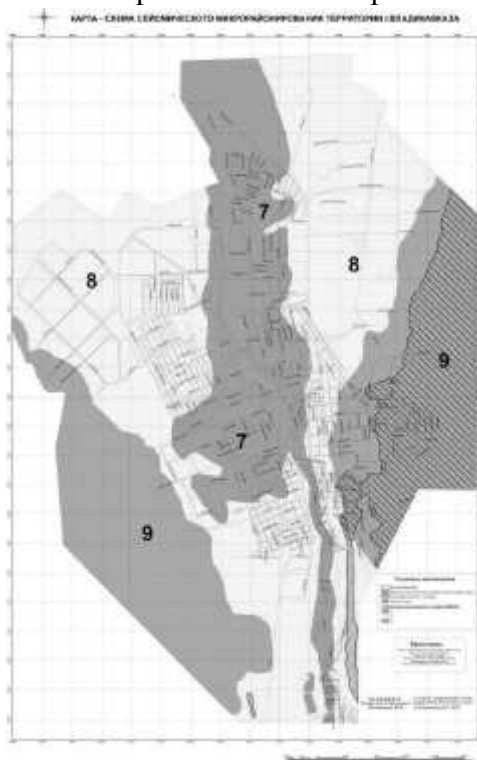


Рис. 9. Карта-схема сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказ

В последующем нами предполагается, исходя из появившихся возможностей, составление 1%, 2% и 10 % карт сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказ, что позволит осуществлять строительство для различных по ответственности сооружений.

Таким образом, на основе использования современных научных подходов построена

вероятностная карта сейсмического микрорайонирования территории города Владикавказа. Впервые использован инструментально-расчётный метод в форме способа инструментальных аналогий. Построенная карта, как уже отмечалось выше, полностью удовлетворяет задачам сейсмостойкого строительства.

Выводы

1. Создание вероятностных карт сейсмической опасности (1%,2%,5%,10%) территории в масштабе 1:200 000 позволяет обеспечить одинаковую степень риска в пределах территорий, охватываемых каждой из карт, и является основой создания вероятностных карт сейсмического микрорайонирования.

2. На основе использования 5% вероятностной карты сейсмической опасности территории Северной Осетии, соответствующей повторяемости 1000 лет, составлена карта сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказа, предназначенной для массового строительства.

3. Выполнен расчет приращений сейсмической интенсивности по способу сейсмических жесткостей для различной глубины заложения фундамента. В расчетах также использовалась формула Максимова–Заалишвили, использование которой позволило однозначно установить зоны сейсмичности отдельных участков.

4. Выполнена обработка записей локальной сети сейсмологических наблюдений «Владикавказ» и определены приращения сейсмической интенсивности по способу землетрясений. Установлено значительное влияние грунтовых условий на амплитудно-частотную характеристику сопоставленных участков.

5. Выполнено определение приращений сейсмической интенсивности способом микросейсм. Способ спектральных H/V отношений позволяет определять преобладающие периоды колебаний грунтовой толщи участка. Способ микросейсм позволяет надежно дифференцировать различные типы грунтовых условий по признаку преобладающих частот/периодов. Это позволяет использовать данный способ в сочетании с основными инструментальными методами для уточнения карт инженерно-геологического районирования.

6. С помощью микросейсм выделены зоны в пределах одних и тех же категорий грунтов карты инженерно-геологического районирования. В пределах галечникового поля это, в первую очередь, связано с количеством песчано-глинистого заполнителя, непосредственно определяющего сейсмические свойства грунтов, которые непосредственно регистрируются записью микросейсм.

7. Произведены расчеты, основанные на применении расчетного метода в виде способов МОВ, МКЭ и NERA. В качестве входных акселерограмм использовались акселерограммы реальных землетрясений три синтетические акселерограммы, полученные стохастическим методом для Сунженской зоны ВОЗ (западная ветвь) и для Владикавказского разлома в силу непосредственной близости к черте города – акселерограмма, полученная по программе FINSIM.

8. Использован новый инструментально-расчетный метод в виде способа инструментальных аналогий. Использование метода основано на применении базы данных сильных движений, включающей почти 50 000 записей сильных и разрушительных землетрясений.

Литература

1. *Заалишвили В.Б.* Физические основы сейсмического микрорайонирования. М.: ОИФЗ РАН, 2000. – 367 с.
2. *Заалишвили В.Б., Березко А.Е.* Представление оценок сейсмической опасности урбанизированных территорий с помощью ГИС //Международный симпозиум "Сейсмостойкость и инженерная сейсмология". 19-21 мая. - Тбилиси, 1999. С.15
3. *Заалишвили В.Б., Джавришвили И.А., Отинашвили М.Г.* Расчет нелинейных колебаний грунтовой толщи с помощью численного способа МКЭ "LIMIT-1" сейсмического микрорайонирования // Труды IV Национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию. - Сочи, 2001, С.

- 44.
4. *Ansal A, Erdik M, Studer J, Springman S, Laue J, Buchheister J, Giardini D, Faeh D, Koxsal D.* (2004) Seismic Microzonation for Earthquake Risk Mitigation in Turkey. In: Proc. of the 13th World Conference of Earthquake Engineering, Vancouver, BC, P. 1428
 5. *Ansal A., Tönük G., Kurtuluş A.* Microzonation for Earthquake Scenarios (Chapter 2) // Earthquake Engineering in Europe, ed. M. Garevski, A. Ansal. Springer, 2010. P. 125-144.
 6. *Заалишвили В.Б.* Основы сейсмического микрорайонирования. ВНИЦ РАН и PCO-A-Владикавказ, 2006, 242 с.
 7. *Заалишвили В.Б., Джгмадзе А.К., Мельков Д.А., Чотчаев Х.О., Дзеранов Б.В. и др.* Отчет о НИР по теме: Оценка сейсмической опасности (сейсмическое микрорайонирование) территорий городов и населенных пунктов Республики Северная Осетия – Алания (первый этап). 3.2. Сейсмическое микрорайонирование территории центральной части г. Владикавказа. Том 3, Книга 1, Книга 3, Книга 4, Том 6. Тр. ЦГИ ВНИЦ РАН и PCO-A. Владикавказ 2007. – 268 с.
 8. *Заалишвили В.Б., Рогожин Е.А.* Оценка сейсмической опасности территории на основе современных методов детального районирования и сейсмического микрорайонирования. «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». 2011. №3. – С. 31-43.
 9. *Zaalisgvoli V.B., Rogozhin E.A.* Assessment of Seismic Hazard of Territory on Basis of Modern Methods of Detailed Zoning and Seismic Microzonation. The Open Construction and Building Technology Journal. 2011. Vol. 5. 11 p.
 10. *Заалишвили В.Б., Дзеранов Б.В., Габараев А.Ф.* Оценка сейсмической опасности территории и построение вероятностных карт // Геология и геофизика Юга России. 2011. №1. С. 47-57.
 11. *Заалишвили В.Б.* Инструментальный метод сейсмического микрорайонирования, Владикавказ, 1997. 76 с.
 12. *Заалишвили В.Б., Отинашвили М.Г.* Анализ сильных движений толщи грунта с использованием численных методов// Теория сооружений и сейсмостойкость. ИСМИС им. К.С. Завриева АН Грузии №1. - Тбилиси, 2000, С. 67-71.
 13. *Заалишвили В.Б., Отинашвили М.Г.* Расчет колебаний нелинейной, поглощающей грунтовой толщи с помощью способа многократно-отраженных волн сейсмического микрорайонирования // Труды IV Национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию. - Сочи, 2001, С.43.
 14. *Заалишвили В.Б., Заалишвили З.В., Отинашвили М.Г., Шенгелия Н.О.* Метод рейтинговой оценки территории для целей страхования. Труды IV Национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию. - Сочи, 2001, С. 166.
 15. *Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Отинашвили М.Г.* Использование метода конечных элементов при оценке сейсмической опасности горных территорий// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2008. №3. С. 49 – 52.
 16. *Musson R.* Probabilistic seismic hazard maps for the North Balkan region. 1999. *Annali di Geofisica.* vol. 42 N6 1109-1124.
 17. *Рогожин Е.А., Гурбанов А.Г., Мараханов А.В., Овсяченко А.Н., Спиридонов А.В., Бурканов Е.Е.* Особенности проявлений землетрясений, вулканизма и катастрофических пульсаций ледников в Северной Осетии в голоцене. Вестник Владикавказского научного центра. 2004. №3. Том 4. - С. 41-50.
 18. *Напетваридзе Ш.Г., Калмахелидзе С.С., Абашидзе Г.Г., Одишария А.В.* Сейсмическое микрорайонирование территории г. Орджоникидзе //Труды ИСМИС АН ГССР, Тбилиси, 1970, 182с.
 19. *Шарапов В. Г. и др.* Отчет о сейсмическом микрорайонировании территории г. Владикавказа, Машинопись. Пятигорск 1991. 127 с.
 20. *Республиканские строительные нормы // Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ.* РСН 60-86. Госстрой РСФСР.

21. *Республиканские строительные нормы* // Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ. РСН 65-87. Госстрой РСФСР.
22. *Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию при инженерных изысканиях для строительства*. М.: Госстрой СССР, 1985. - 72 с.
23. *Заалишвили В.Б.* Сейсмическое микрорайонирование территорий городов, населенных пунктов и больших строительных площадок. М.: Наука, 2009. – 350 с.
24. *Заалишвили В.Б., Мельков Д.А.* Способ сейсмического микрорайонирования// Патент Российской Федерации №2389044 от 10 мая 2010г.
25. *Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Бурдзиева О.Г.* Определение сейсмического воздействия на основе конкретной инженерно-сейсмологической ситуации района // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений», 2010. №1. С. 35-39.
26. *Nakamura Y.* A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface. QR of RTRI, Volume 30, No. 1, 1989
27. Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. SESAME European research project WP12 _ Deliverable D23.12. European Commission – Research General Directorate. December 2004.
28. *Окамото Ш.* Сейсмостойкость инженерных сооружений. М.: Стройиздат, 1980.

Идармачев^{1, 2} Ш.Г., Алиев³ М.М., Мусаев¹ М.А., Абдулаев¹ Ш.С.О., Идармачев¹ А.Ш.

¹Институт геологии ДНЦ РАН, ²Дагестанский государственный университет,

³Институт проблем геотермии ДНЦ РАН

В работе проведен анализ данных рядов естественного электрического поля в скважине за небольшой период наблюдений 2013-2015 гг. Рассмотрено влияние осадков, превышающих высоту 20 мм. Для сейсмических событий в радиусе до 300 км от пункта наблюдений предвестников землетрясений не обнаружено. В отдельных случаях аномалии электрического поля возникают после землетрясений. Для импульсной аномалии большой амплитуды, которая произошла после землетрясения, когда очаг находился под пунктом наблюдения, был сделан расчет возможной деформации пород в скважине, позволяющий производить оценку деформации по амплитуде аномалии электрического поля.

Ключевые слова: электротеллурическое поле, предвестники землетрясения, коэффициент электрофильтрационной активности пород.

In work the analysis of the data series natural electric field in the well for a short observation period 2013-2015, the influence of rainfall, exceeding a height of 20 mm. For seismic events within a radius of 300 km from point observations of earthquake precursors are not detected. In some cases, anomalies of the electric field occur after earthquakes. For pulse anomalies of large amplitude, which occurred after the earthquake, when the source was under surveillance, was made the calculation of possible deformations of rocks in the borehole enabling the evaluation of the strain amplitude anomalies of the electric field.

Keywords: electrotelluric field, the harbingers of the earthquake, the ratio electrofiltration activity of rocks.

Введение

Электрические предвестники землетрясения (ЭТП) обнаружены в различных сейсмоактивных регионах мира. Обобщающий анализ результатов сделан автором работы [6].

Для Камчатки:

1. Аномалии имеют бухтообразную форму, начинаются за одну-две недели до землетрясения.

2. Землетрясение происходит на максимуме или на спаде аномалии.

3. Длительность аномалии связана с магнитудой землетрясения.

4. Для землетрясений магнитудой $M \geq 6$ аномалии регистрируются на станциях удаленных до 150 км, при этом величина аномалии обратно пропорциональна эпицентральному расстоянию.

5. Для сильных землетрясений с $M = 7,7$ аномальные возмущения наблюдаются на удаленных несколько сот километров.

Дальнейшие работы в Таджикистане, на Кавказе [4] и Копетдаге [1] подтвердили возможность таких аномалий с амплитудами первых десятков милливольт, дальное действие которых достигало сотен километров от эпицентра. Был обнаружен такой неожиданный факт, как отсутствие пропорциональности между амплитудой ЭТП и длиной измерительной линии. Такая особенность позволила сделать вывод о локальных источниках в окрестности измерительных электродов, т.е. о существовании тензочувствительных зон горных пород электрокинетической и электрохимической природы, например, обусловленных трением блоков или движением воды.

Другой тип ЭТП характеризуется возникновением импульсов перед землетрясением. На Кавказе, в период афтершоков сильного землетрясения в Грузии 1991 г., сигналы ЭТП возникали в локальных зонах от измерительной установки. Эти сигналы были связаны с деформацией трещинных зон горных пород [9].

Похожие импульсные сигналы ЭТП наблюдались перед многими землетрясениями в Греции [14]. Данный метод (VAN) был представлен как весьма эффективный для краткосрочного прогноза землетрясений. По данным [10] анализ сигналов ЭТП, полученных по

методу VAN, был сделан следующий вывод: для землетрясений в Греции в период наблюдений 1984-1997 гг. было предсказано 10% случаев с магнитудами $M=4,0$, 70% – с $M=5,5$ и 100% – с $M=6,0$.

По мнению [6] метод VAN также отражает параметрические аномалии, возникающие в участках высокой тензочувствительности среды.

Импульсные предвестники с нарастающей амплитудой и напряжениями $\Delta U=60-120$ мВ были зарегистрированы перед сильными землетрясениями Вранча (Румыния) и Греции. После землетрясения импульсы прекращались.

Природа аномалий ЭТП перед землетрясениями как бухтообразных, так и импульсных в достаточной степени не выяснена.

Приведенные выше примеры предвестников позволяют предположить, что они возникают не в очаге землетрясения, а связаны с ним косвенно, через процесс изменения тектонических напряжений в земной коре, которые вызывают в отдельных тензочувствительных зонах среды механоэлектрический эффект.

Другим механизмом, вызывающим возникновение ЭТП перед землетрясением может являться электрокинетический процесс движения жидкости по капиллярам горной породы. При деформации водонасыщенной горной породы в ней возникает электрический потенциал течения, который пропорционален градиенту гидростатического давления жидкости.

Описание установки

Для испытания данного метода в полевых условиях была пробурена скважина глубиной 10 м возле здания Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Породы, где пробурена скважина, состоят из суглинков. Уровень подземных вод находится на глубине 2 м от поверхности. Кажущееся сопротивление пород, расположенных ниже уровня воды, равно $\rho=2,2$ Ом·м.

Измерительный зонд состоит из двух свинцовых электродов. Расстояние между электродами равно 3 м. Для снижения влияния экзогенных факторов, температуры, давления атмосферы и осадков скважина была заполнена глинистым раствором доверху.

Для измерения сигналов ЭТП была разработана установка на базе аналогоцифрового преобразователя LA-50USB с разрешением входного сигнала 10 бит, сопряженного с компьютером. Для повышения точности измерений и фильтрации высокочастотных помех использовался метод накопления полезного сигнала. На жесткий диск записываются данные, полученные за период накопления 60 минут. Один раз в сутки данные за 24 часа отправляются по электронной почте как один файл. Управление работой установки осуществляется посредством удаленной компьютерной связи.

Анализ результатов

Так как атмосферные осадки тоже могут вызвать возникновение аномалии электрофильтрационной природы, то был сделан анализ их связи с данными измерений ЭТП. Вначале было сделано удаление из ряда ЭТП его сезонного хода. Для этого использовалась программа обработки временных рядов Win ABD [2]. В начале для исходного ряда ЭТП была вычислена среднесезонная функция (ССФ) с окном сглаживания 30 суток, т.е. средняя для периода 365 суток (рис. 1а), а затем в результате вычитания ряда ССФ от исходного ряда ЭТП была получена отфильтрованная от сезонной компоненты ряд ЭТП (рис. 2). На этом же графике для сравнения показано время и высота столба осадков. На рис. 2 видно, что максимальные осадки высотой столба 36 мм выпадали 4 сентября 2014 г. В течение двух суток после дождя ЭТП изменилось от +0,9 мВ до -0,3 мВ. Амплитуда изменения равна 1,2 мВ. Восстановление аномалии ЭТП продолжалось в течение 6 суток после дождя.

Вторые по высоте аномальные осадки (29 мм) отмечались 4 мая 2014 г., однако изменения ЭТП после дождя не превышают 0,2 мВ, т.е. в 6 раз меньше, чем после дождя 4 сентября 2014 г.

Для осадков, которые произошли 12 апреля 2015 г. высотой 24 мм аномалия ЭТП не превышает 0,3 мВ. Вариации ЭТП амплитудой до 1,2 мВ отмечаются после выпадения снега 21 и 29 января 2014 г. В периоды, когда осадки не превышают высоту 20 мм, также наблюдаются вариации ЭТП до 2 мВ и более, например, за период 8.10.2013–20.01.2014

перед осадками 21.01.2014, изменение составило 2,9 мВ. В другом случае в период, когда нет интенсивных осадков (июль-август 2015 г.), наблюдаются изменения ЭТП амплитудой до 2,1 мВ.

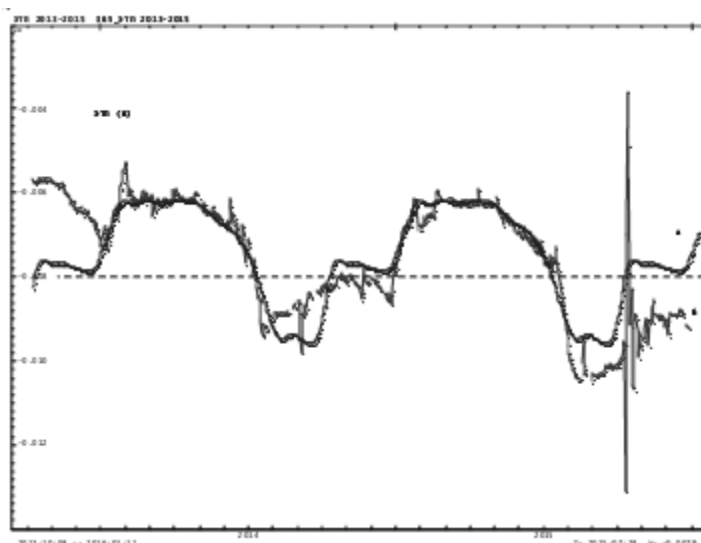


Рис. 1. Графики ЭТП: а – среднесезонная; б – исходная

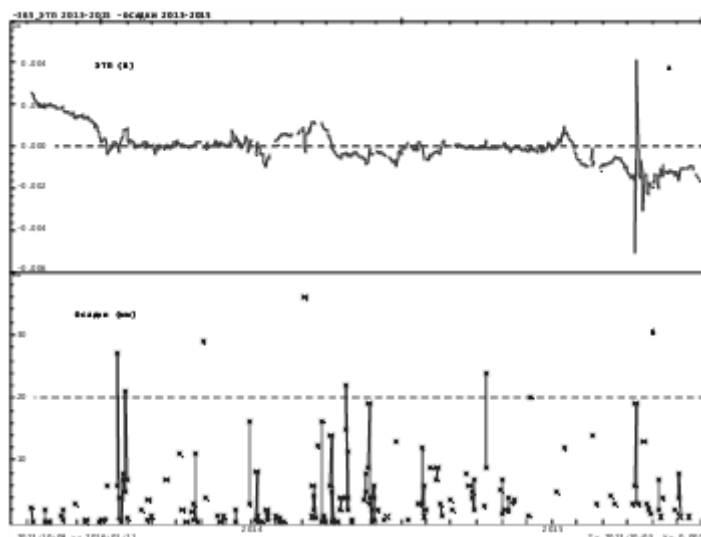


Рис. 2. График ЭТП (а) и метеосадков (б)

Таким образом, сравнение ЭТП с удаленной сезонной компонентой и осадков, которые выпадали в период наблюдений, показывает отсутствие закономерной связи между ними, или же аномалии ЭТП, за исключением события максимальной высотой осадков (4 сентября 2014 г.), не превышают уровень фоновой помехи. Отдельного рассмотрения требует импульсная аномалия ЭТП большой амплитуды (9,3 мВ) в правой части графика. На первый взгляд видно, что она совпадает с осадками, которые выпали 13.10.2015, однако аномалия началась 11.10.2015 и 12 октября достигла минимума (-5,1 мВ), т.е. можно утверждать, что она началась до осадков.

Другой возможной причиной аномалий ЭТП могут быть сейсмические события в исследуемом районе.

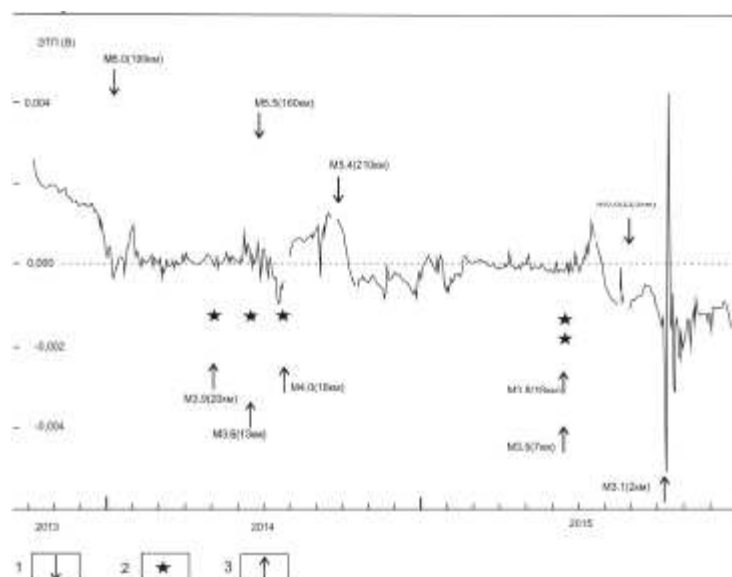


Рис. 3. График ЭТП: 1 – землетрясения $M \geq 5,0$; 2 – землетрясения с максимальными значениями деформации $\Delta\varepsilon/\varepsilon = 4 \div 8 \cdot 10^{-8}$; 3 – землетрясения в радиусе до 20 км

Для анализа использовался каталог землетрясений Геофизической службы РАН. Всего было отобрано 350 землетрясений с магнитудой $M \geq 3,0$, зарегистрированных в радиусе до 300 км от пункта наблюдения. Выбранный радиус позволяет оценить влияние землетрясений с $M = 5,5$, которые произошли в период наблюдений на Восточном Кавказе и Каспийском море. Данные относительно сильных землетрясений $M \geq 5,0$ приведены на рис. 3 выше графика ЭТП стрелками, рядом с ними указаны значения магнитуд и эпицентральные расстояния.

По данным каталога землетрясений были вычислены предвестниковые деформации по известным формулам [3], которые позволяют учитывать при расчете деформации влияние магнитуды и эпицентрального расстояния (r):

$$\Delta\varepsilon/\varepsilon = \frac{10^{1.5M-9.18}}{r^3} \quad \text{для } M \leq 5,0 \quad (1)$$

$$\Delta\varepsilon/\varepsilon = \frac{10^{1.3M-8.19}}{r^3} \quad \text{для } M > 5,0 \quad (2)$$

Из полученных данных были отобраны землетрясения с максимальными значениями деформации $\Delta\varepsilon/\varepsilon = 4 \div 8 \cdot 10^{-8}$. Время этих землетрясений отмечено на рис. 6 звездочками.

В нижней части рис. 3 отмечены землетрясения, зарегистрированные вблизи пункта наблюдения, в радиусе до 20 км.

На рис. 3 видно, что относительно сильные землетрясения $M \geq 5,0$ располагаются в области наибольших аномалий ЭТП. Однако при более детальном рассмотрении видно, что для толчков, происшедших 10.01.2014 и 04.09.2015 время толчка совпадает с минимумами аномалий ЭТП, а для других землетрясений (29.06.2014-29.09.2014) аномалии начинаются после толчка. Отмеченные факты не позволяют считать, что наблюдаемые аномалии ЭТП являются предвестниками сильных землетрясений, однако возможно, что они связаны с региональным тектоническим процессом Кавказа.

На рис. 3 видно, что для землетрясений, происшедших в радиусе до 20 км, наблюдается совпадение во времени с толчками, отмеченными «звездочками», для которых расчетные деформации составляют $\Delta\varepsilon/\varepsilon = 4 \div 8 \cdot 10^{-8}$.

По данным [3] предельные расстояния предвестников земных токов для землетрясений с магнитудами $M = 3,5 \div 4,0$ равняются 20-30 км, если чувствительность измерительной установки позволяет регистрировать деформации порядка $10^{-7} \div 10^{-8}$. Следовательно, не исключается возможность, что применяемая нами измерительная установка может регистрировать предвестники землетрясений в радиусе 20 км. Однако на рис. 6 для отмеченных близких землетрясений только в одном случае наблюдается совпадение минимума анома-

лии ЭТП по времени с землетрясением, которое произошло 27 июля 2014 г. на расстоянии 18 км от пункта наблюдения. Длительность аномалии поля, от начала его уменьшения до толчка, равна 50 суткам. Внутри данной аномалии 18 июня 2014 г. произошло еще одно землетрясение на эпицентральной дистанции 13 км. Для остальных трех толчков, которые произошли в 7 мая 2014 г., 17 и 18 июня 2015 г. аномалии как июне, июле 2014 г. не наблюдаются. Это позволяет сделать вывод о том, что совпадение землетрясений с аномалией в июне, июле 2014 г. может быть случайным.

В одном из случаев, когда очаг землетрясения находился практически под наблюдательным пунктом, которое произошло 7 октября 2015 г., 11 октября 2015 г. началась импульсная аномалия ЭТП большой амплитуды, ($U=9.3$ мВ). По данным каталога землетрясение произошло в 4 часа 20 минут по Гринвичу, глубина очага равна 10 км, интенсивность сотрясения на поверхности составила 2 балла по школе MSK-64.

Данная аномалия ЭТП могла быть вызвана изменением гидростатического давления в результате снятия упругих напряжений вокруг области очага землетрясения. Например, на территории США в буровой скважине расположенной в 12 км от очага землетрясения обнаружили колебания гидростатического давления амплитудой 12 кГ/см² [11]. Примеров скачкообразного изменения уровня воды в скважинах на территории Китая после землетрясения опубликовано много [8]. В отдельных случаях сразу после землетрясения изменение уровня воды достигало 10 м.

На основе данных импульсного изменения ЭТП, которое произошло после землетрясения 11 октября 2015 г. сделаем оценки изменения гидростатического давления в скважине. Зная амплитуду разности потенциалов ($U \approx 9 \cdot 10^{-3}$ В) и расстояние между измерительными электродами в скважине, ($L=3$ м) вычислим величину напряженности электрического поля по формуле $E=U/L$, отсюда $E=3 \cdot 10^{-3}$ В/м. Подставляя в формулу напряженности электрического поля от градиента гидростатического давления (3) [5]

$$E = K_{\text{эф}} \cdot \Delta P \quad (3)$$

значения $E=3 \cdot 10^{-3}$ В/м и $K_{\text{эф}}=10^{-7}-10^{-8}$ В/м·Па – коэффициент электрофильной активности, получаем градиент гидростатического давления $\Delta P=0,3 \div 3 \cdot 10^5$ Па.

Градиент давления воды, как реакция от объемной деформации породы определяется уравнением [13]:

$$\Delta P = -(2GB/3) [(1+\nu)/(1-2\nu)] \Delta \epsilon / \epsilon \quad (4)$$

где G – модуль сдвига породы в пласте; ν – коэффициент Пуассона, B – коэффициент Кемптона. Подставляя в (4) значения $G=3 \cdot 10^{10}$ Па, $B=0,8$, $\nu=0,3$, $\Delta P=0,3 \div 3 \cdot 10^5$ Па определяем величину относительной деформации породы $\Delta \epsilon / \epsilon = 5,8 \cdot 10^{-7} \div 5,8 \cdot 10^{-6}$.

Сделанные оценки показывают, что скважинная установка позволяет уверенно регистрировать аномальные деформации земной коры порядка $\Delta \epsilon / \epsilon = 10^{-7} \div 10^{-6}$, т.е. может быть использована для создания сети сейсмопрогностических исследований.

Выводы:

1. Атмосферные осадки высотой 36 мм вызывают короткопериодное изменение ЭТП с амплитудой до 1,2 мВ. Длительность аномалии составляет 6 суток. Для остальных случаев осадков аномалии ЭТП не превышают уровень фоновых помех.

2. Для сейсмических событий в радиусе до 300 км от пункта наблюдения предвестников землетрясений не обнаружено.

3. Для импульсной аномалии ЭТП большой амплитуды, которая произошла после землетрясения, когда очаг находился под пунктом наблюдения, был сделан расчет деформации пород в скважине по амплитуде аномалии ЭТП. Полученные данные позволяют сделать количественные оценки деформации пород вокруг фокальной зоны землетрясения.

4. Результаты анализа данных за двухлетний период наблюдений показали, что глубины скважины 10 м недостаточно для эффективного подавления экзогенных помех, которые достигают десятых долей милливольт, в то время как чувствительность измерительной аппаратуры как минимум на порядок выше. Поэтому для прецизионных измерений ЭТП глубину скважины необходимо увеличить до 50-100 м.

Литература

1. Авагимов А.А., Жуков В.С., Лагутинская Л.П., Милькис М.П. Связь электротеллурических потенциалов с движением подземных вод. Прогноз землетрясений. 1986. №7. С.169-175.
2. Дешеревский А.В., Сидорин А.Я. Некоторые вопросы методики оценки средне-сезонных функций для геофизических данных. М.: ОИФЗ РАН, 1999. 40 с.
3. Добровольский И.П. Механика подготовки тектонического землетрясения. М.: ИФЗ АН СССР. 1984. №2. 188 с.
4. Пономарев В.А. Изучение вариаций электрического состояния горных пород применительно к поискам предвестников землетрясений. Автореф. Дис.канд. физ.-мат. наук. М.: 1987. 24 с.
5. Семенов А.С. Электроразведка методом естественного электрического поля. М.: Недра. 1968. 348 с.
6. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. М.:Наука. 1993. 308 с.
7. Шевнин В.А., Рыжов А.А., Шако В.В. Интересный научный факт – сильные аномалии ЕП безрудной природы // Геофизика. ЕАГО. №2. 2015. С. 2-8.
8. A collection of papers of international symposium on continental seismicity and earthquake prediction. Beijing, Seismol. Press. 1984. P.867.
9. Chirkov Ye., Gokhberg M. Reliability and informativeness of electrotelluric data. The 29 th General Assembly of the International Assosiation of the Seismology and Physics of the Earth Interior. IASPEI 1997, August 18-28. 1997. Greece. P. 308.
10. Damegh K., Uyeda S. Some Relationship Beetwen VAN Seismic Electric Signals and Earthquake Parameters. The 29 th General Assenly of the International Assosiation of the Seismology and Physics of the Earth Interior. IASPEI 1997, August 18-28. 1997. Greece. P. 309.
11. Jonston R.L. Earthquake damage to oil fields find Paloma cycling plant in the San Joaquin Vally, in earthquakes in Kern Country, Calif. During 1952. – Bull. Div. Mints, States California, 1955. P. 171.
12. Reed W.E. Nransport of water away from a burred heat source with special reference to nuclear deformation. // J. Geophys. Res., 1970. Vol. 75. No.2. P. 18-26.
13. Rice J.R., Cleary J. Some basis stress – diffusion solutions for fluid – saturated elastic porous media with compressible constituents // Rev. Geophys. And Spact Phys. 1976. Vol. 14. P. 227-241.
14. Varotsos P.A., Alexopoulos K. Physical Properties of variation of electric field of the Earth proceeding earthquake // Tectonophysics. 1984. Vol. 110. P

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ВАРИАЦИЯМИ ЭЛЕКТРОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ГОРНЫХ ПОРОД В СКВАЖИНЕ

Идармачев^{1,2}Ш.Г., Черкашин¹В.И., Алиев³М.М., Абдулаев¹Ш.С.О., Идармачев¹А.Ш.

*¹ Институт геологии ДНЦ РАН, ² Дагестанский государственный университет,
³ Институт проблем геотермии ДНЦ РАН*

Разработана методика и аппаратура для наблюдения за вариациями естественного электрического поля в закрытой скважине. Показано, что сезонные колебания температуры и давления атмосферы не оказывают прямого влияния на электрическое поле в закрытой скважине глубиной 10 м.

Ключевые слова: электротеллурическое поле, предвестники землетрясения, коэффициент корреляции.

The method and apparatus for monitoring variations of the natural electric field in a closed well. It is shown that seasonal variations in temperature and atmospheric pressure have no direct effect on the electric field in the closed well at a depth of 10 m.

Keywords: electrotelluric field, harbingers of earthquakes, the correlation coefficient.

Введение

Электрические предвестники землетрясения (ЭТП) обнаружены в различных сейсмоактивных регионах мира. Обобщающий анализ проявления предвестников данного типа приводится в работе [3]. Приведенные примеры предвестников ЭТП в данной и других работах позволяют предположить, что они возникают не в очаге землетрясения, а связаны с ним косвенно, через процесс изменения тектонических напряжений в земной коре, которые вызывают в отдельных тензочувствительных зонах среды механоэлектрический эффект.

Другим механизмом, вызывающим возникновение ЭТП перед землетрясением может являться электрокинетический процесс движения жидкости по капиллярам горной породы [4]. При деформации водонасыщенной горной породы в ней возникает электрический потенциал течения, который пропорционален градиенту гидростатического давления жидкости.

Эффект, связанный с изменением гидростатического давления пласта используется для изучения гидродинамических предвестников землетрясений. Деформация водоносного пласта изменяет гидростатическое давление воды, которое вызывает изменение уровня воды в скважине, поэтому систему водоносный пласт-скважина можно рассматривать как чувствительный объемный деформометр.

Таким образом, деформация пласта приводит не только к изменению уровня воды в скважине, но и появлению эффекта электрофильтрационного потенциала течения воды в капиллярах породы, который можно использовать для изучения предвестников землетрясений.

Однако пьезометрический метод наблюдений за сеймотектоническими процессами в земной коре имеет ряд недостатков по сравнению ЭТП методом. Во-первых, чувствительность к деформации возрастает с глубиной водоносного пласта, поэтому использование неглубоких скважин приводит к потере чувствительности метода. Во-вторых, необходимо учитывать влияние атмосферного давления на уровень воды в скважине. В отличие от пьезометрических методов электрические наблюдения можно проводить в неглубоких скважинах, например, 50-100 м.

Описание методики и аппаратуры измерений

Движение свободных положительно заряженных ионов жидкости по капиллярам породы приводит к возникновению разности потенциалов, ориентированной по направле-

нию движения. Напряженность фильтрационного электрического поля E определяется формулой [2]:

$$E = K_{\text{эф}} \cdot \Delta P \quad (1)$$

где $K_{\text{эф}}$ – коэффициент электрофильтрационной активности породы; ΔP – градиент гидростатического давления жидкости.

Электрические поля, возникающие в природе на склонах поверхности земли оцениваются величинами 10^{-3} - 10^{-4} В/м. Максимальные значения E зарегистрированные на горных склонах в различных районах мира не превышают $2 \cdot 10^{-2}$ В/м [5].

Для малых аномальных деформаций перед землетрясениями средней силы $M=5.0$, ожидаемый градиент давления можно принять $\Delta P=10^2$ Па. Коэффициент электрофильтрационной активности пород, полученный при прямых измерениях потенциалов течения на склонах составляет $K_{\text{эф}}=10^{-7}$ - 10^{-8} В/м·Па [6].

При чувствительности измерительной установки 10^{-6} В, минимальный градиент давления по формуле (1) равен $\Delta P=10^{-1}$ Па. С учетом реальных помех в полевых условиях погрешность измерений увеличивается как минимум на порядок. Таким образом, для регистрации аномальных деформаций сейсмотектонических процессов необходимый уровень сигнала должен превышать значения $E=10^{-5}$ В/м.

Описание измерительной установки

Для апробации данного метода была пробурена скважина глубиной 10 м возле здания Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Породы, где пробурена скважина, состоят из суглинков. Уровень подземных вод находится на глубине 2 м от поверхности. Кажущееся сопротивление пород, расположенных ниже уровня воды, равно $\rho=2,2$ Ом·м.

Для наблюдений за вариациями ЭТП в скважину опустили зонд с электродами, расстояние между которыми равно 3 м. Electroды изготавливались из свинца одинаковой формы диаметром 2 см и длиной 15 см. Подводящий провод запаивался в углублении, просверленном на торце электрода, а изолированную часть провода, выходящую наружу обжимали резиновым сальником. Предварительно углубление на торце заполнялось герметиком. Вся эта процедура была выполнена для изоляции от воды места контакта подводящего провода и электрода с целью устранения поляризационных потенциалов, возникающих на контакте воды и различных материалов, например, меди, припоя. Для снижения влияния экзогенных факторов, температуры, давления атмосферы и осадков скважина была заполнена глинистым раствором.

Для измерения сигналов ЭТП была разработана установка на базе аналого-цифрового преобразователя LA-50USB с разрешением входного сигнала 10 бит, сопряженного с компьютером. Для повышения точности измерений и фильтрации высокочастотных помех использовался метод накопления полезного сигнала. На жесткий диск записываются данные, полученные за период накопления 60 минут. Один раз в сутки данные за 24 часа отправляются по электронной почте как один файл. Управление работой установки осуществляется посредством удаленной компьютерной связи.

Анализ результатов полевых наблюдений

Среднесуточные данные ЭТП за период наблюдений 10.08.2013-10.01.2016 приведены на рис. 1в. Для временных рядов, в котором присутствуют сезонные вариации, формальный анализ малополезен, так как в общем случае гипотеза об отсутствии связи для таких сигналов обычно не может быть отклонена с приемлемым уровнем значимости, так как очень высока вероятность совпадения этих составляющих в фазе или в противофазе. Нулевая корреляция между такими рядами будет наблюдаться только в исключительных случаях. Поэтому для анализа применялась программа Win ABD для обработки временных рядов, разработанная авторами [1], которая позволяет рассчитывать взаимно корреляционные функции с учетом возможной задержки во времени.

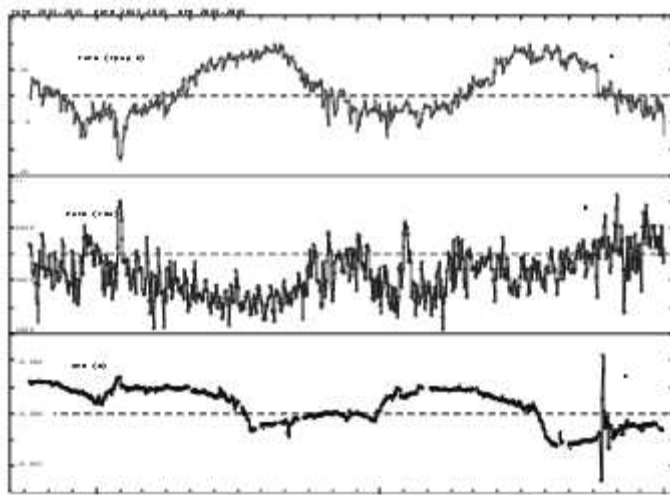


Рис. 1. Вариации: а – температуры атмосферы; б – давления атмосферы; в – электро-теллурического поля в скважине

На первый взгляд видно некоторое сходство между графиками, имеющими сезонные холмы, однако, совпадение не совсем явное. График Татм меняется плавно, а ЭТП имеет резкие изменения в июне 2014 г. и июле 2015 г., которые не видны на графике Татм. Всплеск ЭТП в сентябре 2015 г. никак не связан с ходом графиков Татм и Ратм. Вместе с тем на графиках видны синхронные изменения во второй половине января 2014 г. Максимумы их сдвинуты по времени на 1-2 суток. Такое совпадение вряд ли может быть случайным.

С другой стороны, на графике Ратм в феврале 2015 г. видна аномалия такой же амплитуды, как и 31.01.2014, однако на графиках Татм и ЭТП нет соответствующих аномалий.

Для дальнейшего анализа были вычислены взаимнокорреляционные функции (ВКФ) с учетом их сдвигов относительно друг друга. Данные графики приведены на рис. 2 и рис. 3.

На рис. 2 на нулевом сдвиге графиков наблюдается отрицательная корреляция (-0.42). При сдвигах графиков физический смысл корреляции имеет только в том случае, если график ЭТП отстает от температуры атмосферы, т.е. кривая на рис. 2, соответствующая первой части. Максимум корреляции (-0.83) достигает при отставании графика ЭТП на 71 сутки. Из этого следует, что температура атмосферы прямого влияния на ЭТП не оказывает, а действует через промежуточный фактор, например, весенне-летний период активности деревьев в парковой зоне, где расположена скважина. Так как скважина не глубокая, всего 10 м глубиной, поэтому движение воды в корневой системе деревьев может активизировать процесс фильтрации воды, который в свою очередь вызывает возникновение фильтрационного электрического поля около электродов измерительной установки. Данное предположение подтверждают максимальные аномалии ЭТП в июне-июле месяцах. Рассмотрим далее график взаимнокорреляционной функции рядов Ратм и ЭТП (рис. 3). Амплитуда корреляции в левой части графика больше чем в правой части, следовательно, их можно считать случайными, так как вариации ЭТП не могут опережать давление атмосферы, исходя из физического понимания процесса, что первично, а что вторично. На нулевом сдвиге графиков величина коэффициента корреляции низкая (-0.16), что также свидетельствует об отсутствии значимого влияния атмосферного давления на электрическое поле в скважине.

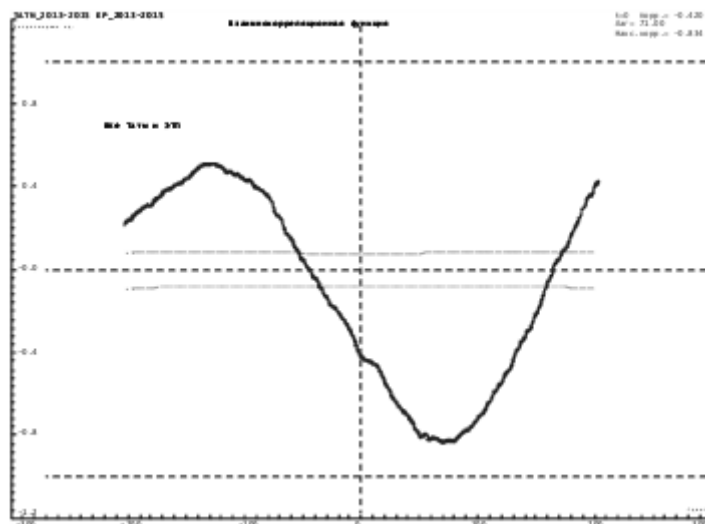


Рис. 2. График взаимнокорреляционной функции Татм и ЭТП

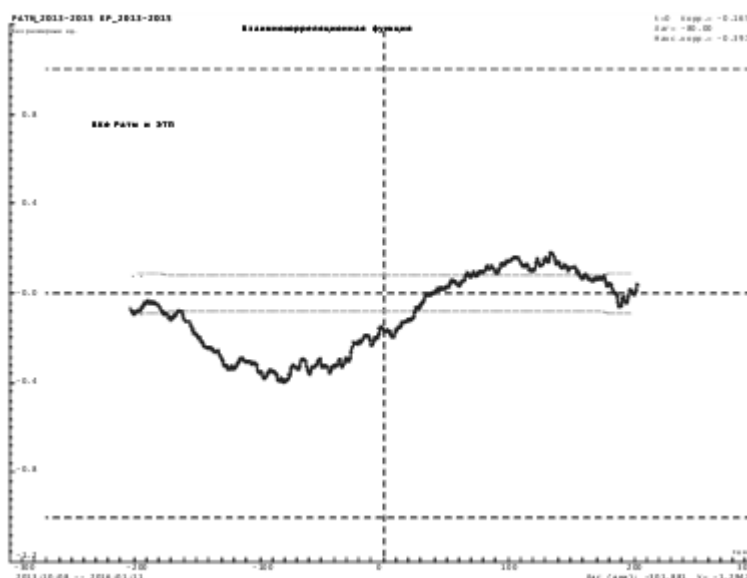


Рис. 3. График взаимнокорреляционной функции Ратм и ЭТП

Выводы:

1. Разработана установка для прецизионных измерений естественного электрического поля в закрытой скважине, для регистрации сейсмотектонических процессов в земле.
2. Установлено, что сезонные колебания температуры и давления атмосферы не оказывают прямого влияния на электрическое поле в скважине. Аномалии ЭТП, совпадающие с изменением температуры в летние периоды, связываются с периодом активности деревьев в парковой зоне, где расположена скважина, обусловленная движением воды в корневой системе деревьев.
3. Результаты анализа данных за двухлетний период наблюдений показали, что глубины скважины 10 м недостаточно для эффективного подавления экзогенных помех, которые достигают десятых долей милливольт, в то время как чувствительность измерительной аппаратуры как минимум на порядок выше. Поэтому для прецизионных измерений ЭТП глубину скважины необходимо увеличить до 50-100 м.

Литература

1. Леперевский А.В., Силорин А.Я. Некоторые вопросы методики оценки среднесезонных функций для геофизических данных. М.: ОИФЗ РАН, 1999. 40 с.
2. Семенов А.С. Электроразведка методом естественного электрического поля. М.: Недра. 1968. 348 с.

3. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. М.:Наука. 1993. 308 с.
4. Соболев Г.А. Богаевская В.Н., Лементуев Р.А. и др. Изучение механоэлектрических явлений в сейсмоактивном районе. Физика очага землетрясения. М.: Наука. 1975. С. 184-223.
5. Шевнин В.А., Рыжов А.А., Шако В.В. Интересный научный факт – сильные аномалии
6. ЕП безрудной природы // Геофизика. ЕАГО. №2. 2015. С. 2-8.
7. Reed W.E. Ntransport of water away from a burred heat source with special reference to nuclear deformation. // J. Geophys. Res., 1970. Vol. 75. No.2. P. 18-26.

СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В РАЙОНЕ ПЛОТИНЫ ЧИРКЕЙСКОЙ ГЭС*Алиев¹М.М., Магомедов²М.Ж., Идармачев³И.Ш., Идармачев³А.Ш.**¹Институт проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН, г. Махачкала**²Дагестанский филиал ГС РАН, г. Махачкала**³Институту геологии Дагестанского научного центра РАН*

В статье проведен анализ вариаций естественного электрического поля в скважине, расположенной возле плотины Чиркейской ГЭС. Выявлены сезонные вариации электрического поля, обусловленные изменением уровня воды в водохранилище с коэффициентом корреляции 0.68. Амплитуда сезонного изменения поля в среднем составляет 10 мВ/м, что является предельной для полей фильтрационной природы.

Ключевые слова: естественное электрическое поле, корреляционная функция, фильтрация воды.

In the article the analysis of variations of natural electric field in a borehole located near the dam of the Chirkei hydroelectric power station. Identified seasonal variations of the electric field caused by the change of water level in the reservoir and the correlation coefficient was 0.68. The amplitude of seasonal variations in average field is 10 mV/m, which is marginal for field filtration of nature.

Keywords: natural electric field, correlation function, water filtration.

Введение

Оценка геодинамической активности и напряженного состояния геологической среды на объектах, относящихся к категории объектов особой важности (ГЭС, АЭС), целесообразно осуществлять геофизическими методами. В частности при проектировании АЭС предусматривается проведение сейсмического мониторинга с целью оценки сейсмической опасности, интенсивности сотрясения ожидаемого землетрясения.

В настоящее время на ГЭС, расположенных в сейсмоактивных районах также предусмотрено наблюдение посредством сейсмомониторинга. Одновременно на плотине и его бортах проводятся режимные наблюдения за обходной фильтрацией, деформациями различными методами, маркерами, нивелированием, отвесами. Как показали режимные наблюдения на Саяно-Шушинской ГЭС [1] в период заполнения водохранилища наблюдалось оседание основания плотины, а затем процесс оседания сменился поднятием тела плотины. Сезонные изменения уровня воды в водохранилище амплитудой до 40 м привели к синхронным деформациям основания плотины амплитудой до 5 мм. В отдельных местах примыкания между плотинной и скальным массивом образовались трещины. Предполагается, что сезонные деформации основания плотины связаны с фильтрационными процессами в массиве. Таким образом, в скальном массиве в районе крупной плотины должны возникать локальные поля напряжений не только тектонической природы, но и сезонного характера, обусловленные фильтрацией воды, переменным давлением плотины на борта.

Электрические параметры пород обладают высокой чувствительностью к деформации. Коэффициент тензочувствительности по электрическому сопротивлению может достигать 10^2 - 10^5 в зависимости от состава, пористости, водонасыщения, трещинной структуры, типа цементации и других параметров пород. Особенность электрических свойств скальных пород состоит в том, что период развития трещин в массиве характеризуется резким изменением кажущегося электрического сопротивления, а также электрофильтрационного поля.

Фильтрация воды в массиве вызывает возникновение электрического поля по направлению движения воды в капиллярах, при этом напряженность электрического поля пропорциональна коэффициенту фильтрационной активности и градиенту давления воды. Таким образом, электрические параметры позволяют вести наблюдение за деформационными и фильтрационными процессами в скальном массиве в бортах плотины.

В районе высотной плотины Чиркейской ГЭС проводятся непрерывные наблюдения за электрическими параметрами скальных пород в зоне боковой фильтрации плотины Дагестанским филиалом геофизической службы РАН и Институтом геологии Дагестанского научного центра РАН совместно с дирекцией ГЭС. Анализ рядов данных кажущегося удельного электрического сопротивления пород в скважине показало, что сезонные изменения уровня воды в водохранилище с амплитудой 35-40 м вызывают синхронное изменение кажущегося сопротивления горных пород [3]. Природа данного явления пока не совсем ясна, но предполагается, что она связана с деформационными или фильтрационными процессами в массиве. Для уточнения данного механизма в настоящей работе проведен анализ рядов данных уровня воды в Чиркейском водохранилище (Нвдхр) и электрофильтрационного поля в скважине (Е) за период наблюдений 2010-2015 гг.

Район исследований.

Район исследований состоит из скального массива размерами 600×400 м, сложенный из известняков горизонтального напластования, в котором имеются тектонические трещины как субвертикального, так и горизонтального направления.

На данном участке строителями ГЭС была пробурена пьезометрическая скважина для наблюдения за боковой фильтрацией воды в период заполнения водохранилища. По данным пьезометрических наблюдений [4] за период 1976-1978 гг. сезонное изменение уровня воды в водохранилище имеет ход близкий к синусоидальному. Минимальный уровень в апреле месяце равен 318 м, а после паводка рек, в августе-сентябре, оно достигает максимума, 355 м. Изменение уровня воды в скважине происходит синхронно с уровнем воды в водохранилище без заметного фазового сдвига, при этом отстает по амплитуде на 25 м. Синхронный ход уровней показывает наличие гидродинамической связи водохранилища со скважиной через раскрытые системы трещин, имеющиеся в массиве.

Методика и аппаратура для наблюдений.

Естественные электрические поля возникают в процессе фильтрации подземных вод в пористых средах. В естественных условиях они проявляются повсеместно, где происходят фильтрационные процессы. Обычно в природе эти поля слабы, но в отдельных местах, например, сильно пересеченных участках, электрические поля настолько усиливаются, что позволяют решать некоторые гидрогеологические и инженерно-геологические задачи, связанные с поиском подземных вод, определением путей обходной фильтрации плотин и др.

Природа электрических полей связана с процессом адсорбции ионов раствора, которая возникает на границе контакта твердых тел. Данный процесс нарушает первичное равновесие ионов в растворе, которое приводит к избытку свободных ионов знака, противоположного адсорбированным. Взаимодействие адсорбированных и свободных ионов приводит к образованию на контакте двойного электрического слоя, внешняя обкладка которого жестко связана со стенками капилляра, а внутренняя – диффузно распределена в пограничной части капилляра. Движение жидкости приводит к выносу из капилляра положительных ионов, а у входа образуется избыток отрицательных ионов. Между началом и концом капилляра возникает электрическое поле пропорциональное скорости движения воды и электрических констант жидкости. Поэтому на склонах холмов вследствие фильтрации подземных вод возникают электрические поля напряженностью $E = (10^{-3} - 10^{-4}) \text{ В/м}$ [5].

Напряженность электрического поля зависит от величины гидростатического давления и коэффициента электрофильтрационной активности пород:

$$E = K_{\text{эф}} \Delta P \quad (1)$$

где K – коэффициент электрофильтрационной активности, который зависит от разности потенциалов двойного электрического слоя, диэлектрической постоянной ($\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_{\text{отн. воды}}$), удельного электрического сопротивления воды, коэффициента вязкости воды.

Коэффициент $K_{\text{эф}}$, полученный по данным полевых наблюдений [8] равен $K = (10^2 - 10^3) \text{ В}\cdot\text{см}^2/\text{м}\cdot\text{кГ}$ или $K = (10^{-1} - 10^{-2}) \text{ В/м}\cdot\text{МПа}$.

Подставляя в (1) значение сезонного изменения гидростатического давления воды в Чиркейском водохранилище, например, 0.4 МПа, (получаем напряженность поля $E = 0.4 \cdot (10^{-1} - 10^{-2}) \text{ В/м}$, т.е. можно ожидать сезонное изменение в пределах 4–40 мВ/м.

Измерительная установка

Для измерений E используется скважина глубиной 180 м. Электроды измерительного зонда выполнены из свинцовых пластин, закрепленных на поверхности виниловой трубки. Проводящие провода расположены внутри трубки, изолированной от воды. Места соединения провода с электродом заделаны герметиком. Нижний электрод находится на глубине 148 м от устья скважины, а верхний - 139.23 м. Разнос электродов равен 8.77 м.

Измерения производятся непрерывно многоканальным цифровым вольтметром. Осредненные за 5 минутный интервал данные регистрируются на жестком диске компьютера. Для подавления промышленных помех, которые меняются во времени, применяется осреднение данных за 24 часа. Поэтому для анализа используются ряды среднесуточных значений разности потенциалов на электродах.

Анализ рядов.

Для анализа временных рядов имеющих сезонный ход применяется программа обработки данных Win ABD [2], которая позволяет проводить сглаживание ряда с выбранным окном, удаление выбросов, заполнение пропусков, вычислять спектральные характеристики, взаимнокорреляционную функцию с соответствующими сдвигами и многие другие операции.

На рис. 1 для сравнения между собой приведены графики уровня Чиркейского водохранилища и разности потенциалов на электрическом диполе в скважине, который располагается ниже пьезометрического уровня. Визуально наблюдается хорошее совпадение графиков, пики максимумов и минимумов примерно совпадают. В период наполнения водохранилища напряжение на электродах растет, а при сбросе уровня в осенне-зимний период – наоборот уменьшается. Наиболее отчетливо данная зависимость наблюдается для 2011 и 2012 гг.

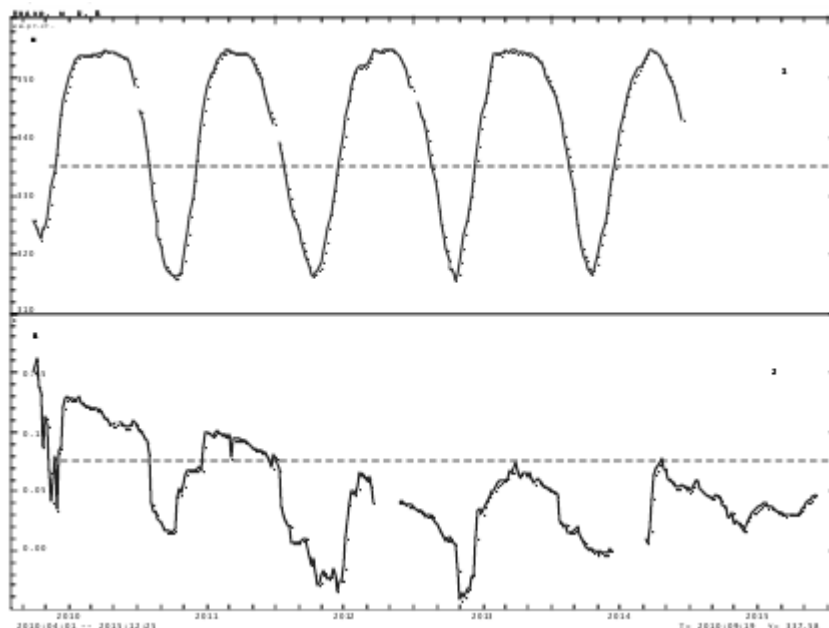


Рис. 1. Графики сезонного хода уровня воды в водохранилище (1) и разности электрических потенциалов между электродами в скважине (2).

Амплитуды уменьшений разностей потенциалов в период их интенсивных изменений равны $U=100$ мВ. По ним, зная размеры диполя, можно определить величину вертикальной компоненты напряженности электрического поля:

$$E=U/L \quad (2)$$

где U – разность потенциалов на электродах; L – расстояние между электродами. Подставляя значения $U = 100$ мВ и $L = 8.77$ м в (2), получаем $E = 11.4$ мВ/м.

Такая величина поля не является предельной. В работе [7] приведены данные E , полученные в различных высокогорных безрудных районах, где аномалии естественного поля превышают величину 10 мВ/м, например, Саяны, 15-50 мВ/м, Хабаровский край, 19-23 мВ/м. Для таких аномалий необходимо допустить наличие высоких скоростей фильтрации воды в пористых средах. Согласно численным оценкам [7] напряженность электрического поля порядка $E = 10$ мВ/м возникает при коэффициентах фильтраций 7-10 м/сут. При та-

ких скоростях фильтрации воды между графиками уровня водохранилища и разности потенциалов на электродах должен быть сдвиг фаз, т.е. отставание U от $H_{вдхр}$. Для этого вычислим взаимнокорреляционную функцию (ВКФ) между $H_{вдхр}$ и U на различных сдвигах их друг относительно друга. Данная функция представлена на рис. 2.

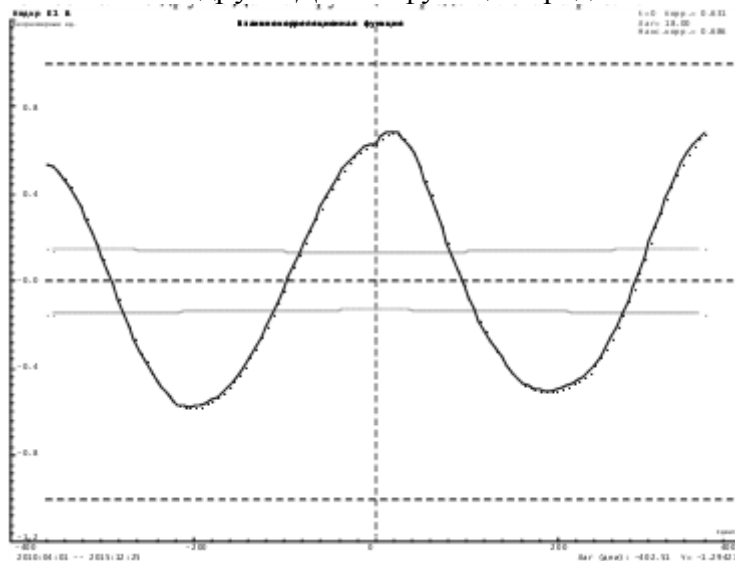


Рис. 2. Взаимнокорреляционная функция между уровнем воды в водохранилище и разностью электрических потенциалов электродов в скважине.

Для ВКФ максимальная связь наблюдается (0.68), когда график разности потенциалов U отстает от уровня воды на 18 суток. Это означает, что изменение U запаздывает. Если бы было наоборот, то такая связь не имела бы физического смысла. Физический смысл запаздывания U от $H_{вдхр}$ состоит в том, что процесс фильтрации воды из водохранилища до места расположения электродов требует определенного времени. В данном случае, примерно 18 суток. Интересно то, что примерно такого же порядка интервал сдвига фаз графиков $H_{вдхр}$ и деформации пород в основании плотины наблюдается и на Саяно-Шушинской ГЭС [1]. Такое совпадение процессов запаздываний деформации и изменения электрического поля от уровней воды в разных водохранилищах показывает, что сдвиг фаз графиков зависит от скорости фильтрации воды в массиве.

В простейшем виде скорость воды определяется формулой [6]:

$$v = -k (\Delta h / \Delta l) \quad (3).$$

Следовательно, скорость фильтрации зависит от коэффициента фильтрации (k) и гидравлического уклона, где Δh – разность уровней воды в водохранилище и скважине; Δl – расстояние от берега водохранилища до уровня воды в скважине.

Согласно расчетным данным [7] коэффициент фильтрации $k=7.67$ м/сут соответствует напряженности электрического поля $E=10$ мВ/м, тогда по имеющимся данным можно оценить скорость фильтрации воды в исследуемом массиве. Для оценки гидравлического уклона возьмем $\Delta h=25$ м [4], $\Delta l=50$ м. Подставляя эти значения в (3) получаем $v=3.4$ м/сут. Отсюда, зная сдвиг фаз между графиками уровня воды в водохранилище и поля можно оценить расстояние от берега до измерительных электродов в скважине. Умножая скорость фильтрации воды $v=3.4$ м/сут на время задержки 18 сут, имеем 61 м.

Выводы.

1. Показано, что сезонные колебания уровня воды в водохранилище вызывают синхронные изменения электрофильтрационных полей значительной амплитуды, которые близки к предельным, обнаруженным в природных условиях в различных высокогорных нерудных районах.
2. Сдвиг фаз между графиками уровня воды в водохранилище и электрофильтрационного поля позволяет определить скорость фильтрации воды в районе плотины ГЭС.
3. Данные, полученные в районе плотины Чиркейской ГЭС подтверждают косвенно результаты, полученные на плотине Саяно-Шушинской ГЭС, о том, что усиление филь-

трации воды из водохранилища в массив пород под плотиной вызывает его деформацию.

Литература

1. Газиев Э.Г. Проведение многофакторных исследований напорных ГТС, находящихся в эксплуатации более 25 лет, специализированными организациями с оценкой прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности Саяно-Шушенской ГЭС. Технический отчет ООО «ЦГИ». Москва.– 2010.
2. Дещеревский А.В., Сидорин А.Я. Некоторые вопросы методики оценки среднесезонных функций для геофизических данных. М.: ОИФЗ РАН.– 1999.– 40 с.
3. Идармачев Ш.Г., Черкашин В.И., Мусаев М.А., Идармачев И.Ш. Оценка деформации земной коры в районе Чиркейской ГЭС от сезонной нагрузки от водохранилища по геофизическим данным // Геофизика.–№2.– 2015.– С.31-37.
4. Идармачев Ш.Г., Дейнега Г.И., Омаров Г.Н. и др. Гидродинамические проявления в районе Чиркейского водохранилища, как возможный предвестник «плотинного» землетрясения. – Геодинамика и сейсмичность территории Дагестана. Тр. Дагестанского филиала АН СССР. Махачкала. –1979. –Вып. 21. –№3. –С. 39-43.
5. Семенов А.С. Электроразведка методом естественного электрического поля.М.: Недра. –1968. –205 с.
6. Справочное руководство гидрогеолога. Л.: Недра. 1967. Том.1. 570 с.
7. Шевнин В.А., Рыжов А.А., Квон Д.А. Интересный научный факт-сильные аномалии ЕП безрудной природы // Геофизика.– 2015. –№2. –С. 2-8.
8. Reed W.E. Transport of water away from a buried heat source with special reference to nuclear deformation. // J. Geophys. Res.– 1970. –N 2. P. –75-77.

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЯ БЛОКОВ НАХЧЫВАНСКОЙ
АВТНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Исаева М.И., Гараева Т.Д., Гараев Е.Т.
Институт Геология и Геофизика НАНА*

В статье приводятся результаты палеомагнитных исследований палеозойских и палеогеновых отложений разрезов Нахчыванской Автономной Республики с целью решения проблемы горизонтальных движений земной коры. Палеомагнитные исследования проводились на шести разрезах. Палеозойские отложения были изучены в разрезах г. Велидаг, г. Уджабиз и г. Яйджи. Палеогеновые отложения были исследованы в разрезах недалеко от города Джульфа и в окрестностях с. Диза и с. Аза. Впервые на основе палеомагнитных данных определены кинематические параметры движения блоков и горизонтальные перемещения на север.

Ключевые слова: намагниченность, восприимчивость, горизонтальные перемещения, кинематические параметры, тектоника, горстовое поднятие, стратиграфия, литология

The paper contains the results of the paleomagnetic studies sections of the Palaeozoic and Palaeogene sediments on the sections of Nakhchivan Autonomous Republic, with purpose to solve the issue of the horizontal movements of the Earth crust. The paleomagnetic studies carried out in six sections. Paleozoic deposits were studied in sections g. Velidag, g. Udzhabiz and g. Yaydzhi. Paleogene deposits have been studied in the sections near the town of Julfa and around villeges of Diza with. Aza. For the first time on the basis of paleomagnetic data the kinematic parameters of the blocks and horizontal motion to the north have been determined.

Keywords: magnetization, susceptibility, horizontal displacement, kinematic parameter, tectonics, orst rise, stratigraphy, lithology

Территория Азербайджанской Республики охватывает восточную часть Кавказского сегмента Средиземноморского пояса, характерной чертой строения земной коры которой, как и Кавказа в целом, является ее тектоническая неоднородность, выраженная в сложном соотношении составляющих его структурно-формационных единиц с различным литолого-стратиграфическим разрезом, характером деформаций и историей геологического развития.

Шарур-Джульфинская положительная структура отвечает тектонической зоне обшекавказского простиранья, расположенной в юго-западной части региона и представленной двумя горстовыми поднятиями: Шарурским на северо-западе и Джульфинским на юго-востоке, разобщенными наложенной Нахчыванской впадиной. Данные горстовых поднятий, сложенные комплексами девона-триаса, перекрыты маломощными комплексами юры, верхнего мела, эоцена и собраны в складки, осложненные взбросо-надвигами.

Шарурское горстовое поднятие, приуроченное к северо-западной части области, отвечает выступу палеозойских пород, представленных терригенно-карбонатными и карбонатными комплексами девона, карбона, перми, на которых согласно залегает доломито-известняковый комплекс триаса. Осевая зона поднятия предполагается в пределах Нахчыванской впадины, где в районе гор Дахна и Велидаг отмечаются выходы пород среднего девона. Выступающие на северо-западе комплексы палеозоя-триаса представляют собой северо-восточный борт поднятия, погружающегося в юго-восточном направлении и захороненного под миоценовыми отложениями Нахчыванской мульды. Характерной особенностью тектонического строения данного горстового поднятия является развитие по северо-восточному борту складчатых структур и интенсивная осложненность разрывными нарушениями. Здесь выделяются четыре крупные (Дахна-Велидагская, Яйджи-Садаракская, Юхары-Данзикаская, Мехридагская) и несколько мелких антиклиналей, разобщенных соответственно синклиналями. Все складки имеют северо-западное ($285-310^0$) простиранье и осложнены системой надвигов и взбросов северо-западного ($330-345^0$) и сбросо-сдвигов меридионального и северо-восточного простиранья. Складки асимметричны с пологими широкими юго-западными и узкими крутыми северо-восточными крыльями, нередко с обратным залеганием. В центральных частях антиклинальных структур, представленных

комплексами девона (Дахна-Велидагская, Яйджи-Садаракская), наблюдаются мелкие складки, имеющие небольшие размеры в поперечнике (0,2 x 1 км). Они ориентированы в северо-восточном направлении с относительно выдержанным северо-восточным простиранием и характерной дугообразной изогнутостью, обращенной выпуклостью на северо-запад. Складки имеют крутые углы падения крыльев, местами зажаты и опрокинуты на северо-восток с образованием мелких изгибов, флексур и заворотов.

Джувинское горстовое поднятие располагается преимущественно на территории Ирана, а в пределах описываемого региона выступает лишь его северо-восточное крыло, сложенное породами верхней перми, триаса, нижней и средней юры и верхнего мела. Все комплексы пород этого крыла осложнены крутопадающими чешуйчатого типа надвигами с простиранием $S3\ 320-330^0$ и падением на СВ под углом $50-70^0$. По надвигу приведены в тектонический контакт комплексы триаса и юры. Наряду с этим отмечаются поперечно-ориентированные сбросы северо-восточного ($10-70^0$) простирания с амплитудой смещения до 600 м.

Ордубадская зона отвечает прогибу к восточной части Нахчыванской области, где мощности палеогена и верхнего мела возрастают. Слагающие зону комплексы - нижняя часть верхнего мела и, особенно, эоцен представлены вулканитами базальт-андезит-дацитового состава, а палеоценовые слои – терригенным флишем. Вулканогенный комплекс эоцена на востоке протягивается в сторону Эльбурса и Центрального Ирана, будучи тождественным таковому караджской формации Эльбурса, а на западе продолжается в сторону Восточных Понтидов. Складчатость в Ордубадской зоне имеет позднеэоценовый возраст, складки умеренно сжатые, выдержанные, простирания в субширотном направлении на западе и северо-западном на востоке. На них наложены миоценовые широтные поднятия и прогибы, а также плиоценовая прерывистая складчатость, близкая к меридиональному направлению. Складки эти осложнены разрывными нарушениями северо-западного и северо-восточного простираний, не повлиявшими на общую структуру региона [6].

Палеомагнитные исследования на территории Нахчыванской Автономной Республики проводились на палеозойских и палеогеновых разрезах.

Магнито-минералогические исследования проводились по общепринятой в магнетизме горных пород и палеомагнетизме методике [1, 12, 13].

При изучении магнитных свойств и диагностики ферромагнитных минералов мы руководствовались работами Т. Нагаты, Д.М. Печерского и др., Г.П. Петровой, С.Ю. Бродской, В.Э. Павлова и др. [2, 8, 9, 10, 11].

Для уверенных палеомагнитных построений прежде своего не обходимо установить природу естественной остаточной намагниченности I_n^0 и определить минералы, ответственные за I_n .

Безнагревные методы магнитной минералогии включали в себя: размагничивание естественной остаточной намагниченности в переменных магнитных полях, метода магнитных чисток и метода переосаждения осадочных пород.

Термомагнитные исследования включали в себя: снятия кривых температурного размагничивания остаточной намагниченности насыщения, определение точек Кюри и результаты термонагревов.

Измерения величины и направления естественной остаточной намагниченности проводились на двухскоростном спинмагнитометре JR-6. Величина магнитной восприимчивости измерялась чешским прибором КТ-5.

Современное состояние исследований в области палеомагнетизма палеозойских образований позволяет более детально рассматривать проблему их горизонтальных движений.

Палеозойские отложения в Азербайджане развиты, в основном, на территории Нахчыванской Автономной Республики. Нами были изучены палеозойские отложения трех разрезов: разрезы г. Велидаг, г. Яйджи и г. Уджабиз.

Для проведения палеомагнитных исследований были отобраны 120 ориентированных штучков, из которых были выпелены 340 кубиков [5].

Разрез г. Велидаг находится у подножия южного склона г. Велидаг, обнажается в ядре Велидагской антиклинали. Разрез представлен нижним и средним девоном [7].

В разрезе г. Велидаг, палеомагнитными исследованиями в нижнем девоне в эмском ярусе выявлены две зоны магнитной полярности: одна прямой и одна обратной полярности.

Средний девон представлен эйфельским и живетским ярусами. В эйфельском ярусе разреза г. Велидаг, установлено 3 зоны: 1 обратная и 2 прямой зоны, а живетским ярусе одна зона прямой полярности. Выделенные зоны коррелируются с зонами общей шкалы (здесь и далее под общей шкалой подразумевается сводная палеомагнитная шкала СССР), различаясь только соотношением объемов прямой и обратной полярности (в нашем случае преобладает прямая полярность, в общей шкале - обратная). Отсутствие зоны обратной полярности в низах эмского яруса, возможно, свидетельствует об отсутствии соответствующей ей части эмских отложений в исследуемом разрезе (рис.1).

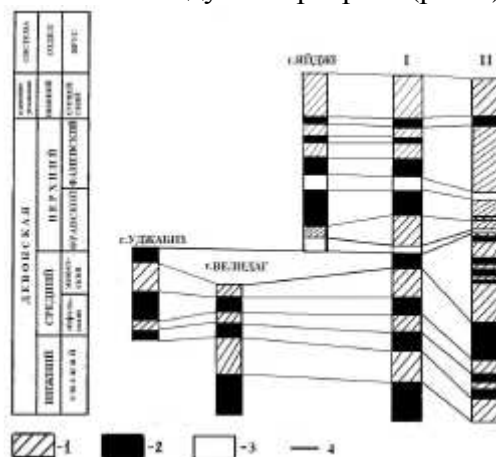


Рис. 1 Региональная схема магнитостратиграфических разрезов девона Нахчыванской АР. 1- зона обратной намагниченности; 2- зона прямой намагниченности; 3- неизученные части толщи; 4- линии корреляции; I- сводная шкала палеозоя Азербайджана; II- общая шкала СССР

В разрезе г. Уджибиз изучены среднедевонские отложения эйфельского и живетского ярусов. В эйфельском ярусе установлены 3 зоны – 2 прямой и 1 обратной полярности. В общей шкале в эйфельском ярусе прямую полярность в низах сменяет обратная полярность в верхней части. В живетском ярусе наблюдается 2 магнитные зоны: одна прямой (N) и одна обратной (R) полярности. Границы обратной и прямой полярности совпадает здесь с границей эйфельского и живетского ярусов. Обратная зона шкалы Азербайджана коррелируется с обратной зоной общей шкалы СССР. Соответственно прямой зоне отвечают 3 близкорасположенные и имеющие небольшую мощность зоны прямой полярности общей шкалы.

Нижнекарбоновые отложения (турнейский ярус) исследовались в разрезе Яйджи. Как было установлено, в течение всего этого времени геомагнитное поле имела обратную полярность. Таким образом, зоны прямой и обратной полярности девона в шкале Азербайджана и общей шкале коррелируются, но в общей шкале, в отличие от полученных нами результатов, доминирует обратная полярность. Нам представляется, что кровля зоны прямой полярности в верхах фаменского яруса могла бы служить палеомагнитным репером при проведении границы девона и карбона в Азербайджане.

Верхнедевонские (франские и фаменские) отложения исследованы в разрезе г. Яйджи. По палеомагнитным данным установлено 7 зон магнитной полярности – 4 прямой и 3 обратной полярности.

Отложения нижнефранского яруса отсутствуют, а в среднем и верхнем франском подярусах выделены 2 зоны: R - зона - в нижней части, N - зона - в верхах яруса. N - зона, имеющаяся в общей шкале, в низах франского яруса в палеомагнитной шкале Азербайджана отсутствует, вероятно из-за того, что в изученном разрезе нет отложений нижнефранского подъяруса. R - зоны в рассматриваемой шкале и общей шкале сопоставимы, N -

зона также прослеживается в обеих шкалах с той лишь разницей, что в общей шкале между двумя N-зонами расположена еще и R - зона. В фаменских отложениях, изученных в разрезе Яйджи, выделено 5 зон: 3N и 2R. N - зона шкалы Азербайджана в верхах фаменского яруса коррелируется с N - зоной общей шкалы. Различие состоит в том, что в нижней части верхнего фамена установлена N - зона, которая отсутствует в общей шкале. Ее выделение может быть обусловлено тем, что либо породы данного фрагмента разреза оказались “недочищены”, либо произошло их полное перемагничивание.

Палеомагнитные исследования палеогеновых отложений были проведены на вулканогенно-осадочных породах Нахчыванской Автономной Республики. Эти объекты имеют надежную привязку к геохронологической шкале, наиболее полные и хорошо обнажены на дневной поверхности.

Палеоценовых отложения Нахчыванской АР широко развиты в пределах Джульфинского, Ордубадского и Шахбузского районов, где они характеризуются довольно разнообразным литологическим составом. Палеомагнитные исследования проводились на разрезах недалеко от г.Джульфы и в окрестностях с.Диза и с. Аза [3, 5].

Разрез Джульфы представлен средним и верхним эоценом. По палеомагнитным данным установлены 4 зоны магнитной полярности: 2 зоны прямой и 2-зоны обратной полярности, причем последняя палеомагнитная зона прямой намагниченности соответствует среднему эоцену.

В разрезе с.Диза в нижнем эоцене выделены 2 магнитные зоны: одна прямой и одна обратной полярности (рис.2).

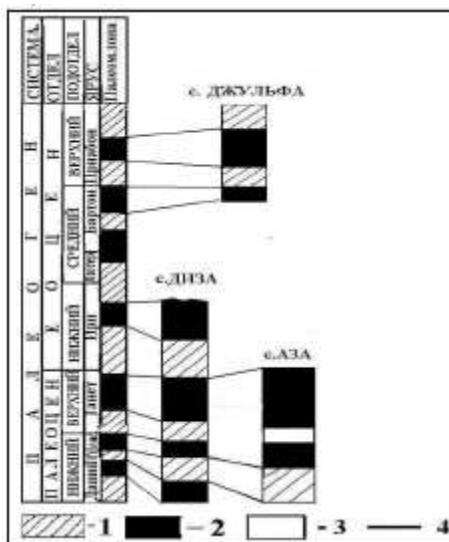


Рис. 2 Региональная схема магнитостратиграфических разрезов палеогена Нахчыванской АР. 1- зона обратной намагниченности; 2- зона прямой намагниченности; 3- неизученные части толщи; 4- линии корреляции

В разрезе с.Диза, представленной нижним-верхним палеоценом, выделены 3 зоны прямой полярности и 2 зоны обратной полярности.

В разрезе с.Аза, представленной нижним-верхним палеоценом, выделено 2 зоны прямой полярности и одна зона обратной полярности.

Значения координат среднего вектора I_n даны в таблице 1.

Таблица 1.

Палеомагнитные направления и палеомагнитные полюса изученных разрезов Нахчыванской Автономной Республики.

Название разрез	Возраст	Координаты р-на исслед.		Направления ЕОН		К	α_{95}	Полярность	Палеомагнитные полюсы		Φ_m
		ϕ	λ	D ⁰	J ⁰				Φ	Λ	
г.Велидаг	н.-с.Девон	39,6	44,9	220	53,0	30	6	R	8	192	12
				29	35,0	34	41	N	58	285	
г.Уджабиз	с.Девон	39,6	45	135	42,0	26	7	R	14	267	15
				22	23	12	9	N	55	268	
г.Яйджи	в.Девон	39,6	45	220	56	31	5	R	5	194	17
				15	39	35	12	N	56	158	
Джюльфа	с.-в.Эоцен	39	45,3	176	43	12	7	R	26	229	35
				326	37	35	12	N	56	158	
с.Дизи	н.Эоцен	39,1	45,3	216	31	11	8	R	25	187	35
				341	33,5	32	11	N	69	267	
с.Дизи	н.-в.Палеоцен	39,1	45,3	198	39	11	8	R	27	207	34
				29	35,0	34	41	N	58	285	
с.Аза	н.-в.Палеоцен	38,9	45,3	220	33	12	9	R	21	187	33
				20	24,5	23	12	N	57	266	

В девонское время (28 млн.л.) разрез г.Велидаг, находясь на палеошироте 12⁰, переместился на север на 2600±300км, скорость поступательных движений 3,6-3,7см/год. Велиданский блок повернулся соответственно по часовой стрелке на 40⁰.

Разрез г.Уджабиз, находясь на палеошироте 15⁰, переместился на север на 2300±300км, скорость поступательных движений 3,4-3,5см/год. Уджабизский блок повернулся соответственно против часовой стрелки на 35⁰, а разрез г.Яйджи, находясь на палеошироте 17⁰, переместился на север на 2100±300км, скорость поступательных движений 3,2-3,3см/год. Яйджинский блок повернулся соответственно по часовой стрелке на 40⁰ (рис. 3).



Рис.3 Схема направления палеомагнитных векторов (составили: М.И. Исаева, Т.Д. Гараева)

В палеоценовое время (10 млн.л.) разрез с.Диза, находясь на палеошироте 34⁰, переместился на север на 500±300км, скорость поступательных движений 3,0-3,1 см/год. Блок разреза с.Диза повернулся соответственно по часовой стрелке на 29⁰, а разрез с.Аза, находясь на палеошироте 33⁰, переместился на север на 600±300км, скорость поступательных движений 3,2-3,3 см/год. Блок разреза с.Аза повернулся соответственно по часовой стрелке на 20⁰.

В эоценовое время (23 мил.л.) разрез с.Диза, находясь на палеошироте 35⁰, переместился на север на 500±300км, скорость поступательных движений 2,3-2,5 см/год. Блок разреза с.Диза повернулся соответственно против часовой стрелки на 34⁰, а разрез

Джюльфа, находясь на палеошироте 35⁰, переместился на север на 500±300км, скорость поступательных движений 2,3-2,5 см/год. Блок разреза Джюльфа повернулся соответственно против часовой стрелки на 19⁰.

Впервые на основе палеомагнитных данных Нахчыванской АР изучены повороты и определены кинематические параметры движения блоков: повороты по часовой стрелке, повороты против часовой стрелки, горизонтальные перемещения на север.

Палеогеновый период тектонических движений происходил в 2-х этапах: первый этап произошел в верхнеэоценовое время, второй этап произошел в конце олигоцена.

Таким образом, проведенные палеомагнитные исследования показали, что выделенные палеомагнитные направления древние, синхронны времени образования пород и могут быть использованы для анализа закономерностей, связанных с древним магнитным полем.

Литература:

1. *Белаконь В.И., Кочегура В.В., Шолто Л.Е.* Методы палеомагнитных исследований горных пород. “Недра”. Ленинград. 1973. 244с.
2. *Бродская С.Ю.* Возможности магнитных лабораторных методов при диагностике ферромагнитных минералов в горных породах.// Изв. АН СССР Сер. Наук о Земле, 1974. С.59-74.
3. *Гасанов А.З.* Палеомагнитная корреляция палеогеновых отложений Тальща и Нахчыванской АР.// Автореферат кандидатской диссертации, Баку. 1975. 29с.
4. *Исаева М.И.* Палеомагнетизм кайнозойских образований нефтегазоносных районов Азербайджана. Автореферат докторской диссертации, Баку. 1990. 36с.
5. *Исаева М.И.* Изменение полярности геомагнитного поля девона Нахчыванской Автономной республики // Известия НАН Азербайджана. №5-6, 1991. С.104-108
6. *Исмаил-заде А.Д., Рустамов М.И., Кенгерли Т.Н.* Аразская мегазона. // Геология Азербайджана, том IV, Тектоника. Баку: Nafta-Press. 2005. С.338-359.
7. *Мамедов А.Б.* Путеводитель геологических экскурсий по типовым разрезам среднего девона Нахчыванской АССР. Баку: Элм. 1980. 134с.
8. *Нагата Т.* Магнетизм горных пород. Москва: Мир. 1965, 247с.
9. *Павлова В.Э.* Палеомагнетизм Сибирской платформы. Автореферат докторской диссертации. Москва, 2015. 47с.
10. *Петрова Г.П.* Лабораторные методы при палеомагнитных исследованиях.// Геомагнитные исследования. №19. 1977. С.40-49
11. *Печерский Д. М., Багин В. И., Бродская С. Ю., Шаронова З. Б.* Магнетизм и условия образования исверженных горных пород. Молсква: Недра. 1975. 267с.
12. *Стейси, Ф.* Физика Земли. Москва: Мир. 1972. 342с.
13. *Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А., Писаревский С.А., Погарская И.А., Ржевский Ю.С., Родионов В.И., Слауцитайс И.П.* Палеомагнитология. Ленинград: Недра, 1982. 311 с.

ОСОБЕННОСТИ ДИЗЪЮНКТИВНО-ПЛИКАТИВНОЙ ТЕКТОНИКИ ДАГЕСТАНСКОГО СЕКТОРА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Магомедов Р.А.

Институт геологии ДНЦ РАН

В результате анализа фондового и опубликованного геолого-геофизического материала составлена новая обобщенная схема дизъюнктивно-пликативной тектоники региона, которая служит необходимым основанием для изучения процессов взаимодействия блоков, локализации источников напряжений, исследования движений по границам блоков и имеет первостепенное значение для выявления потенциальных сейсмических очагов, долгосрочный прогноз их очередной активизации и адекватной оценки сейсмической опасности и сейсмического риска в этом густонаселенном и промышленно развитом регионе страны.

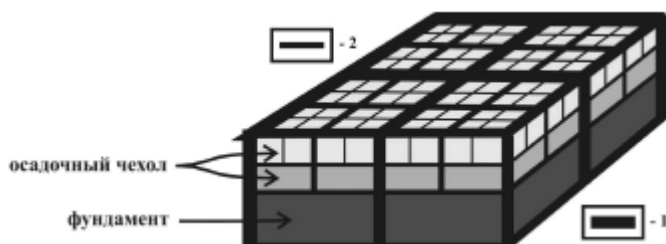
Ключевые слова: дизъюнктивно-пликативная тектоника, геодинамика, сейсмичность.

As a result of analysis of the stock and published geological and geophysical data compiled by the new generalised scheme of disjunctive-PLICATIVE tectonics of the region, which provides the necessary base for studying the processes of interaction units, localization of sources of voltage, investigations of motions on block boundaries and is of paramount importance to identify potential seismic sources, long-term forecast of their next activation and adequate assessment of seismic hazard and seismic risk in this densely populated and industrialized region of the country.

Key words: disjunctive-PLICATIVE tectonics, geodynamics, seismicity.

Разломообразование в литосфере - геологический процесс, продолжающийся с архея (образования твердой коры) до настоящего времени. Длительное напряженное состояние верхней хрупкой части литосферы приводит к ее деформации и разломообразованию. Сочетание разноранговых разрывов образует разломно-блоковые структуры литосферы и ее деструктивные зоны, развитие которых происходит эволюционно от мелких к крупным. Анализ разномасштабных геологических, тектонических и структурно-тектонических карт дают представление о широком развитии разноранговых разрывов и разломов практически в любом участке земной поверхности. Тектоническая активизация, как геологический процесс, существенно влияет на густоту сетки разломов. А сейсмические события, контролируемые разломами, несут самую достоверную информацию об их активизации. Активизация разломов на современном этапе геодинамического развития литосферы определяется движениями ограничивающих их блоков, зависящими от трех главных из многих не менее важных энергетических источников и прочностных характеристик: а) подлитосферных движений в верхней мантии и астеносфере; б) реологических свойств межблоковой геологической среды; в) энергии триггерных механизмов, способствующих возбуждению метастабильного состояния разломно-блоковой среды литосферы в конкретных случаях (гравитационные возмущения, деформационные волны, лунно-солнечные влияния и прочие космические факторы).

Блоковая делимость литосферы согласно [9] происходит на двух масштабных временных уровнях. Первоначально в литосфере формируются крупные блоки первого и, возможно, второго рангов, определяющие первый масштабный временной уровень крупных блоковых структур литосферы (рис. 1).



1 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны первого масштабного временного уровня.

2 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны второго масштабного временного уровня.

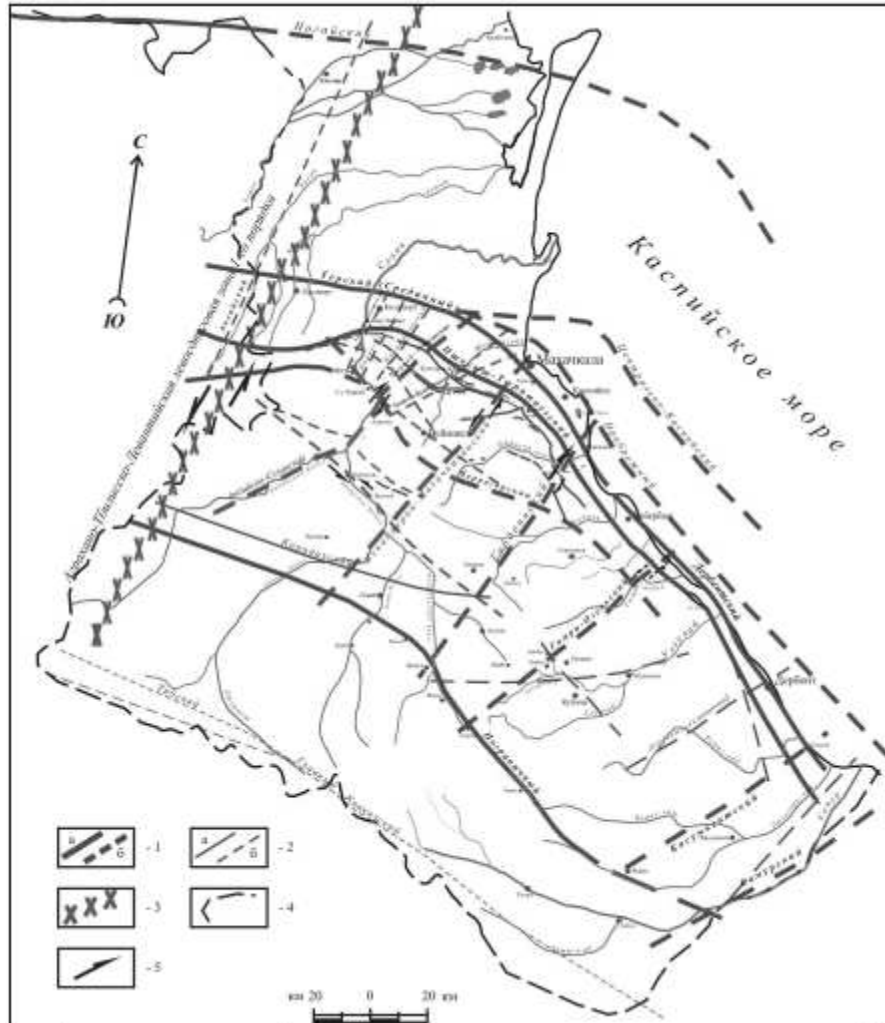
Рис. 1. Блоковая делимость литосферы на двух масштабных временных уровнях [по 9, с дополнениями].

Разломы первого масштабного временного уровня играют главную роль в контролировании крупнейших наиболее сильных землетрясений мира. Разломы второго уровня образуют ориентированную и организованную в литосфере разломно-блоковую структуру.

Восточный Кавказ характеризуется самой высокой сейсмической активностью в европейской части России. В сейсмогеодинамическом отношении он принадлежит Иран-Кавказ-Анатолийскому региону Средиземноморско-Гималайского пояса, которому свойственны очень крупные землетрясения. Выявление потенциальных сейсмических очагов и долгосрочный прогноз их очередной активизации имеют первостепенное значение для адекватной оценки сейсмической опасности и сейсмического риска в этом густонаселенном и промышленно развитом регионе страны. Знания по региональной геотектонике, которая исследует современное распределение в земной коре и верхней мантии тектонических нарушений разных типов имеют решающее значение для выполнения этой задачи. Разрывные нарушения в фундаменте и осадочном чехле региона, по данным сейсморазведки, настолько многочисленны, а изучены за редким исключением так слабо, что задача приведения в систему представлений о разломно-блоковой тектонике приобретает принципиальное значение. В исследовании использовался метод структурного анализа, основанный на изучении геологических карт и геологических разрезов. Структурная схема разломно-блокового строения земной коры служит необходимым основанием для изучения процессов взаимодействия блоков, локализации источников напряжений, исследования движений по границам блоков. В разное время разными авторами были составлены структурно-тектонические схемы региона, его отдельных частей, отражающие отдельные вопросы региональной геотектоники или узкоспециальные вопросы промысловой геологии [1, 2, 6-8 и др.]. Но единой картины разломно-блокового строения Дагестанского сектора Восточного Кавказа на современном этапе его изученности до сих пор нет. Видимо, отсутствие или недостаток геофизической информации о глубинном строении и строении осадочного чехла не позволили авторам различных схем региона предложить законченную его модель. Многие узловые вопросы геотектоники региона до сих пор являются дискуссионными. С учетом вышеизложенного в настоящей работе сделана попытка собрать разрозненную геолого-геофизическую информацию в единую схему разломно-блоковой тектоники региона. В основу составленной схемы разломно-блокового строения (рис. 2), положены крупномасштабные геологические, тектонические, геолого-структурные карты восточной части северного склона Кавказа И.О. Брода, Л.А. Варданянца, В.П. Ренгартена, Н.Н. Ростовцева, Ю.Г. Леонова и других, а также мелкомасштабные карты А.И. Летавина, В.Л. Галина, Д.Г. Шарафутдинова, Г.Д. Буторина, Г.Г. Гасангусейнова, Д.А. Мирзоева, В.М. Пирбудагова и многих других, детальный анализ накопленных геолого-геофизических материалов производственных предприятий «Дагнефть», Дагнефтегаз, «Дагестангеология», ИГ ДНЦ РАН и др. Новая обобщенная схема разломно-блокового строения масштаба 1:500 000 отражает почти все известные крупные дизъюнктивные нарушения и блоки фундамента и осадочного чехла Дагестанского сектора Восточного Кавказа на современном этапе его изученности. Основные принципы построения схемы заключались в объединении разломно-блоковых структур литосферы и ее деструктивных зон (разрывных нарушений) на двух масштабных временных уровнях с учетом их возраста и структурно-исторических особенностей.

Восточный Кавказ расположен в зоне сочленения крупных блоков земной коры с разнотипными мощностями его консолидированного комплекса с тремя системами разломов различного простирания: продольного (общекавказского), поперечного (северо-восточного), диагонального (северо-западного). Среди разломов продольного направления прослежены такие крупнейшие разломы как Срединный и Пшекыш-Тырныаузский, выделенные Г.Д. Ажгиреем и Е.Е. Милановским [4]. В восточном направлении Срединный разлом прослеживается от города Хасавюрта к устью реки Прорвы и далее следует параллельно береговой линии Каспийского моря. По гравиметрическим данным он выражается рез-

кой гравитационной ступенью с амплитудой до 40 мГал при горизонтальном градиенте 40-60 Этв. К зоне разлома приурочена Темиргоевская магнитная аномалия интенсивностью ± 2 мЭ. Пшекыш-Тьрныаузский разлом выражен миндалевидным пучком разрывов, средняя его ветвь представлена Нараттюбинской зоной разрывов, переходящих на западе в Гилянский надвиг, а южная - в Кизил-Булакскую зону разрывов. Этот разлом является самым сейсмоактивным, с ним связаны крупнейшие срывы коренных пород и интенсивное осыпание склонов.



- 1 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны первого масштабного уровня – доюрского фундамента (а – достоверные, б – предполагаемые).
- 2 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны второго масштабного уровня – осадочного чехла (а – достоверные, б – предполагаемые).
- 3 - Аграханско-Тбилиско-Левантийская левосдвиговая зона первого порядка.
- 4 – граница республики.
- 5 – направление движения блоков.

Рис. 2. Схема разломно-блокового строения Дагестанского сектора Восточного Кавказа.

При оценке сейсмической опасности Чиркейского гидроузла особое внимание уделяется Экибулакскому и Кумторкалинскому поперечным разломам. Экибулакский разлом проходит через Чиркейское водохранилище и расположен между Старым и Новым Чиркеем в непосредственной близости от плотины Чиркейской ГЭС. Указанные глубинные разломы являются основными элементами, формирующими субкавказский облик структурно-тектонического плана осадочного чехла рассматриваемой территории и обуславливают высокую сейсмичность этих зон.

Неотектонические данные по Восточному Кавказу наиболее полно укладываются в неомобилистские представления, объясняющие формирование складчатых деформаций горизонтальными сжатиями, являющимися результатом либо пододвигания Закавказской микроплиты под горное сооружение Восточного Кавказа, либо резким увеличением скорости сближения Аравийской и Евразийской плит, что приводит в свою очередь к горизонтальному сжатию и развитию структур скалывания в пределах сооружения Восточного Кавказа.

Усиление темпа неотектонических поднятий предгорий в среднем - позднем плейстоцене фиксируется изменением высотных отметок морских верхнехазарских террас, испытавших активное воздымание, резкие наклоны ниже-среднеплейстоценовых террас в левобережье р. Сулак на Бавтугайской возвышенности. Для этого этапа характерен активный рост структур в пределах южного края Терско-Каспийского краевого прогиба (Хадумский купол, Эльдамо-Кукурттауская складка, Карабудахкент-Селлинское поднятие, западная и восточная антиклинальные зоны). Рост структур и сопутствующие смещения по радиально расположенным к Дагестанскому выступу разрывам, совпадающим с долинами рек Сулак, Шура-озень, Черкес-озень, известны и в пределах Дагестанского побережья к югу от Махачкалы по деформациям хвалыньских береговых линий [5].

Тектоническими движениями поздних стадий орогенного развития альпийского тектогенеза был вызван подъём Дагестанского выступа с развалом и сползанием осадочного чехла в сторону северо-западного и северо-восточного бортовых его обрамлений [3]. Северо-западное бортовое обрамление Дагестанского выступа представлено ступенчатонадвиговым строением складчатости, сложно стыкующимся с Сулакским выступом. Вершиной последнего является куполовидная Хадумская структура, раскрытая почти до юры в глубоком каньоне с отвесными крутыми склонами русла р. Сулак. Северо-восточное бортовое обрамление Дагестанского выступа представлено Губденским структурным выступом, плотно смыкающимся со складчатостью Горного Дагестана.

Помимо перечисленных структур в пределах Дагестанского сектора Восточного Кавказа выделяются следующие разломно-блоковые структуры и деструктивные зоны (разрывные нарушения):

- *Самурская поперечная флексура*, рассматриваемая как Касумкентский глубинный разлом. Он выделен на основании гравимагнитных данных М.Н. Смирновой и трассируется от зоны Главного Кавказского надвига на западе до Срединного разлома на востоке в центральной части Каспия, проходя по линии селений Курах - Белиджи. Касумкентский разлом, находящийся в 40 км севернее Самурского, является северным ограничением рифта, а Самурский – южным. Разлом подтвержден сейсмическими исследованиями в модификации КМПВ на профиле Ахсу-Арабляр (Попов Е.А., Ратушная Г.А., 1964 г.) как зона разрыва поверхности палеозоя с амплитудой до 0,5 км. Глубина его проникновения более 19 км. К этой же категории относится Гамри-Озеньский разлом.

- Северо-западнее Касумкентского разлома прослеживается *Гамри-Озеньский сейсмогенерирующий разлом*. Он пересекает Черногорский, Пшекиш-Тырныаузский и Срединный разломы. Наибольшая сейсмическая активность наблюдается в узлах пересечения этого разлома с выше указанными тремя разломами Кавказского простирания. На продолжении Гамри-Озеньского поперечного разлома в Большом Кавказе находятся очаги исторических сильных землетрясений (Мишлешского 1667 г. с $M = 6.5$, $I_0 = 8$, Рутульского 1250 г. с $M = 5.7$, $I_0 = 7 \div 8$, Тляртинского 1668 г. с $M = 6.5$, $I_0 = 10$).

- *Аграхано-Тбилиско-Левантийская левосдвиговая зона первого порядка*, которая является новейшим структурным элементом Кавказа и западной границей Дагестанского выступа связанная с левосдвиговыми деформациями вдоль долины р. Акташ. Наибольшая геодинамическая активность наблюдается в зоне пересечения этого разлома с Черногорским, Пшекиш-Тырныаузским и Срединным во фронтальной части Дагестанского выступа, подтвержденная долговременной сейсмической активностью. К зоне влияния этого разлома можно отнести семибалльные Бежтинское землетрясение 4.08.1974 г., $M=5.2$ и Тлохское землетрясение 15.02.1992 г., $K=12.5$.

- *Флексуриобразный уступ отделяющий друг от друга Известняковый и Сланцевый Дагестан*. Вероятно, эта зона соответствует глубинному разлому, по которому Сланцевый

Дагестан приподнят над Известняковым Дагестаном. Вдоль этого уступа наблюдаются разрывы, пересекающие Мугринскую антиклиналь, которая имеет коробчатое строение, сложена средне- и нижнеюрскими отложениями. В северной части восточного крыла антиклинали среднеюрские отложения отсутствуют, из-за чего нижний мел залегает на отложениях нижнего аалена. С этой зоной многие кавказские геологи связывают наличие глубинного тектонического шва, секущего поперёк тектонические зоны. *Дейбукско-Кубачинская антиклинальная зона* является продолжением Центральной антиклинальной зоны Известнякового Дагестана. *Уллучаринская антиклинальная зона* занимает относительно пониженные области рельефа с отметками плюс 2000-2200 м и осложнена региональным продольным разрывом протяжённостью около 150 км. По этому разлому северо-восточная часть антиклинали надвинута на юго-западную. Все разломы распливаются на борту Мегантиклинория Большого Кавказа.

- *Зона Дербентского разлома*, рассматриваемая как гравитационная ступень, осложнённая системой разрывных нарушений, которая, как и другие, более мелкие структуры Восточной антиклинали, трассирует в осадочном чехле зону регионального глубинного разлома. По кинематической природе этот разлом отделяет Восточную антиклиналь от третьей – существующей параллельно ей в пределах акватории Каспия морской антиклинальной зоны Южного Дагестана, трассирующей ещё один региональный глубинный разлом, который в некоторых источниках именуется Прибрежным. Дербентский разлом прослеживается между Махачкалой и Дербентом, определяя береговую линию Каспийского моря.

- *Черногорский (Владикавказский) глубинный разлом*, названный Дагестанскими геологами Восточно-Мугринским, трассируется на западном погружении Дагестанского выступа, огибая Талгинский купол, пересекает Карабудахкентскую структуру, Салтабакскую структурную террасу по восточному борту Западной антиклинальной зоны, уходит до границ с Азербайджаном. В южной части Дагестана основанием к выделению разлома явились высокоточные гравиметрические исследования, установившие в полосе развития спокойного, моноклинального залегания майкопских отложений резкую гравитационную ступень с амплитудой 30-35 мГл, при горизонтальном градиенте до 50 Этв. Наличие такой ступени было подтверждено результатами региональных магнитных исследований, которые указали на наличие четкой магнитной аномалии, по своей форме, соответствующей вертикальному уступу и почти полностью совпадающей с гравитационной ступенью.

- *Ахатлы-Гилянский разлом*, геоморфологическим признаком которого является резкое изменение направления р. Сулак в районе селений Старый Чиркей и Зубутль. Доказательством его существования является ряд трещин скола, параллельных течению р. Сулак, которые были обнаружены на левом берегу Судака ещё при строительстве Чиркейской ГЭС.

- *Прочие разрывные нарушения низшего ранга в осадочном чехле* (рис. 2).

Заключение. Выделенные на схеме тектонические элементы с трассирующими главными субкавказскими глубинными разломами, секущимися вкрест их простирания, поперечными разломами являются основными элементами, формирующими современный субкавказский облик структурно-тектонического плана осадочного чехла рассматриваемой территории и обуславливают ее высокую современную сейсмичность.

Литература

1. Буторин Г.Д., Галин В.Л. Тектоника передовой складчатой зоны Дагестанского выступа в связи с поисками залежей нефти и газа // Советская геология. 1972. № 9. С.127-133.
2. Криволицкий Н.В. Тектонические характеристики области Известнякового Дагестана // Труды ВНИГРИ. 1954. № 4. С.148-193.
3. Магомедов Р.А. Геодинамический режим области Дагестанского клина в альпийском цикле развития Восточного Кавказа. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып.56. Махачкала. 2010. С. 66-80.
4. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра. 1968. 482 с.

5. Рычагов Г.И. Влияние неотектонических движений на положение береговых линий Хвалынских морей в пределах Дагестана // Комплексные исследования Каспийского моря. М., 1972. Вып. 3.
6. Соборнов К.О. Формирование складчато-надвиговой структуры Дагестанского клина // Геотектоника. 1991. № 3. С.34-46.
7. Схема тектонического районирования Дагестана. Составители: Сабанаев К.А., Шалбузова Л.В. по материалам ОАО «НК «Роснефть-Дагнефть»», ООО «Каспийгазпром». Масштаб 1: 500 000. Махачкала. 2005.
8. Тектоническая схема Северного, Среднего Каспия и Западного побережья. Тектоника Дагестана и акватории Среднего и Северного Каспия. Объяснительная записка // Труды института геологии. Вып.57 / Леонов Ю.Г. Черкашин В.И., Сабанаев К.А., Волож Ю.А., Гаврилов Ю.О. Отв.ред. Леонов Ю.Г. Махачкала. 2011. 77 с.
9. Шерман С.И. Деструкция литосферы: разломно-блоковая делимость и ее тектонофизические закономерности // Геодинамика и тектонофизика. Том.3. Вып.4. Иркутск 2012. С.315-144.

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОПТИМИЗАЦИИ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСАХ*Попков В.И., Попков И.В.**Кубанский государственный университет*

Выполненный структурный анализ позволил существенно уточнить не только представления о тектонике региона, но и предложить наиболее достоверные и непротиворечивые модели ловушек нефти и газа, образовавшихся в складчато-орогенной области Северо-Западного Кавказа в обстановке мощного тангенциального сжатия. Раскрытие региональных закономерностей строения и эволюции исследуемой территории позволяет также наметить новые перспективные районы и объекты поисков скоплений нефти и газа, предложить рациональный комплекс геологоразведочных работ.

Ключевые слова: складки, надвиги, тектонические напряжения, нефть и газ.

The structural analysis performed allows to clarify not only the understanding of the tectonics of the region, but also to offer the most reliable and consistent models of oil and gas traps formed in the fold-orogenic area of the Northwest Caucasus in the situation of a powerful tangential compression. Disclosure of regional patterns of structure and evolution of the study area also allows you to identify promising new areas and search object accumulations of oil and gas complex offer a rational exploration.

Key words: folds, thrusts, tectonic stress, oil and gas.

Складчато-орогенные зоны содержат значительные по запасам скопления нефти и газа [7 - 11]. В то же время они отличаются высокой сложностью геологического строения [3 - 7], что зачастую приводит к ошибочному выбору местоположения поисковых скважин. Последнее свидетельствует об актуальности изучения морфологии и условий формирования дислокаций складчато-орогенных зон с целью выработки адекватных структурных моделей потенциальных ловушек нефти и газа и направлений геологоразведочных работ.

В качестве объекта исследований выбрана территория Северо-Западного Кавказа - одного из старейших нефтегазодобывающих регионов России. Однако в последние годы геологоразведочные работы здесь ведутся в небольшом объеме. Обусловлено это в значительной степени отсутствием фонда надежно подготовленных объектов для постановки глубокого бурения. Представления о строении ловушек нефти и газа сформировались в основном в 60-х - 80-х годах прошлого века [1, 2 и др.], когда здесь в широком масштабе велись геолого-геофизические исследования, а в науке преобладали представления о приоритетности вертикальных движений в формировании структуры складчатых поясов.

Однако практика разбуривания поисковых объектов, данные сейсморазведки последних лет показали, что строение региона гораздо более сложное, чем предполагалось [4-6]. Часто обнаруживается несоответствие структурных планов перспективных комплексов, обусловленное структурной расслоенностью и дисгармоничной складчатостью осадочных толщ. Структурная дисгармония приводит к тому, что многие высокоамплитудные поднятия в верхних горизонтах разреза не имеют прямого отражения в нижележащих слоях. Этот факт не учитывался в предшествующих моделях ловушек нефти и газа, что приводило к многочисленным неудачам при проведении поисковых работ.

В этих условиях требуется новый методический подход к изучению складчатых систем, учитывающий современные научные знания о строении и условиях формирования мобильных зон земной коры. В связи с этим была определена цель работы, заключающаяся в разработке моделей потенциальных ловушек нефти и газа в пределах складчатых сооружений Северо-Западного Кавказа, которые бы легли в основу разработки рациональной методики геологоразведочных работ в его пределах.

Основным методом картирования ловушек УВ является сейсморазведка. Правильная интерпретация сейсморазведочных данных всегда вызывает трудности. В зависимости от опыта интерпретатора, принятой теоретической концепции, качества геофизического материала, его обработки и объема глубокого бурения, по одним и тем же геолого-геофизическим данным обычно составляются несколько вариантов моделей строения. Вы-

брать из них одну, наиболее правильную, бывает сложно. Это приводит к противоречивым оценкам перспектив и недостаточно обоснованным критериям поисков полезных ископаемых, что влияет на эффективность работ.

Одним из главных критериев правильности интерпретаций является их соответствие реальным природным структурам, которые можно наблюдать в обнажениях дислоцированных слоистых толщ. Идеальные для интерпретации обнажения расположены в крест простирания. При рассмотрении структур, срезаемых вдоль или косо к простиранию, строение складок и разрывов искажается до неузнаваемости, включая даже их типичные элементы. То же касается отображения структур на аналогично ориентированных сейсмопрофилях.

Важно отметить один из принципов тектоники, согласно которому морфология больших и малых структурных форм – сходная. Поэтому дислокации в обнажениях являются эталоном и ключом для правильного понимания крупных структур, интерпретируемых по материалам сейсморазведки. Используя общие закономерности строения и развития структур, с учетом строения малых дислокаций, можно объективно ограничить число конкурирующих моделей и выделить из них наиболее достоверную. В связи с этим в наших исследованиях этому вопросу уделено большое внимание, для чего были проведены дополнительные натурные наблюдения. Были выделены и описаны взбросы и надвиги различной морфологии: от относительно простых до «У-образных», чешуйчатых и веерообразных, сложных дуплексов и рамповых структур. Произведена документация сдвигов и интересных деталей их морфологии. Изучены также складчатые дислокации. На рис. 1 приведены примеры некоторых складчатых и разрывных дислокаций.

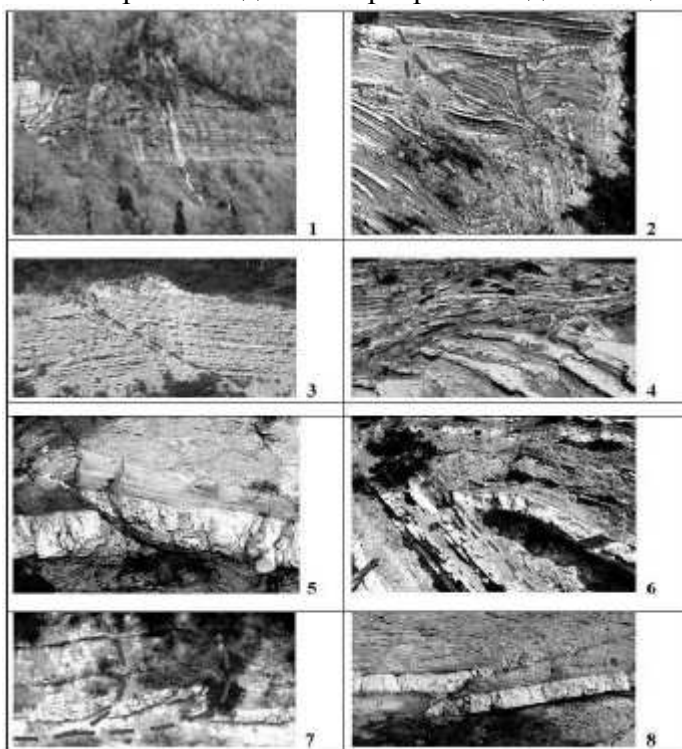


Рис. 1. Примеры складчато-надвиговых дислокаций. 1 – чешуйчатый надвиг; 2 – сложно построенная система дуплексов; 3 – простой надвиг; 4 – пологий надвиг; 5 – чешуйчатый надвиг и фронтальная антиклиналь; 6 – принадвиговая складка; 7 – складчато-надвиговые дислокации; 8 – пологий надвиг и фронтальная антиклиналь.

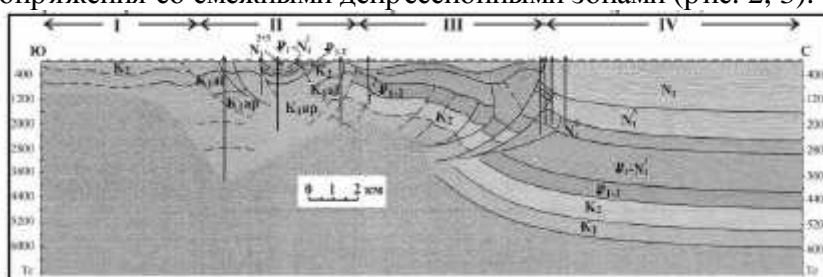
С целью изучения структурных особенностей исследуемой территории были проанализированы сейсмические материалы различных лет, начиная с 70-х годов, вплоть до полученных в последние годы, заслуживающие, естественно, наибольшего внимания. На их основе были построены окончательные сейсмогеологические разрезы с одинаковыми вертикальным и горизонтальным масштабами с применением методических приемов балансировки. При выделении складчатых и разрывных дислокаций, помимо волновой картины, зафиксированной на сейсмических разрезах, обязательно принималась во внимание поверхностная геологическая ситуация, а также данные структурно-картировочного и глубо-

кого бурения. Учитывались при этом и известные морфологические особенности дислокаций горизонтального сжатия, в том числе изученных нами в естественных обнажениях.

Проверка построенных разрезов выполнялась с применением компьютерных программ виртуальным восстановлением в первоначальное доскладчатое положение изображенных на разрезе дислоцированных толщ с соблюдением условий балансируемости, или простым физическим измерением длины геологических границ между закрепленными на разрезе реперами. При таком «распрямлении» разреза не должно появляться как разрывов пластов по латерали с образованием «дыр», так и избыточной длины отдельных частей разреза.

Составленные таким образом разрезы не противоречат ни поверхностной геологии, ни характеру волновой картины на сейсмических профилях, ни общей организации структуры Северо-Западного Кавказа, ни общетеоретической концепции строения горноскладчатых систем.

Сейсмогеологические построения достаточно наглядно освещают строение как отдельных дислокаций, так и структурные особенности крупных тектонических элементов и характер их сопряжения со смежными депрессионными зонами (рис. 2, 3).



На рис. 2 и 3 I – Новороссийско-Лазаревский синклиниорий, II – Псебепско-Гойтхский антиклинорий, III – Собербаш-Гунайский синклиниорий, IV – Западно-Кубанский краевой прогиб.

Рис. 2. Сейсмогеологический разрез по профилю 130520.

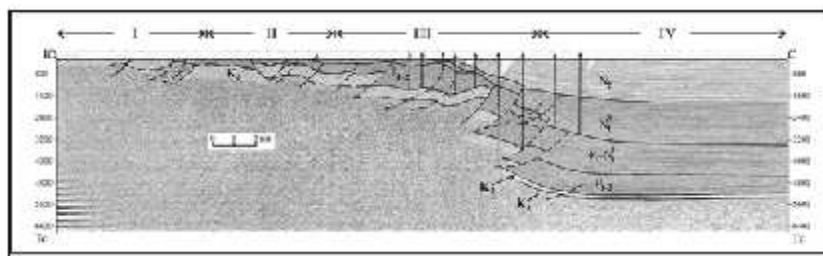


Рис. 3. Сейсмогеологический разрез по профилю 130521.

Как можно видеть на прилагаемых разрезах, определяющим типом дислокаций в рассматриваемом регионе являются складчато-надвиговые структуры. Надвиги имеют крутые поверхности сместителей в верхних стратиграфических горизонтах при быстром выглаживании их с глубиной. Головные части тектонических чешуй смяты в асимметричные антиклинали. Их своды с глубиной закономерно смещаются в плане в сторону падения надвигов.

Северной границей Собербаш-Гунайского синклинория служит региональный Ахтырский надвиг. Характер поведения отражающих горизонтов, приуроченных к низам палеогена, и меловым отложениям, позволяет говорить об их продолжении под фронт Ахтырского надвига при слабой их дислоцированности.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что главным типом ловушек в пределах складчатого пояса являются антиклинальные складки, приуроченные к фронту листрических надвигов. Поверхности последних в плане могут быть ровными или плавно изогнутыми, ломанными или волнистыми. Фронтальные части надвигов в одних случаях пологие, в других крутые (до вертикальных) и даже опрокинутые. Антиклинали асимметричны с более крутыми крыльями, прижатыми к надвигам. Углы наклона слоев на них ко-

леблются в широких пределах, достигая 80-90°, иногда они даже опрокидываются в сторону движения надвига.

Крайне важным является следующий установленный факт: складки, приуроченные к фронту надвига, по мере выполаживания последнего с глубиной закономерно смещаются вместе с ним в сторону падения плоскости сместителя. При этом они могут уменьшаться в амплитуде вплоть до полного расформирования. Смещение в плане сводов поднятий достигает сотен и более метров. Последний факт необходимо учитывать при постановке глубокого бурения. Основываясь только на структурном плане верхних стратиграфических горизонтов при целевых более глубоких объектах, можно не вскрыть их и вывести площадь из бурения как бесперспективную, что часто и происходит на практике. В тоже время, при недостаточности фактического материала о глубинном строении объекта наличие асимметричного крутого крыла складки может служить указанием на направление падения контролирующего её надвига и планового смещения свода по более древним отложениям.

Антиклинали обычно в той или иной мере нарушены второстепенными разрывами, которые могут усложнять строение залежей УВ. При этом фронтальные складки более раздроблены по сравнению с тыловыми, что может повлиять также на фазовый состав УВ в залежах.

Учитывая характер развития дислокаций бокового сжатия (преимущественно постседиментационный) [3], достаточно характерны для них стратиграфические ловушки, обусловленные эрозионным срезанием пластов-коллекторов в присводовых частях складок и во фронте надвигов[5].

Широким развитием в зонах складчато-надвиговых дислокаций пользуются тектонически экранированные ловушки, наиболее часто встречающиеся в опущенных крыльях. Надвиги в этом случае могут служить экранами, препятствуя латеральной миграции УВ и способствуя их аккумуляции.

Особый тип ловушек, которому в настоящее время практически не уделяется внимания, – это ловушки дислокационного эпигенеза. При значительном проявлении тангенциального стресса во фронтальной части крупных надвигов могут образовываться зоны приразломного смятия горных пород (мини складчатые системы), где залегание слоев достигает многих десятков градусов вплоть до вертикального[3]. В случае развития карбонатного типа разреза дислокационные процессы приводят к улучшению емкостно-фильтрационных свойств пород за счет трещинообразования и процессов выщелачивания. Такие зоны дробления могут способствовать формированию массивных залежей УВ, морфология резервуара которых будет определяться формой зоны дезинтеграции пород. Приурочены они могут быть как к фронтальной части надвигов, так и к сдвигам.

Несомненно, что широкое развитие в зонах складчато-надвиговых дислокаций имеют комбинированные ловушки, которые могут сочетать в себе элементы перечисленных выше ловушек.

Что касается поднадвиговых зон, то на сегодняшний день они практически не изучены. Исследование их геологического строения и нефтегазоносности – задача ближайшего будущего. Одним из первоочередных районов, который может представлять значительный интерес на Северо-Западном Кавказе – северная поднадвиговая часть Собербаш-Гунайского синклиория, где залегают регионально нефтегазоносные отложения кайнозоя и мезозоя Западно-Кубанского прогиба (см. рис. 2, 3). Ширина ее может достигать 6 - 10 и более км. По сути - это новый региональный нефтегазоперспективный объект, заслуживающий самого пристального внимания. Несомненно, что его внутренняя структура будет коренным образом отличаться от аллохтонной части. Для изучения геологического строения автохтона рекомендуется бурение параметрических скважин и проведение дополнительных геофизических работ.

В аллохтоне Собербаш-Гунайского синклиория скопления УВ могут быть как сингенетичными, так и эпигенетичными за счет вертикального перетока флюидов из аллохтона. Наличие вертикальной миграции УВ из поднадвиговой зоны подтверждается гидрохимическими, гидродинамическими аномалиями и поверхностными нефтегазопроявлениями в зонах разрывов, физическими свойствами нефти в скважинах, попавших в зону разрыв-

ных нарушений. Сохранности скоплений нефти и газа в аллохтонной части может способствовать присутствие плиоценовых отложений, выполняющих роль покрывки.

Дальнейшие исследования по изучению перспектив нефтегазоносности Северо-Западного Кавказа должны быть направлены на комплексную переинтерпретацию всего имеющегося геолого-геофизического материала, которую следует дополнить специальными полевыми структурными наблюдениями.

Детальные исследования целесообразно сконцентрировать на наиболее перспективных участках, в том числе в районах, где были получены крупные притоки воды и установлены признаки нефтегазоносности. Широко распространено мнение о необходимости поисков поднадвиговых структур на опущенных крыльях надвигов. Следует, однако, отметить, что формирование таких дислокаций разными авторами понимается по-разному. Нередко исследователи считают, что поднадвиговые складки представляют собой непосредственное продолжение единой антиклинальной структуры, разорванной надвигом. Это мнение основано на ошибочном признании первичности складок и вторичности надвигов. Как было показано выше, поднадвиговые дислокации принадлежат к нижележащей автохтонной структуре и, следовательно, представляют собой самостоятельные пликативные осложнения подстилающих отложений.

Таким образом, выполненный структурный анализ позволяет предложить наиболее достоверные и непротиворечивые модели ловушек нефти и газа, образовавшихся в складчато-орогенной области Северо-Западного Кавказа в обстановке мощного тангенциального сжатия. Раскрытие региональных закономерностей строения и эволюции исследуемой территории позволяет также наметить новые перспективные районы и объекты поисков скоплений нефти и газа, предложить рациональный комплекс геологоразведочных работ.

Методические подходы, примененные авторами для разработки моделей потенциальных ловушек углеводородов в пределах Северо-Западного Кавказа и установленные закономерности их строения и образования, могут быть использованы при аналогичных исследованиях и в других складчатых поясах.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 16-05-00013.

Литература

1. Дьяконов А.И., Б.С. Коротков. К вопросу о геологическом строении и нефтегазоносности южного склона Северо-Западного Кавказа // Нефтегазовая геология и геофизика. 1963. № 3. С.17 – 21.
2. Летавин А.И., Перерва В.М. Разрывная тектоника и перспективы нефтегазоносности краевой зоны Северо-Западного Кавказа. М.: Наука, 1987. 88 с.
3. Попков В.И. Складчато-надвиговые дислокации. М.: Научный мир, 2002. 148 с.
4. Попков В.И. Чешуйчато-надвиговое строение Северо-Западного Кавказа // Доклады Российской академии наук. 2006. Т. 411. № 2. С. 223-225.
5. Попков В. И., Попков И.В. Возможные типы ловушек УВ в складчато-орогенных зонах (на примере Северо-Западного Кавказа) // Геология, география и глобальная энергия. 2014. № 3 (58). С.9-18.
6. Попков И. В. Новые представления о строении и перспективах нефтегазоносности Северо-Западного Кавказа по данным сейсморазведки // Геология, география и глобальная энергия. 2012. № 4 (47). С.46 – 51.
7. Соборнов К.О. Складчато-надвиговые пояса: основа нового цикла наращивания ресурсной базы добычи нефти и газа в России // Геология нефти и газа. 2014. № 2. С.64-71.
8. Cooper M. Structural style and hydrocarbon prospectivity in fold and thrust belts: a global review // Ries A.C., Butler R.W. & Graham R.H. Deformation of the Continental Crust: The Legacy of Mike Coward. Geological Society, London, 2007, vol. 272, 447–472.
9. Popkov V. I. Collision tectonics of the north-western Caucasus // Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization. Book of abstracts the of World Forum – International Congress, September 19-21, Istanbul, Turkey – SWB. London, 2011. S.78-79.

10. *Roeder D.* Fold-thrust belts at Peak Oil. In Goffey G.P., Craig J., Needham T., Scott R. (eds) *Hydrocarbons in contractual belts*. Geological Society, London, 2010, vol. 348, 7–31.
11. *Xu Shilin, Lu Xiuxiang, Sun Zhonghua, Pi Xuejun, Liu Luofu, Li Qiming, Xie Huiwen.* Kela-2: a major gas field in the Tarim Basin of west China. *Petroleum Geoscience*, vol. 10, 2004, 95–106.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ СКВАЖИННЫХ
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ВБЛИЗИ ЧИРКЕЙСКОГО ГИДРОУЗЛА

Алиев М.М.¹, Таймазов Д.Г.^{2,3}, Магомед-Касумов М.Г.^{4,2}, Шаранудинов Т.И.^{4,2},
Султанахмедов М.С.^{4,2}, Таймазов М.Д.^{3,2}

¹Институт проблем геотермии ДНЦ РАН, ²Единая геофизическая служба РАН,
Дагестанский филиал, ³Институт геологии ДНЦ РАН,

⁴Отдел математики и информатики ДНЦ РАН

Обсуждаются предварительные результаты шестилетних геофизических наблюдений в скважине вблизи Чиркейского гидроузла в Дагестане. Выявлены суточная гармоника и ее гармонические обертоны в наблюдениях температуры на глубине 130 м, а также временные вариации их амплитуд. Предложено использовать эти вариации для оценки напряженно-деформированного состояния земной коры.

Discusses preliminary results of six years of geophysical observations in the well near the Chirkey hydroelectric complex in Dagestan. Revealed diurnal harmonic and its harmonic overtones in the observations of temperature at a depth of 130 m, as well as the temporal variations of their amplitudes. It is proposed to use these variations to estimate the stress-strain state of the earth's crust.

Ключевые слова: скважинные геофизические наблюдения, гармонический анализ, обертоны, вариации амплитуд гармоник, напряженно-деформированное состояние горных пород.

Keywords: Borehole geophysical observations, harmonic analysis, overtones, harmonic amplitude variation, the stress-strain state of the rocks.

Наблюдения за вариациями геофизических параметров в скважине в районе плотины Чиркейской ГЭС проводятся с декабря 2009 года (5 каналов электрического поля (фильтрационный потенциал) и 1 канал – температура). Глубина скважины 195 метров. Датчики электрического поля представляют собой свинцовые электроды, закрепленные на полиэтиленовой трубке, расположенные на глубине от 170 до 190 метров от поверхности земли, и терморезистор, установленный на глубине 130 метров. Расстояние между электродами 1-2, 2-3 и 3-4 соответственно 6, 2 и 6 метров (нумерация электродов идет снизу вверх). В течение каждого часа высокоточным цифровым мультиметром KEITHLY-2701, управляемым компьютером, регистрируются по 12 значений данных для каждого датчика с точностью ± 1 мкВ. Каждое значение является результатом усреднения 50 отсчетов, что практически исключает влияние случайных помех. Компенсация влияния соединительных проводов при измерении температуры осуществляется применением 4-х проводной схемы включения. Опрос датчиков осуществляется в различных комбинациях, что позволяет дифференцировать изменения сигнала по глубине скважины и осуществить перекрестный взаимоконтроль результатов. Температурный датчик (терморезистор) откалиброван с использованием платинового термометра сопротивления. Обработка данных и фильтрация от помех проводится в программе-надстройке к Microsoft Excel.

В основе этих наблюдений лежит идея о повышенной чувствительности к сейсмодеформационным процессам зон с повышенными градиентами влагонасыщенности (перколяционные зоны [1]), которая подтвердилась в ходе наших многолетних (с 1976 по 1989 гг.) геофизических исследований в районе Чиркейского водохранилища с существенными сезонными колебаниями уровня (их амплитуда составляет 40 м, что соответствует изменению веса воды в водохранилище в 1,5 млрд. тонн). При этом выяснилось, что прилегающий к водохранилищу массив сравнительно более чувствителен к тектоническим процессам, в том числе и предсейсмическим [2]. Мы объясняем это тем, что ввиду больших значений градиентов водонасыщенности пород предвестниковые деформации прибрежного массива приводят к большим изменениям интенсивности фильтрационных процессов, что проявляется в вариациях фильтрационного потенциала (естественное поле), кажущегося электросопротивления, а также компонентов магнитного и гравитационного полей. Важно, что при

этом открывается возможность по амплитудам аномалий геофизических полей прогнозировать также степень возможного воздействия на водохранилище ожидаемого землетрясения, что поможет в разработке защитных мероприятий.

Предварительный анализ наблюдений за период 2009-2016 гг. параметров электрического поля не выявил каких либо закономерностей, связанных с ритмическими геофизическими процессами, или корреляций с сейсмическим режимом. Что касается температуры, то на фоне линейного тренда на глубине 130 метров, составляющего за рассматриваемый период (более 6 лет) $+0,20\text{ }^{\circ}\text{C}$, визуально наблюдаются колебания с годовым периодом и амплитудой порядка $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Графики показаны на рис.1,2).

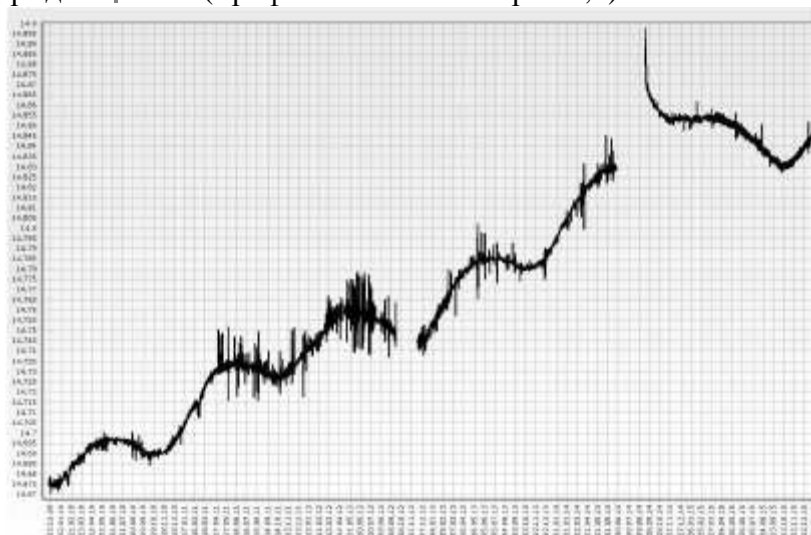


Рис.1. Временной ход температуры воды в скважине станции «Чиркей» на глубине 130 метров за период 18.12.2009 – 24.01.2016 г.

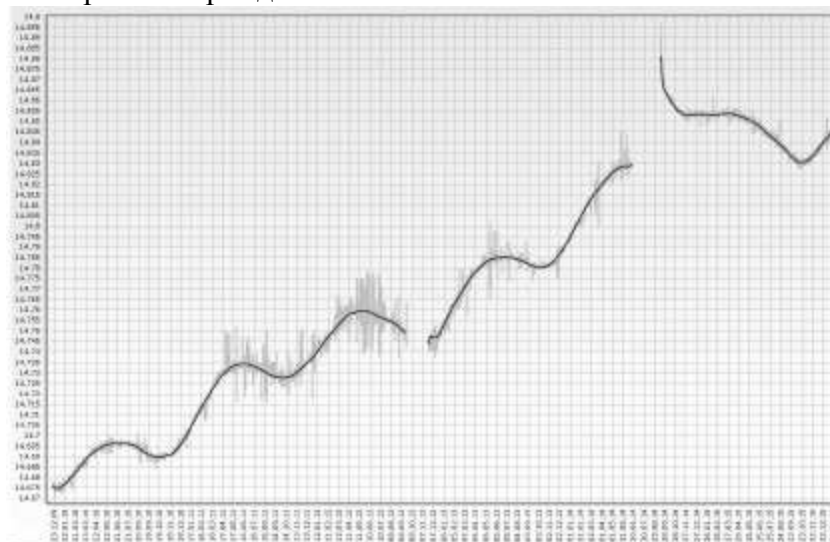


Рис.2. Временной ход температуры за период 18.12.2009 – 24.01.2016 г. с полиномиальным трендом 20-го порядка

Тренд, составляющий по нашим данным около $0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ в год, вероятнее всего, связан с глобальным потеплением, а годовые колебания, естественно, с сезонными изменениями температуры.

В этих данных имеется два больших пропуска длительностью 2 и 2.5 месяца, поэтому было решено обрабатывать каждый непрерывный кусок отдельно. В первую очередь во временном ряде был выделен полиномиальный тренд 20-го порядка. На рис.2 показан график временного хода температуры за период 18.12.2009 – 24.01.2016 г. с полиномиальным трендом 20-го порядка, а на рис.3 – после удаления тренда.

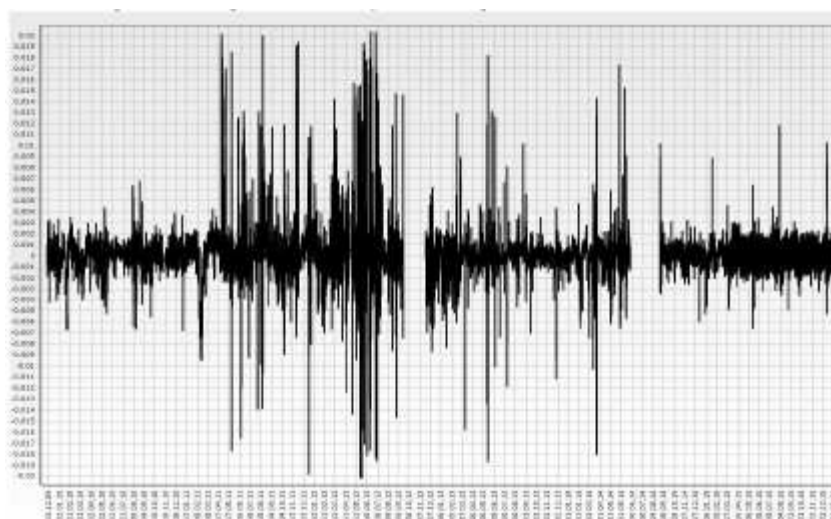


Рис.3. Временной ход температуры после удаления тренда

Для последующего гармонического анализа с использованием разработанной нами программы DSPLab [3] был выбран временной ряд температурных наблюдений за 2010-2015 гг. Программа позволяет производить спектральный и статистический анализ временных рядов и предназначена для исследования сложных динамических систем путем анализа пространственно-временных изменений передаточных функций между параметрами взаимосвязанных процессов. Обработка проводилась с помощью оконного преобразования Фурье с длиной окна 3 месяца (25920 отсчетов) и шагом в 1 сутки (288 отсчетов). Как показали наблюдения, почти в каждом окне явно выделялись гармоники 24, 12 и 8 часов (рис.4). Полная обработка всего ряда отчетливо показала наличие 24, 12, 8, 6, 4 -часовых гармоник с амплитудами от $2 \cdot 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}$ до $3 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$.

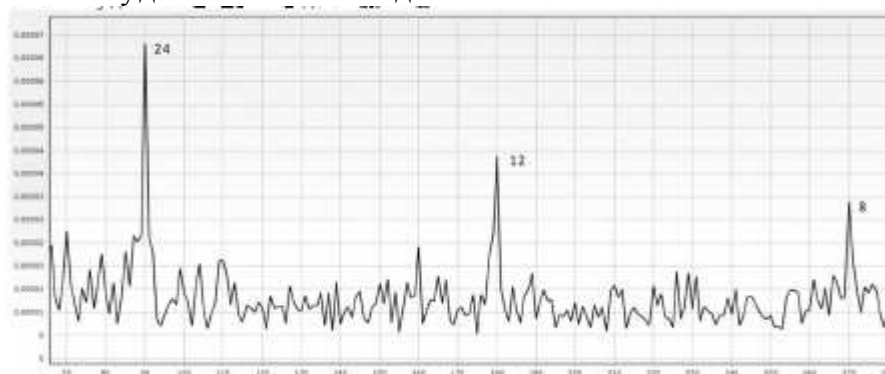


Рис.4. Фрагмент спектра одного из окон. Цифрами указаны периоды в часах

На рис.5 показан временной ход амплитуд 24, 12, 8 -часовых гармоник, на котором выделяются синхронные для всех трех гармоник аномалии с разными амплитудами. Наиболее явно выражена аномалия с амплитудой $3 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$ и продолжительностью примерно в полгода (февраль-август 2011 г.). Каких либо ощутимых сейсмических событий или техногенных воздействий, явно связанных с этой аномалией, пока не выявлено.

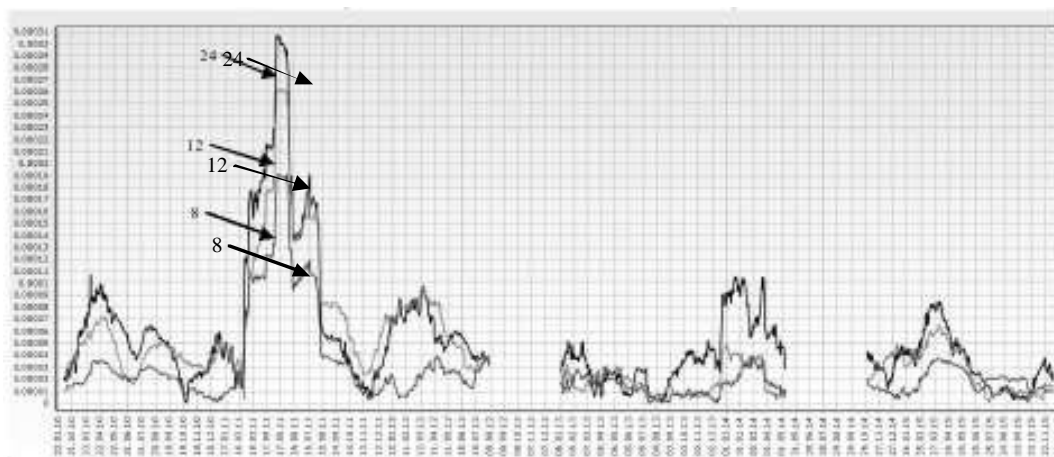


Рис.5. Временной ход амплитуд гармоник: черным цветом – 24-часовая, светло-серым – 12-часовая, темно-серым – 8-часовая

Наличие 24-часовой гармоник в температурных наблюдениях как на поверхности Земли, так и в неглубоких скважинах, вполне ожидаемо и обусловлено суточными колебаниями солнечной радиации. Но формирование ее гармонических обертонов с периодами 12, 8, 6, 4 часа в существенно неоднородной среде, каковой является приповерхностная часть земной коры, представляется нам маловероятной. Более приемлем вариант формирования обертонов в атмосфере и их «просачивание» на глубину за счет теплопроводности пород. Если это так, то временные вариации амплитуд гармоник, возможно, отражают изменения напряженно-деформированного состояния прилегающего массива горных пород, вследствие чего изменится и их теплопроводность. Другой причиной могут быть изменения влагонасыщенности горных пород. Для проверки этих предположений в дальнейшем планируется измерять температуру в скважине на разных глубинах и исследовать зависимость относительных амплитуд выявленных гармоник от глубины. Одновременно будет изучено и возможное влияние на результаты измерений самого ствола скважины и пути уменьшения этого влияния. В результате может быть разработан новый метод – метод термического зондирования массива горных пород.

Литература

1. Челидзе Т.Л. Методы теории протекания в механике геоматериалов. М., 1987. 136 с.
2. Таймазов Д.Г. Водохранилище как индикатор сеймотектонических деформаций // Тез. докл. междуна. научн. конф. к 275-летию РАН. Махачкала: Изд-во ДНЦ РАН, 1999. С. 350-351.
3. Таймазов Д.Г., Шарипудинов Т.И., Магомед-Касумов М.Г. Разработка и апробация новых алгоритмов и программ сводной обработки гидрогеодинамических и барометрических временных рядов // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН, 2013. № 62. С.320-324.

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ РЕЗОНАНСНЫЙ СЕЙСМОПРИЕМНИК

*Таймазов^{1,2} Д.Г., Таймазов² М.Д.**¹Дагестанский филиал ГС РАН, ²Институт геологии ДНЦ РАН*

Описывается предлагаемый нами вариант резонансного сейсмоприемника, в котором изменение резонансной частоты осуществляется путем контролируемого изменения инерционной массы колебательной системы.

Ключевые слова: высокочастотный сейсмический шум, сейсмоприемник, резонансная частота, инерционная масса, биморфный преобразователь.

It describes our proposed option seismic sensors, which change in the resonant frequency is controlled by changing the inertial mass of the vibrating system.

Keywords: high-frequency seismic noise, seismic sensor, the resonant frequency, the inertial mass, bimorph transducer.

В последнее время все большее внимание привлекает регистрация непрерывных фоновых микросейсмических шумов, в частности высокочастотных сейсмических шумов (ВСШ), которые, как показано в работах [1,2] несут в себе информацию о напряженно-деформированном состоянии среды. Эта информация может оказаться актуальной для прогноза возможных сильных землетрясений. Так, в работе [3] мы предложили использовать площадные наблюдения микросейсмической эмиссии для выявления закономерностей пространственного распределения напряжений в земной коре и оценки по ним параметров готовящихся землетрясений. Наши попытки реализовать этот подход на территории Дагестана с использованием широкополосных сейсмоприемников на базе датчиков СМ-3 не увенчались успехом ввиду недостаточной чувствительности и наложения значительных внешних помех в рабочей полосе частот (0,1-10 Гц). В то же время известные резонансные сейсмоприемники повышенной чувствительности [4] с упругими элементами в виде плоской металлической пластины (консоли), позволяющие надежно регистрировать ВСШ, имеют слишком узкую полосу пропускания частот (менее 1 Гц). В связи с этим представляется актуальным поиск возможностей построения широкополосного датчика сверхмалых колебаний с целью регистрации ВСШ в полосе частот 1-100 Гц.

Один из путей создания широкополосного резонансного сейсмоприемника предложен в [5] и основан на контролируемом изменении жесткости упругого элемента, выполненного в виде двух установленных под малым углом друг к другу металлических пластин с изгибными пьезокерамическими элементами и скрепленными между собой концами. Жесткость системы регулируется путем изменения угла между пластинами. Недостатком этого преобразователя является отсутствие возможности тонкой настройки резонансной частоты в исследуемой полосе частот и нелинейная зависимость амплитуды выходного сигнала пьезопреобразователя от амплитуды регистрируемых механических колебаний. Обусловлено это неравномерностью его изгиба вблизи основания упругой пластины за счет увеличения длины плеча изгибающей силы, создаваемой колеблющейся инерционной массой, по мере приближения к основанию пластин.

В другом варианте резонансного сейсмоприемника, предложенного в [6], резонансная частота регулируется за счет перемещения подвижной части инерционной массы вдоль упругого элемента, т.е. за счет изменения длины плеча изгибающей силы, создаваемой колеблющейся инерционной массой. Недостатком этого преобразователя является малая ширина исследуемой полосы частот и, как и в предыдущем случае, нелинейная зависимость амплитуды выходного сигнала пьезопреобразователя от амплитуды регистрируемых механических колебаний, обусловленная неравномерностью его изгиба вблизи основания упругой пластины.

В настоящей статье описывается предлагаемый нами вариант сейсмоприемника, в котором изменение резонансной частоты осуществляется путем контролируемого изменения инерционной массы колебательной системы. Он содержит корпус и упругий элемент в виде металлической пластины. Один конец пластины зажат в установленную в корпусе опору, а

на другом укреплен инерционная масса в виде катушки из прочного легкого материала, например углепластика, с намотанной на нее проволокой из тяжелого материала, например вольфрама. В корпусе установлена вторая катушка с возможностью перематывания проволоки между катушками. Вращение на катушки передается сервоприводами от двух установленных в корпусе реверсивных мотор-генераторов, соединенных в общую электрическую цепь с возможностью согласованного переключения их из режима двигателя в режим генератора и обратно. При этом, когда первый из них находится в режиме двигателя (режим перематывания проволоки со второй катушки на первую), второй находится в режиме генератора и, наоборот. Это предотвращает провисание проволоки при смене направления ее перематывания.

Перематывание проволоки между катушками приводит к изменению инерционной массы и, как следствие, эквивалентной массы упругой системы, что, в свою очередь, приводит к изменению резонансной частоты системы. Это обеспечивает возможность сканирования рабочей полосы частот. Принцип работы устройства сканирования основан на известном соотношении

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} (C_{\text{э}} M_{\text{э}})^{-1/2}, \quad (1)$$

где f_0 – собственная частота упругой системы, $C_{\text{э}}$ – эквивалентная гибкость упругой системы, $M_{\text{э}}$ – эквивалентная масса колебательной системы, приблизительно равная инерционной массе. Выбор материалов катушки и проволоки соответственно из легкого и тяжелого материалов обусловлен необходимостью расширения диапазона изменения инерционной массы и, тем самым, расширения сканируемой полосы частот. Например, при изменении инерционной массы в 100 раз резонансная частота изменяется в 10 раз. Таким образом, если первоначальная эквивалентная масса колебательной системы равна 5 г (пустая катушка из углепластика, укрепленная на упругой пластине), а максимальная масса перематываемой вольфрамовой проволоки – 500 г (по объему – 25 см³), то при соответствующем подборе величины эквивалентной гибкости упругой системы $C_{\text{э}}$ можно обеспечить возможность сканирования полосы частот от 10 до 100 Гц.

Вблизи опоры на упругой пластине расположен плоский чувствительный элемент в виде биморфного пьезоэлектрического преобразователя прямоугольной формы. Выходной сигнал от преобразователя подается как на регистратор, так и на вход устройства сканирования, обеспечивая возможность регулирования скорости сканирования. Так, при приближении собственной частоты колебательной системы к частотам, присутствующим в спектре исследуемого объекта (о чем можно судить по возрастанию амплитуды сигнала на выходе преобразователя), предусмотрено уменьшение скорости сканирования (для повышения точности определения амплитуд регистрируемых пиков и соответствующих им частот), а в промежутках между пиками предусмотрено увеличение скорости сканирования (для уменьшения общего времени сканирования).

Для обеспечения линейной зависимости выходного сигнала преобразователя от амплитуды механических колебаний пластины и повышения ее долговременной прочности в месте соединения с опорой, упругая пластина в месте крепления биморфа выполнена в форме равнобедренной трапеции, большее основание которой зажато в опору. Геометрические размеры пластины подобраны так, чтобы радиус кривизны пластины при изгибных колебаниях была одинакова по всей длине биморфного элемента. Для выполнения этого требования необходимо, чтобы при колебаниях инерционной массы изгибающий момент, приходящийся на единицу ширины пластины, была постоянна на всем участке расположения биморфного элемента.

Введем обозначения: a – расстояние от места крепления инерционной массы до меньшего основания трапеции a , b – высота трапеции, c – большее основание трапеции, F – изгибающая сила (см. рис.1, 2).

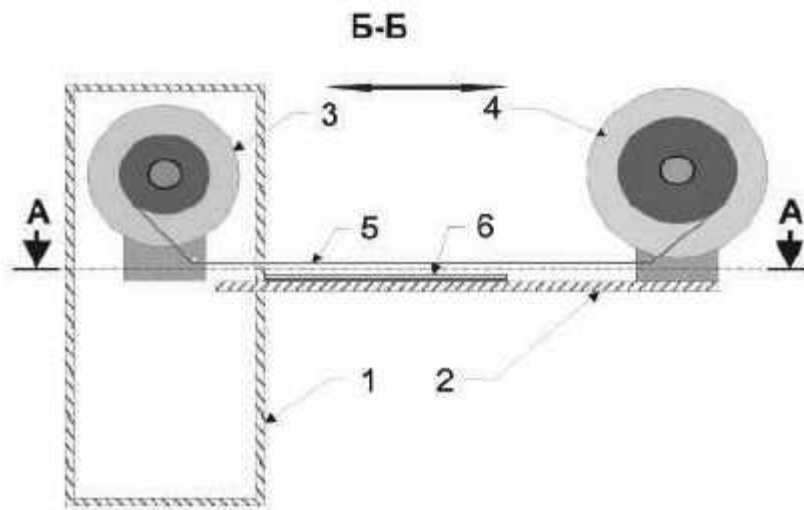


Рис.1. Вертикальный разрез сейсмоприемника по Б-Б

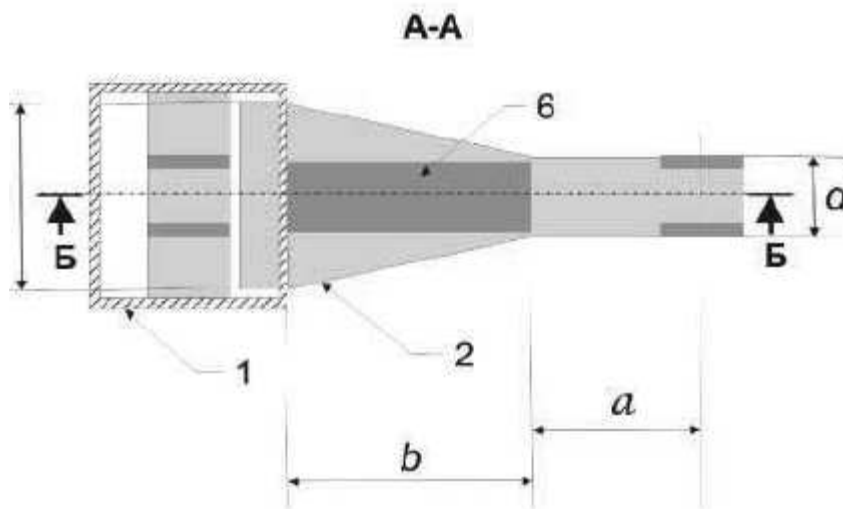


Рис.2. Горизонтальный разрез сейсмоприемника по А-А

На рис.1 представлен вертикальный разрез сейсмоприемника.

Тогда условие постоянства изгибающего момента приводит к соотношению

$$\frac{F_{из}}{a} = \frac{F(a+b)}{c}, \quad (2)$$

откуда $(a+b)d = ac$.

В опору корпуса 1 зажат упругий элемент в виде металлической пластины 2, на свободном конце которой установлена инерционная масса в виде катушки из углепластика 4 на которую намотана вольфрамовая проволока 5 с возможностью ее перематывания на вторую катушку 3, установленную в корпусе. Вблизи опоры на упругую пластину наклеен плоский биморфный пьезоэлектрический элемент прямоугольной формы 6. Упругая пластина в месте крепления биморфа выполнена в форме равнобедренной трапеции с геометрическими размерами, указанными на рис.2.

Разумеется, как и любая автоматизированная система наблюдений, станция регистрации сигналов ВСШ включает в себя, помимо описанного выше датчика, также не указанные на рис.1,2 компоненты: линию связи, блок аналоговой обработки сигнала, блок оцифровки и накопления данных, систему резервированного электропитания. Предусмотрена также привязка данных к шкале абсолютного времени с необходимой точностью.

Сейсмоприемник работает следующим образом. Колебания от исследуемого источника (земная кора или техногенный объект) передаются через корпус 1 на упругую пласти-

ну 2 с бимофным преобразователем 6. Выходной сигнал от преобразователя, пропорциональный амплитуде колебаний пластины, подается на регистратор (не показан) и на вход устройства (не показано), управляющего системой сканирования 3,4,5. Управление сканированием заключается в регулировании скорости сканирования в зависимости от величины выходного сигнала с преобразователя – при возрастании величины сигнала на выходе преобразователя, свидетельствующем о приближении собственной частоты колебательной системы к частотам, присутствующим в спектре исследуемого объекта, скорость сканирования уменьшается. Благодаря этому повышается точность определения амплитуд регистрируемых пиков и соответствующих им частот. В промежутках между пиками скорость сканирования увеличивается, уменьшая тем самым общее время сканирования.

Техническим результатом использования предлагаемого устройства является расширение полосы регистрируемых частот и точности их идентификации, обеспечение линейности зависимости амплитуд выходного сигнала преобразователя от амплитуд регистрируемых колебаний, повышение точности определения амплитуд.

Предлагаемый сейсмоприемник может быть использован как в сейсмологии для исследования закономерностей пространственно-временных изменений сверхслабого (с амплитудами порядка 10^{-9} - 10^{-12} м) фонового сейсмического шума естественного и техногенного происхождения в полосе частот от нескольких единиц до нескольких сотен Гц, а также для сейсмоакустического контроля узлов и деталей инженерных сооружений, машин и механизмов.

Литература

1. Рыкунов Л.Н., Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В. Открытия в СССР в 1983 г. М.: ВНИИПИ, 1984. С. 46.
2. Салтыков В.А., Сеницын В.И., Чебров В.Н. Вариации приливной компоненты высокочастотного сейсмического шума в результате изменений напряженного состояния среды // Вулканология и сейсмология. 1997. № 4. С.73-83.
3. Таймазов Д.Г. Способ прогнозирования землетрясений. Патент РФ №2325673 24.08.2006.
4. Хаврошкин О.Б. Некоторые проблемы нелинейной сейсмологии. М.: ОИФЗ РАН, 1999. 286 с.
5. Голицын В.Ю., Медведев А.Б., Чаплыгин А.А. Патент РФ № 2309435. Пьезометрический изгибный преобразователь с регулируемой резонансной частотой // БИ, 2007. № 30.
6. Хаврошкин О.Б., Башилов И.П. А.с. СССР № 1679440. Резонансный сейсмоприемник // БИ, 1991. № 35.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЙ НА КАЧЕСТВО ПИТЬЕВЫХ ВОД И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН)

Абдулмуталимова¹ Т.О., Курбанова¹ Л.М., Гусейнова¹ А.Ш.,
Рамазанов² О.М., Маммаев¹ Б.О.

¹Институт геологии ДНЦ РАН, ²Институт проблем геотермии ДНЦ РАН

В статье описываются особенности формирования мышьяковистой гидрогеохимической провинции на территории Республики Дагестан, даётся оценка канцерогенных рисков для населения, использующего воду из подземных источников для хозяйственно-бытовых нужд, в том числе для питья.

Ключевые слова: гидрогеохимическая провинция, мышьяк, оценка риска.

This article describes the features of the formation of arsenic hydrogeochemical province in the Republic of Dagestan, assesses cancer risks for the population using water from underground sources for domestic use, including drinking.

Keywords: hydrogeochemical province, arsenic, risk assessment.

Введение

Под гидрогеохимической провинцией понимают территорию, объединяющую комплекс водоносных горизонтов артезианских бассейнов или гидрогеологических массивов, подземные воды которых имеют повышенные (по отношению к ПДК) концентрации нормируемых химических элементов и веществ. Для таких гидрогеохимических провинций характерны:

- высокий уровень фоновых концентраций нормируемых химических элементов, приближающийся по своим значениям к ПДК или превышающий его;
- высокая частота встречаемости (>50%) в подземных водах их концентраций, превышающих ПДК.

В результате изучения качества подземных вод Республики Дагестан и исходя из общих геохимических предпосылок, было выявлено, что в северной части республики в результате природных процессов формируется региональная гидрогеохимическая провинция подземных вод с повышенным содержанием нормируемых химических элементов [1,2]. Провинция приурочена к Терско-Кумскому артезианскому бассейну.

Нами была выделена гидрогеохимическая провинция, характеризующаяся содержанием мышьяка с концентрациями выше допустимых нормативов.

Природные мышьяковистые гидрогеохимические аномалии обнаруживаются по всему миру. К таким районам относятся также территории таких стран, как Аргентина, Непал, Камбоджа, Гана, север Чили, Китай, Мексика, Румыния, Тайвань, Венгрия, западная часть Индии, Вьетнам, а также северо-западная часть США [3]. Концентрация общего мышьяка в питьевой воде варьирует в разных районах мира. На сегодняшний день самой крупной геохимической аномалией с подтвержденными высокими концентрациями мышьяка в питьевой воде является территория Бангладеш, где максимальное содержание мышьяка достигает 2500 мг/л.

Анализ материалов многих зарубежных исследователей показывает, что в природных условиях важнейшими факторами, определяющими вероятность формирования мышьяковистых подземных вод, являются:

- наличие горных пород, отличающихся относительно повышенными концентрациями мышьяка;
- высокая выщелачивающая способность водовмещающих пород;
- разнообразие форм закрепления мышьяка в породах и присутствие в них определенных, нередко значительных его количеств в форме легкорастворимых соединений;
- миграционные особенности мышьяка, а также способность его относительно легко переходить из водовмещающих пород в воду в широком спектре геохимических условий;

- благоприятные гидрогеологические и гидрохимические условия, определяемые высокой скоростью водообмена и химическими типами воды;
- интенсивная эксплуатация подземных вод для целей хозяйственно-бытового водоснабжения, что обуславливает активное взаимодействие различных водоносных горизонтов, усиливает скорость водообмена и интенсивность физико-химического взаимодействия в системе «вода - порода».

Последний из перечисленных факторов занимает особое место в мышьяковистом загрязнении рассматриваемого региона. Сложившийся фонтанно-гидродинамический режим эксплуатации на предельном уровне, в результате которого увеличивается водоотбор скважинами и, соответственно, происходит падение пьезометрических уровней и инфильтрация из выше- и нижезалегающих водоносных горизонтов соленых вод в продуктивные горизонты, активно способствуют росту концентрации мышьяка [1].

Источниками высоких концентраций мышьяка в окружающей среде могут являться как природные, так и антропогенные факторы.

Учитывая, что природные особенности подземных питьевых вод практически не могут быть изменены и на безальтернативной основе в течение многих лет обеспечивают население питьевой водой, оценка хронического воздействия на население такого канцерогена, как мышьяк, крайне актуальна и в условиях ограниченного выбора водоисточников требует особого внимания и осмысления.

Актуальность исследований гидрогеохимической провинции на территории Северного Дагестана обусловлена также использованием подземных вод населением для хозяйственно-бытовых нужд, в том числе для питья.

Качество питьевой воды служит основой эпидемической безопасности и здоровья населения и является показателем высокого санитарного благополучия и жизненного уровня населения. В развитых странах качеству питьевой воды государство и органы здравоохранения уделяют особое внимание.

В соответствии с гигиеническими требованиями питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть.

В настоящее время содержание мышьяка в питьевой воде достигает концентраций в десятки раз превышающих значение лимитирующего показателя по нормативам [4].

В связи с отсутствием других водоисточников большая часть населения Северного Дагестана (Тарумовский, Кизлярский, Бабаюртовский, Ногайский, части Хасавюртовского и Кизилюртовского районов) вынуждена использовать, в том числе для питья и приготовления пищи, воду из подземных водоисточников, подвергаясь тем самым хронической интоксикации мышьяком.

Материалы и методы. В 53 населенных пунктах, расположенных на территории мышьяковистой геохимической аномалии артезианского бассейна, были отобраны образцы питьевой воды из всех источников водоснабжения населения. Отбор образцов артезианской воды для установления количества и качества определяемых параметров проводился в течении года и в соответствии с требованиями ГОСТ. Пробы отбирались из источников непосредственного водопотребления в районах исследований. Для количественного определения мышьяка в анализируемых пробах использовался метод атомно-абсорбционной спектроскопии с ртутно-гидридным генератором, который позволяет надежно определять концентрации мышьяка до 0,001 мкг в пробе в пересчете на элемент [5].

Канцерогенная опасность мышьяка рассчитана на основе индивидуального (R) и популяционного (Rp) канцерогенных рисков с учетом его среднесуточного поступления [6]. При расчете среднесуточной дозы (D_d) мышьяка в течение жизни, использовались рекомендуемые стандартные значения факторов экспозиции (за исключением, количества среднесуточного потребления воды населением, которое было получено в результате проведенного ранее анкетирования). Расчет индивидуальных канцерогенных рисков проводили согласно формуле: $R = D_d \times SF$, где $SF = 1,5 \text{ (мг/(кг} \times \text{день))}^{-1}$. Популяционные канцерогенные риски рассчитывались как: $R_p = R \times N/70$, где N - численность населения.

Результаты.

Анализ образцов питьевой воды позволил выявить диапазон определяемых концентраций мышьяка: 0,01 - 0,5 мг/л, в 97% пробах воды превышен гигиенический норматив 0,01 мг/л.

В зависимости от уровней загрязнения питьевой воды мышьяком территория районов исследований была разделена на 5 зон: зона с самыми низкими концентрациями мышьяка на данной территории в диапазоне 0,01 – 0,04 мг/л и 4 зоны с концентрациями от 0,05 мг/л и выше (0,05 – 0,09 мг/л; 0,1 – 0,19 мг/л; 0,2 – 0,3 мг/л; 0,4 – 0,5 мг/л) (Рис.1). Превышение ПДК в 20 и более раз выявлено в 12 населенных пунктах с общей численностью населения – 15,8 тыс. человек, что составляет 3% от общей численности населения исследованных населенных пунктов (на 01.01.2014г. – 309,7 тыс. человек). Более половины жителей (53,9%) исследованной территории используют воду с превышением нормативных величин мышьяка в воде до 5 раз, 5,5 % жителей – до 10 раз и почти 126 тыс. жителей (40,6%) используют воду с превышением ПДК в 10 и более раз.



Рис.1. Пространственное распределение содержания мышьяка в питьевых водах Северного Дагестана.

Полученные результаты позволяют выявить сплошное мышьяковистое загрязнение питьевых вод Северного Дагестана. Средняя концентрация содержания мышьяка в питьевых водах составила 0,15 мг/л, что в 15 раз превышает гигиенический норматив содержания мышьяка в питьевой воде.

Самые высокие концентрации мышьяка зафиксированы в Кумторкалинском районе, где среднее содержание мышьяка составило 0,28 мг/л. Самые низкие – в Хасавюртовском районе, где средняя концентрация мышьяка не превышает 0,03 мг/л (Рис.2).

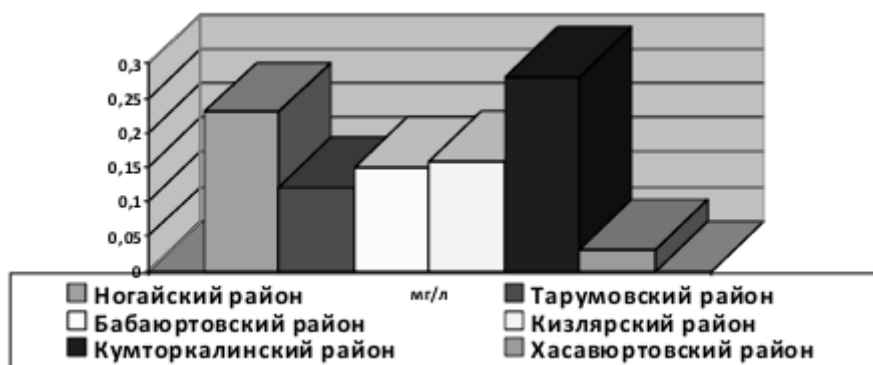


Рис.2. Сравнительная характеристика районов по содержанию мышьяка в питьевых водах.

Максимальная концентрация - 0,5 мг/л зарегистрирована в с.Тушиловка (Кизлярский район) и минимальная – 0,01 мг/л в с.Бамматюрт (Хасавюртовский район).

Выявленные нами высокие концентрации мышьяка в питьевых водах послужили основанием для оценки влияния особенностей природной гидрогеохимической провинции Северного Дагестана на здоровье населения.

Согласно Международному Агентству Изучения Рака (МАИР), мышьяк представляет большую опасность здоровью населения, так как избыток его занимает значительное место в формировании экологозависимой патологии и потому отнесен к первой, наиболее опасной, группе канцерогенов [7].

Нами была проведена оценка канцерогенных рисков для экспонированного населения. Количественная оценка канцерогенного риска основана на оценке дополнительного числа случаев рака на всем протяжении жизни, возникшего вследствие воздействия канцерогенного фактора. Для оценки вероятности развития рака у экспонируемого индивидуума при воздействии потенциального канцерогена (мышьяка) в течение всей жизни (средняя продолжительность жизни принимается равной 70 годам) нами были рассчитаны индивидуальные канцерогенные риски с последующим расчетом популяционных канцерогенных рисков с целью выявления ожидаемой частоты эффектов (случаев рака) среди всей подвергающейся воздействию исследуемой популяции.

Оценка индивидуальных канцерогенных рисков от воздействия мышьяка в установленных концентрациях в пределах 0,01 – 0,5 мг/л при пероральном поступлении (2 л) на протяжении всей жизни (70 лет) позволила установить, что при минимальной концентрации мышьяка - 0,01 мг/л: среднесуточная доза в течение жизни (LADD) составит = 0.0003 мг/(кг×сут), индивидуальный канцерогенный риск (R_{min}) = 4,3E-4.

При средней концентрации мышьяка (0,14 мг/л) среднесуточное поступление мышьяка составит (LADD) 0.004 мг/(кг×сут), а индивидуальный пожизненный канцерогенный риск (R) - 6,0E-3; при максимальном уровне содержания мышьяка 0,5 мг/л, поступление возрастет до 0.014 мг/(кг×сут), а максимально экспонированный индивидуальный риск R_{max} увеличится в 3 раза до 2,1E-2.

Определение величин популяционных канцерогенных рисков для экспонированного населения по указанным зонам и для популяции исследованных населенных пунктов Северного Дагестана в целом, отражающих дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, проводилось для 1 года (табл.2).

Таблица 2

Популяционные канцерогенные риски для экспонированного населения

Зона	Концентрация As, мг/л			Численность экспонируемой популяции, тыс.чел.	Популяционные канцерогенные риски, в год		
	min	max	сред.		Rp min	Rp max	Rp, среднее значение
1	0,01	0,04	0,025	167134	1,02E+00	4,09E+00	2,56E+00
2	0,05	0,09	0,07	16985	5,20E-01	9,36E-01	7,28E-01

3	0,1	0,19	0,14	108147	6,62E+00	1,26E+01	9,27E+00
4	0,2	0,3	0,25	9023	1,10E+00	1,66E+00	1,38E+00
5	0,4	0,5	0,4	8444	2,07E+00	2,58E+00	2,07E+00
Итого	0,01	0,5	0,19	309733	1,90E+00	9,48E+01	3,60E+01

Канцерогенные риски для популяции, численностью 8,4 тыс. человек, проживающей на территории с максимально зарегистрированной концентрацией мышьяка в питьевой воде (0,4 – 0,5 мг/л), составляют в среднем 2 дополнительных случая заболеваемости в год; в популяции, численностью 167,1 тыс. человек, на территории проживания которой содержание мышьяка отмечено в минимальных количествах (0,01-0,04 мг/л), средний популяционный канцерогенный риск составит 2,6 дополнительных ежегодных случаев заболеваемости.

В экспонируемой популяции исследованных районов с общей численностью 309,7 тыс. человек при пероральном поступлении мышьяка популяционный канцерогенный риск (R_p) в течение 1 года составит от 2 дополнительных случаев (к фоновому уровню заболеваемости) при концентрации мышьяка 0,01 мг/л и до 95 дополнительных случаев при максимальной концентрации 0,5 мг/л. Общий популяционный канцерогенный риск для населения исследуемых районов при средней концентрации мышьяка (0,19 мг/л) в питьевой воде составит 36 дополнительных случаев заболеваемости в год.

Таким образом, высокие концентрации мышьяка в питьевых водах артезианского бассейна обуславливают высокие риски развития заболеваний неинфекционной природы, что, в свою очередь, определяет эти воды как непригодные для хозяйственно-питьевого использования населением. В связи с этим, дальнейшее использование этих вод для питьевого водоснабжения требует системного изучения с целью мониторинга воздействия на здоровье человека и окружающую среду и разработки эффективных методов очистки вод от мышьяка перед использованием их в хозяйственно-бытовых целях.

Литература

1. Курбанов М.К. Гидрогеоэкологическая программа «Родник. – Ресурсы подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна и пути их рационального использования, предотвращения процессов загрязнения и истощения» на 2003-2008 гг // Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Кавказа. Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып 49. – Махачкала, 2003
2. Курбанова Л.М., Самедов Ш.Г., Газалиев И.М., Абдулмуталимова Т.О. Мышьяк в подземных водах Северо-Дагестанского артезианского бассейна // Геохимия. – 2013. - № 3. - С.262-264.
3. Nordstrom D.K.; Public health. Worldwide occurrences of arsenic in ground water; Science; 2002; 296, (5576): 2143 - 2145.
4. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, постановление Минздрава России от 30 апреля 2003г., №78
5. Шабанова З.Э., Каймаразов А.Г., Абдулмуталимова Т.О. Методические аспекты определения мышьяка в подземных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии // Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов. Материалы III Школы молодых ученых им.Э.Э.Шпильрайна. – 2010. С. 76-79.
6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 - 04).
7. IARC: A Review of Human Carcinogen: Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts vol. 100C. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2012.

МОЩНОСТЬ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ УРОЧИЩА ЩЮЛЛУ

Ахмедов А. М., Алхулаев К. Г., Бабаев М. Р., Газалиев И. М.

Институт геологии ДНЦ РАН

В рамках работ по изучению радиоактивности горных пород нами был совершен выезд в Кулинский район Республики Дагестан, объектом исследований стали торфяники в окрестностях с. Кули (урочище Щюллу).

Наиболее значимым и вместе с тем наиболее достоверно и оперативно определяемым показателем радиационного качества среды обитания человека является мощность экспозиционной дозы, обусловленная суммарным содержанием гамма-излучающих естественных и искусственных радионуклидов в верхних слоях литосферы. Важно и то, что мощность экспозиционной дозы является относительно постоянным (воспроизводимым) параметром. Ее всплески могут вызвать стелюющие туманы и выпадения осадков. Некоторое влияние на гамма-фон местности оказывают космическое излучение и снежный покров, приводящий к экранированию излучения почвенно-растительных радионуклидов.

Природный гамма-фон на поверхности Земли в различных районах варьирует в диапазоне от 5 до 1000 мкР/ч [1]. На основе эмпирических данных по уровню гамма-активности выделяются [2] следующие наиболее часто встречающиеся группы геологических объектов: слаборadioактивные (5-10 мкР/ч); нормально-radioактивные (11-20 мкР/ч); высокорadioактивные (21-100 мкР/ч и выше). Известно, что почвы наследуют радиогеохимические особенности почвообразующих пород, и уровень их гамма-излучения обычно не превышает мощности дозы, создаваемой материнскими породами.

Территория работ расположена в высокогорной части Дагестана в Кулинском районе. Рельеф местности характеризуется развитием протяженных плато, самое большое из них гора Шунудаг, расположенное на высоте около 3000 м над уровнем моря. Отмеченные плато обычно покрыты альпийской растительностью и слабо эродированы. Коренные породы в районе представлены чередующимися песчано-глинистыми отложениями средней юры, разрушение которых дает всю гамму рыхлых четвертичных отложений района. Среднеюрские отложения в Дагестане представлены всеми своими ярусами: ааленским, байосским, батским и келловейским. Они широко распространены в горных районах Дагестана, где полностью обнажаются и образуют мощные толщи (от 6-7 до 4 км) терригенных пород [3].

Одно из отработанных залежей торфа приурочено к Щюллинскому плато. Щюллинское месторождение торфа расположено в 5 км северо-западнее с. Кули на высоте порядка 2500 м над уровнем моря (рис. 1).



Рис. 1. Фотография исследуемого участка.

Данное месторождение разрабатывалось около 15 лет до полного истощения и обеспечивало топливом порядка 1500 хозяйств. До недавнего времени многие жители с. Кули бессистемно отработывали вручную небольшие проявления торфа, на данный момент месторождение полностью отработано.

Первые целенаправленные поисковые работы на торф для бытового топлива проводились в 60-е годы Дагестанской комплексной геологической экспедицией в горной части Дагестана, в результате чего были открыты залежи торфа в Хунзахском, Акушинском и

Кулинском районе. Работами в Кулинском районе определено высокое качество сырья Щюллинского месторождения. Здесь были подсчитаны запасы в количестве до 100 тыс.

После подсчета запасов Щюллинское месторождение торфа (рис. 2) было рекомендовано для разработки техническими средствами. Это месторождение торфа наиболее чистое, не загрязненное окружающими минеральными примесями, тут к небольшим наклонным ложбинам и болотам приурочены залежи торфа. Чистота залежей здесь объясняется тем, что окружающая местность покрыта сплошным покровом альпийской растительности и связанной с этим постоянством свежего воздуха.



Рис. 2. Верховой торф, точка 3(слаборазложившийся).

Измерения проводились с помощью сцинтилляционного геологоразведочного прибора СРП–88, на поверхности и при незначительном углублении до 50см. Замеры были проведены в более чем двадцати точках с тройным повторением. Для района исследований определены координаты GPS. Исследуемый участок имеет протяженность около 300м с запада на восток, и около 250 м с севера на юг, на юго-западном крыле участка берет начало небольшой ручей. Съемка данных по всему урочищу показала значения, в среднем не превышающие 14 мкР/ч. При углублении на 40-50 см значения увеличивались незначительно до 16 мкР/ч.



Рис. 3. Границы исследуемого участка.

Таблица

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
мкР/ч	15,3	15,7	15,3	15,4	15,2	15,3	15	15,5	6,5	6	6	12,1	11,8

Цифрами на рисунке 3 и в таблице обозначены контрольные точки, длина шага между ними порядка 30-40м. Значения радиоактивности в точках 1-7 меняются незначительно от 15,7 до 15 мкР/ч. Такие же значения выявлены для точки 8, севернее местность заболочена и значения падают в точках 9-11 до 6-6,5 мкР/ч. В точках 12, 13, что соответствует 20м и 50м по течению ручья, значения 12,1 и 11,8 мкР/ч. Продвижение севернее точки 11 было затруднено, ввиду сильной заболоченности. Полученные данные в целом не выходят за пределы фоновых значений радиоактивности в Дагестане. Характерно, что чем больше в породе органического вещества, тем выше значения радиоактивности [4]. В комплексе с данными измерениями был произведен замер радиоактивности грунтов за пределами участка. Значения также не превышают 15 мкР/ч.

Литература

1. Гусев Н. Г. О предельно допустимых уровнях ионизирующих излучений // Москва: Медгиз, 1961.
2. Титаева Н. А. Ядерная геохимия // Москва: изд-во МГУ, 1992.
3. Акаев Б. А., Атаев З. В., Гаджиев Б. С. Физическая география Дагестана: Учебное пособие // Москва, 1996. С. 37.
4. Айтеков М.-П. Б., Бабаев М. Р., Газалиев И. М., Идрисов И. А. Исследования содержания естественных радиоактивных элементов в горных породах Дагестана // Труды Института геологии ДНЦ РАН. Махачкала, 2011. С. 204-207

МАНТИЙНЫЕ КОМПОНЕНТЫ В ПРИРОДНЫХ ГАЗАХ ДАГЕСТАНА

Газалиев И.М.

Институт геологии ДНЦ РАН

На основании данных по изотопии гелия показано, что природные газы Дагестана содержат в большинстве своем гелий со сравнительно низкими значениями ${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = (3-7) \cdot 10^{-8}$, характерными для радиогенного корового гелия. На этом фоне выделяются участки с высокими отношениями ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$, свидетельствующие о наличии в составе газопроявлений мантийного гелия. Примесь мантийных компонентов в газопроявлениях Дагестана связывается с дегазацией молодых интрузивных тел, развитых в геологическом разрезе некоторых участков территории.

Ключевые слова: природные газы, изотопный состав гелия, изотопный состав углерода CO_2 , мантийные компоненты.

Для природных газов в настоящее время единственным надежным критерием присутствия в их составе мантийных компонентов является отношение изотопов гелия ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$. Это отношение в мантии составляет $\sim 10^{-5}$ и примерно в 1000 раз выше, чем в радиогенном гелии, образующемся в земной коре [1]. Высокое отношение изотопов гелия отмечается в зонах современной вулканической деятельности и рифтогенеза. Повышенные значения ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$, а соответственно и измеримые количества мантийного гелия обнаруживаются в газах тектонически активных геосинклинальных областей, в частности, Северного Кавказа [2, 3].

Представлялось интересным использовать изотопно-гелиевый критерий для выявления связи с мантией природных газов складчатых районов Дагестана. Эти районы, включающие в себя структурные элементы северного склона Большого Кавказа (Горный Дагестан) и Терско-Каспийского передового прогиба (Предгорный Дагестан), характеризуются рядом особенностей, свойственных зонам интенсивных проявлений современной складчатости: повышенной сейсмической активностью, неравномерным тепловым полем, высокими температурными градиентами, широким развитием тектонических нарушений, обуславливающих многочисленные выходы термальных вод со спонтанными проявлениями газов пестрого химического состава.

Первые сведения о наличии примеси мантийного гелия в природных газах Дагестана получены Газалиевым И.М. [4] при обследовании газопроявлений складчатых районов Дагестана. В дальнейшем эти исследования были продолжены с отбором более представительного материала совместной экспедицией ГИН РАН и ИГ ДНЦ РАН [3, 5].

На изотопные определения отобраны пробы свободно выделяющегося газа из естественных источников и скважин. При выборе объектов исследований учитывались их температура, газовый состав и приуроченность к тектоническим нарушениям, т.е. те параметры, которые могли бы указать на вероятную глубинную природу флюидов.

Подземные воды района исследований характеризуются широким спектром компонентов газовой составляющей (табл. 1). Наряду с имеющимися преимущественно распространенными газами метанового, азотно-метанового, метаново-азотного проанализированы углекислые, углекисло-метановые и азотные газы. Изученные газопроявления содержат повышенные, а в некоторых случаях (Хзанорский и Джанинский источники) весьма высокие количества гелия.

Как показывают данные изотопных определений (табл. 1), газовые струи Дагестана содержат в большинстве своем гелий со сравнительно низкими значениями ${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = (3-7) \cdot 10^{-8}$, характерными для радиогенного корового гелия. На этом фоне выделяется несколько участков с аномальным распределением изотопов гелия.

Самое высокое отношение ${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = (35-159) \cdot 10^{-8}$ обнаружено в газах углекислых источников верховьев реки Андийское Косу (Инхокваринский, Сагадинский) и Итум-Кале в Чеченской Республике, что, несомненно, указывает на присутствие мантийного гелия. На это указывает также и изотопный состав углерода CO_2 Инхокваринского источника, $\delta^{13}\text{C} = -10,8\text{‰}$ [6], укладывающееся в диапазон значений $\delta^{13}\text{C}$ углекислоты природных газов из тектонически активных регионов мира.

Таблица 1

Химический состав и отношение $^3\text{He}/^4\text{He}$ в природных газах Восточного Кавказа

№№ проб	Место отбора	Интервал отбора, возраст вмещающих отложений	Химический состав газов (% об.)					$^3\text{He}/^4\text{He} \times 10^{-8}$	Ссылка
			He	N ₂	CO ₂	CH ₄	ΣТУ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТЕРСКО-КАСПИЙСКИЙ ПРОГИБ									
1	Зурамакент, источник	N ₁	0,006	90,7	6,0	3,2		3,5	
2	Махачкала, скв.220	3513-3664, K ₂	0,002	0,3	1,9	86,2	14,0	5,0	[1]
3	Махачкала, скв.	3550, K ₂						4,5	[3]
4	Уйташ, источник	Q	0,17	42,3	4,0	53,4	0,062	3,4	[3]
5	Заузенбаш, скв.3	797-977, K ₂	0,003	2,8	2,1	95,06	0,06	48	[3]
6	Талги, скв.1-бис	218-310, P _{g1+2}						16,8	[3]
7	Эльдама, скв.4	1500-1900, J ₂	0,105	7,4	2,8	89,5	0,117	34,6	[3]
8	Избербаш, скв.46	1600, N ² c	0,005	18,1	3,7	77,2	1,0	4,8	
9	Алхаджикент, источник	Q	0,004	97,3	1,8	1,3		7,0	
10	Каякент, источник	N ² kg	0,12	92,9	5,8	0,3	0,006	7,0	
11	Канал оз.Аджи, источник	N ² kg	0,003	1,0	32,0	66,6	0,4	4,1	
12	Берикей, грифон скв.20	2405-2473, K ₁ -J ₂	0,0034	2,4	93,0	3,9	0,13	7,0	
13	То же							16	[3]
14	То же, источник							7,2	[3]
МЕГАНТИКЛИНОРИИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА									
15	Рычал-Су, источник	J ₂	0,227	13,2	22,6	63,9	0,01	4,0	
16	То же	J ₂	0,0246	32,8	9,1	58,2		3,7	[3]
17	Гильяр, источник	K ₁	0,19	11,7	5,0	81,5	0,018	5,3	
18	То же							5,3	[3]
19	Ахты, источник в газ. балке	J ₂	0,34	13,6	8,9	77,1		2,9	[3]
20	Джани, источник	J ₂	0,638	25,3	4,0	70,1	0,028	14,0	
21	То же	J ₂						2,3	[3]
22	Хнов, источник	J ₂						3,1	[3]
23	Хнов (Кизыл-Дере), скв.221	420-730, J ₂	0,086	9,9	1,4	88,4	0,004	5,5	
24	То же, скв.315	J ₂						3,5	[3]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	Бурдеки, источник	J ₂		3,2	2,9	93,8		5,4	[3]
26	Инхоквари, источник	J ₁	0,001	11,5	87,9	0,2	0,001	35	
27	То же	J ₁		46,2	52,9	0,89		88	[3]
28	Сагада, источник	J ₁						159	[3]
29	Итум-Кале, источник	J ₁		9,55	88,3	следы		148	[3]

Указанные источники расположены в выделяемом Андийско-Аргунском районе углекислых вод, являющимся восточным окончанием разгрузки углекислых вод Большого Кавказа [7]. Их формирование связывается [4, 8] с погребенными на значительных глубинах неинтрузивными очагами, газы которых по тектоническим разломам проникают в вышележащие водоносные горизонты. Описываемые источники носят название «Цумадинских нарзанов» и применяются местным населением как питьевые минеральные воды. По аналогии с рекламой воды Боржоми (вода из магматических глубин Грузии) можно считать, что эти воды из магматических глубин Дагестана.

Несколько иное происхождение имеют углекислые воды, локализованные в ядре Восточной антиклинальной зоны Предгорного Дагестана (Берикей). Отношение изотопов аргона $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ для Берикейского газопроявления достигает очень высокого значения 12500 [9], указывающего на жесткие термальные условия газообразования. Одновременно отношение $^3\text{He}/^4\text{He} = 7 \cdot 10^{-8}$ свидетельствует о радиогенной, коровой природе гелия. Если учесть, что изотопный состав углерода CO₂ определяется величиной $\delta^{13}\text{C} = +0,2\text{‰}$ [6], практически совпадающего со средним значением $\delta^{13}\text{C}$ для морских карбонатов, то можно сделать вывод о термометаморфическом происхождении углекислоты Берикейских вод. Образование двуокси углерода связано с высокотемпературными процессами гидролиза

карбонатов и поступление в верхние горизонты по зонам разломов глубокого заложения, осложняющих строение Восточной антиклинальной зоны.

Еще один очаг разгрузки мантийного гелия устанавливается в газопроявлениях, приуроченных к поднятиям Талги, Эльдама и Заузенбаш Дагестанского клина. Примесь мантийного гелия определяется величинами отношения ${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = (16,8-48) \cdot 10^{-8}$ и связывается с наличием в глубоких частях геологического разреза неинтрузии, подпитывающей мантийными компонентами водоносные горизонты верхних отложений.

На присутствие в данном районе интрузивного тела указывал в своих работах Васильев А.К. [10, 11], который по геоморфологическим признакам выделял в разрезе этой территории структуры центрального типа. Для подтверждения этих выводов необходимо провести специализированные геофизические работы по изучению глубинного строения территории Дагестана.

Литература

1. Мамырин Б.А., Толстихин И.Н. Изотопы гелия в природе. М.: Энергоиздат, 1981. 221 с.
2. Матвеева Э.С., Толстихин И.Н., Якуцени В.П. Изотопно-гелиевый критерий происхождения газов и выявления зон неотектогенеза (на примере Кавказа) // Геохимия. 1978. № 3. С. 307-317.
3. Поляк Б.Г., Каменский И.Л., Прасолов Э.М. и др. Изотопы гелия в газах Северного Кавказа: следы разгрузки тепломассопотока из мантии // Геохимия. 1988. № 4. С.383-397.
4. Газалиев И.М., Прасолов Э.М. О мантийной составляющей газовых струй Дагестана // ДАН. 1988. Т.298. № 5. С.1218-12-21.
5. Лаврушин В.Ю. Подземные флюиды Большого Кавказа и его обрамления. М: ГЕОС, 20123. 348 с.
6. Газалиев И.М. Изотопно-геохимическая зональность природных газов складчатых районов Дагестана // Известия ВУЗов. Геол. и разведка. 1987. № 10. С. 1218-1221.
7. Курбанов М.К., Газалиев И.М. Изотопно-геохимические критерии выделения Андийско-Аргунского района углекислых вод // Тез. докл XV симпоз. по геохимии изотопов. Москва. 1998. С.57.
8. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья // М: Наука. 2001. 260 с.
9. Войтов Г.И., Газалиев И.М., Шахпазов И.М. Отношения ${}^{40}\text{Ar}/{}^{36}\text{Ar}$ в газовых струях Южного Дагестана и Дагестанского клина // ДАН. 1984. Т.276. № 2. С.464-468.
10. Васильев А.К. О тектонике Дагестанского клина // Труды ИГ ДНЦ РАН. Вып. 44.1991. С. 171-178.
11. Васильев А.К. О роли структур центрального типа в формировании Махачкала-Димитровского поднятия // Труды ИГ ДНЦ РАН. Вып. 47.2001. С. 46-47.

ВАРИАЦИИ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОЛЛЕКТОРОВ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО КАСПИЯ

*Гасанов А.Б., Кязимов Р.Р., Мамедова Д.Н., Муталлимова О.М.
Институт Геологии и Геофизики НАНА*

Падение пластового давления и снижение фильтрационно-емкостных свойств (ФЭС) коллекторов обычно связывается с проявлениями необратимой деформации в месторождениях, находящихся в поздней стадии разработки. В то же время, в глубоко залегающих месторождениях подобные явления показывают себя уже на начальных стадиях эксплуатации. Так, выявлено, что для всех известных нефтегазоносных структур Южно-Каспийского Бассейна (ЮКБ) существует определенная гидродинамическая связь глубоких водоносных горизонтов. Однако при этом эксплуатационные характеристики некоторых месторождений в период разработки показывают, что создание высокой депрессии довольно существенно отражается на ФЭС коллекторов. В целях предотвращения этого явления и компенсации падения пластового давления, используется законтурное нагнетание воды. При этом установлено, что наиболее эффективно процесс нагнетания происходит при давлении 20 Мра с коэффициентом прироста добычи нефти порядка $\varepsilon=0,152$, а при давлении менее 6 Мра пласты со слабой проницаемостью абсолютно не принимают воду.

Ключевые слова: :пластовое давление, фильтрационно-емкостные свойства коллекторов, нефтегазоносные структуры, деформации в коллекторах, падение пластового давления.

Из практики нефтедобычи известно, что падение пластового давления приводит к снижению фильтрационно-емкостных свойств (ФЭС) коллекторов (пористость, проницаемость и т.д.). Это обычно связывается с проявлениями необратимой деформации в коллекторах на месторождениях, находящихся в поздней стадии разработки. В то же время, на глубоко залегающих месторождениях подобные явления показывают себя уже на начальных стадиях эксплуатации. Хотя, при этом, на величину необратимой деформации коллекторов влияет не только глубина залегания пласта, но и величина падения пластового давления, литологический тип пород и длительность воздействия нагрузок на продуктивные пласты.

Так, например, из результатов экспериментальных исследований зависимости изменения фильтрационно-емкостных свойств коллекторов при падении пластового давления на месторождениях Западной Сибири [2] следует, что при исходном значении проницаемости в пластовых условиях $0,3 \text{ мкм}^2$, ее значение через 2 - 3 мес. эксплуатации составляет $0,1 \text{ мкм}^2$ (падение давления равно 6 - 7 МПа), однако при начальной проницаемости $0,01 \text{ мкм}^2$, ее конечное значение уменьшается всего на 10-12 %. Это говорит о том, что, в целом, депрессия пластов (падение пластового давления) вызывает необратимые уменьшения пористости и проницаемости, хотя для высоко проницаемых коллекторов наблюдается более существенное снижение проницаемости.

Данная статья непосредственно связана с указанным явлением и посвящена изучению влияния пластового давления на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов глубоко залегающих нефтегазовых месторождений в акватории Южного Каспия (рис.1).

Одно из таких месторождений – месторождение Умид приурочено к поднятию вытянутому в Северо-Западном-Юго-Восточном направлении в виде брахиантиклинальной складки размером 15 x 5 km и высотой 800-1000 m. В Юго-Восточной периклинали структура осложнена одноименным грязевым вулканом, а в купольной части поднятия сейсморазведкой выделена разломная зона размером 4,5 x 1,5 км, включающая региональный разлом №1 с амплитудой 100-450 м. Этот разлом делит структуру на два блока: Юго-Восточное и Северо-Западное крыло. В свою очередь, Северо-Западное крыло поперечным разломом делится на два блока (№1 и №2), а Юго-Восточное крыло рассматривается как блок №3. Данные о результатах опробования скважин по месторождению Умид представлены в таблице

1, из которой следует, что в апшеронской фации с севера на юг растет мелкозернистость (улучшается отсортированность) и содержание глинистой фракции. В то же время локальные исследования по площади месторождения показали, что в широтном направлении, с востока на запад, литология ухудшается.



Рис. 1. Схема распределения месторождений нефти и газа



Рис. 2. Эксплуатационные показатели по месторождению Умид (скв. №10)

Из приведенных данных также следует, что на месторождении опробованы несколько скважин (№ 4; 6; 8 и 10). В частности, опробование показало отсутствие притока из-за низких коллекторских свойств в скважине №10, расположенной близко к своду структуры на ее восточной переклинали. Контур V пласта в скважине, т.е. газо-водяной контакт находится на глубине 6700 м, пористость составляет 16%, а проницаемость 22 Мд. Эксплуатационные показатели, то есть буферное давление, дебит газа и конденсата и их динамика с начала вступления в эксплуатацию представлена на рис. 2 и в таблице 1.

Согласно рис. 2, с самого начала вступления в эксплуатацию, т.е. с 21.09.12 г. выделяются периоды, характеризующиеся различными дебитами продукции. При этом использовались различные штуцера, начиная с 12 мм, а в последующем 11 мм, более 10 мм, 9 мм и, наконец, 8 мм. Аналогично размерам штуцеров уменьшался и объем отбираемого газа, резко снижаясь от 890 тыс.м³/с (1 период) до 500 тыс.м³/с (5 период), т.е. за время почти 7 мес. эксплуатации дебит скважины № 10 почти в два раза снизился. Столь резкое снижение дебита газа за короткий срок эксплуатации можно объяснить тем, что пласт, характеризующийся относительно низкими коллекторскими свойствами был подвергнут большим депрессиям (особенно в начале 1-ого периода). Это привело к снижению проницаемости пла-

ста (в основном в призабойной зоне) в результате необратимой деформации коллектора и уменьшения ФЕС. В то же время, при эксплуатации скважины с дебитом 500 тыс.м³/с (V период), дебит скважин стабилизировался. Это свидетельствует о том, что создание высокой депрессии или значительного падения пластового давления в целом довольно существенно отражается на фильтрационно-емкостных свойствах коллектора. При оптимальной же депрессии пластового давления (10 Мпа) и при диаметре штуцера 8 мм дебит скважин стабилизировался с производительностью 500 тыс. м³/с. Этот вывод имеет важное практическое значение, а именно, для залежей, залегающих на больших глубинах с самого начала эксплуатации нельзя устанавливать высокую депрессию.

Аналогичные исследования на месторождении Гюнашли показали, что для всех известных нефтегазоносных структур ЮКБ существует определенная гидродинамическая связь глубинных водоносных горизонтов. В пользу данного утверждения свидетельствует графическая зависимость пластового давления от глубины (рис. 3), аппроксимируемая линейной корреляционной функцией с коэффициентом корреляции 0.90. При этом, в целом для ПТ, отмечается повышение градиента пластового давления в направлении от Апшеронского нефтегазоносного района, к центру ЮКБ, Бакинскому архипелагу и Нижнекуринской депрессии.

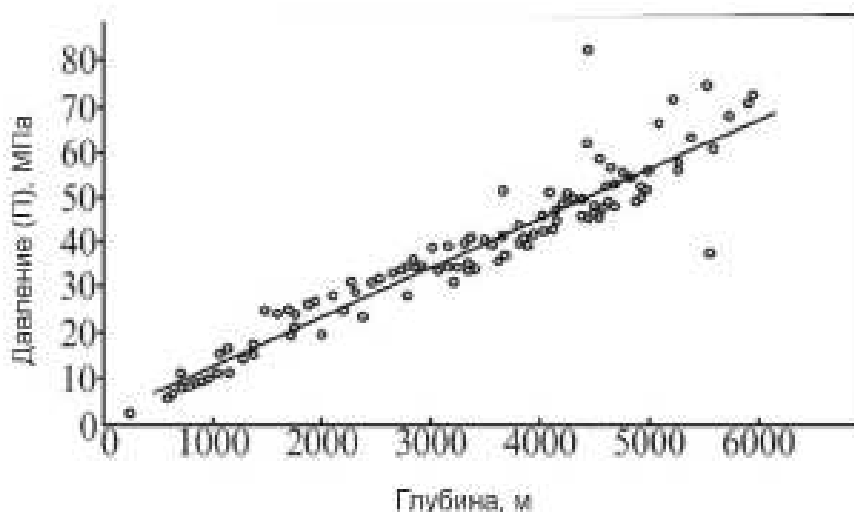


Рис. 3. Зависимость пластового давления от глубины на месторождениях ЮКБ [1]

Как известно, основным объектом разработки месторождения Гюнашли является «Свита Перерыва», отличающаяся существенным запасом углеводородов и хорошими фильтрационно-емкостными свойствами коллекторов. Объект введен в эксплуатацию в 1980 г. и здесь сосредоточены 79,3% от общего балансового запаса месторождения и 84,4% - от извлекаемых запасов.

Мощность «Свиты Перерыва» варьирует в интервале 120 – 150 м и литологически представлена ритмическим чередованием песков, алевроитов и глин. Продуктивные коллектора «Свиты Перерыва» преимущественно сосредоточены в верхней и нижней частях разреза, и разобщены толщей глин мощностью 10 – 20 м.

Структура месторождения Гюнашли осложнена продольными и поперечными разломами с амплитудами не превышающими мощности продуктивных пластов, что затрудняет прослеживание этих разломов. В геологическом строении месторождения участвуют осадки Плиоцена и Четвертичного возраста. Размеры сводовой части поднятия по подошве Плиоцена составляют 1,4x7,7 км, причем углы залегания пачек верхнего Плиоцена на Северо-Западном крыле составляют 12-13°, а на Юго-Восточном крыле - 15-16°. Характер распределения пластового давления в «Свите Перерыва» аналогичен таковому для ПТ.

Согласно результатам многочисленных исследований, одной из определяющих особенностей песчано-алеврито-глинистых коллекторов, залегающих юго- и юго-восточнее Апшеронского полуострова и Гобустана, является закономерное уменьшение с глубиной песчаной и увеличение глинистой фракции. В частности, как следует из обзора схемы рас-

пределения пористости в пределах изучаемого участка (Рис. 4), здесь наблюдается устойчивое уменьшение пористости коллекторов с севера на юг с 25–24% (Бузовна-Маштага), до 21–20% (Карачухур-Зых) и, далее, в пределах Южно-Апшеронской акваториальной зоны, до 17% (Бахар), а в пределах северной части Бакинского архипелага – до 13% (Булла-море, Хара-Зыря).



Рис. 4. Тренд значений пористости в песчаных коллекторах ПТ (поверхность третьей степени) [1]

Эти данные хорошо согласуются с трендом изменения проницаемости коллекторов (Рис. 5). Так, проницаемость песчаных пород ПТ на месторождениях Апшеронской, Южно-Апшеронской акваториальной зоны и северной части Бакинского архипелага с северо-запада (Бинагады), на юго-запад (Бахар) и на юг (Булла-море) закономерно уменьшается с $438 \cdot 10^{-15} m^2$ до $66 \cdot 10^{-15} m^2$. Соответственно, фильтрационные свойства коллекторов Апшеронского архипелага также уменьшаются с $290 \cdot 10^{-15} m^2$ на северо-западе (Хали), до $(110 - 70) \cdot 10^{-15} m^2$ на юго-востоке (Нефтяные Камни, Гюнашли).

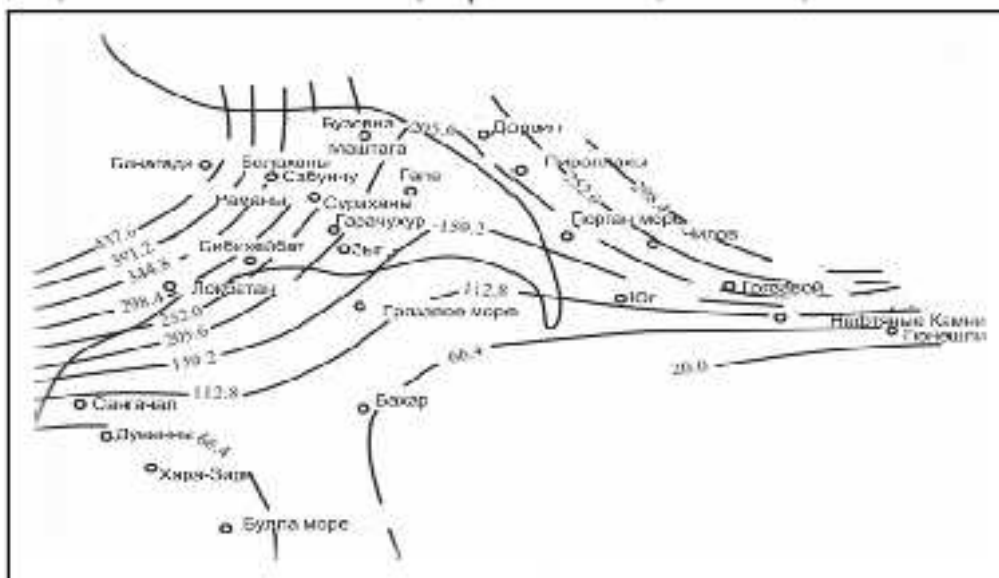


Рис. 5. Тренд значений проницаемости в песчаных коллекторах ПТ (поверхность третьей степени) [1]

Осуществленные, на основе данных ГИС и керновых исследований, аналитические оценквариации фильтрационно-емкостных свойств продуктивных коллекторов позволили вывести нижеследующие детальные расчетные зависимости [1]:

а). уравнение регрессии для медианных значений диаметров частичек скелетной части коллекторов (коэффициент корреляции 68 %)

$$k_{Me} = -0,13 + 0,03x + 0,03y - 0,0009x^2 - 0,003xy - 0,001y^2 - 0,000009x^3 + 0,00006x^2y + 0,00008xy^2 - 0,0000006y^3$$

б). уравнение регрессии для значений пористости коллекторов (коэффициент корреляции 73 %)

$$K_m = 13,1 - 1,2x + 1,1y + 0,1x^2 - 0,02xy - 0,04y^2 - 0,00007x^3 - 0,004x^2y + 0,002xy^2 + 0,0007y^3$$

в). уравнение регрессии для значений проницаемости коллекторов (коэффициент корреляции 83 %)

$$K_{кеч} = -272,8 + 24,1x + 81,5y + 2,1x^2 - 10,2xy - 1,1y^2 - 0,1x^3 + 0,2x^2y + 0,2xy^2 - 0,002y^3$$

Опыт разработки на другом месторождении ЮКБ - Сангачалы море-Хана-Зыря показал, что запасы углеводородов здесь сосредоточены преимущественно в V (Vв, Vс и Vн), VII и VIII горизонтах ПТ. Начало эксплуатации месторождения связывается с испытанием первой скважины в 1963 г., а в 1967 г. здесь была развернута промышленная разработка. Учитывая, что основным нефтесодержащим горизонтом месторождения Сангачалы море-Хана-Зыря является VII горизонт, то последующие данные по эксплуатации связаны именно с этим горизонтом. Рассмотрение этих данных (Таблица II) показывает, что начиная с 1992 г. заметно некоторое снижение объема добычи, что связывается с прекращением нагнетания воды в VII горизонт. В то же время, темпы снижения начальных давлений в блоках VII горизонта отличаются. Так, например, за время эксплуатации начальное пластовое давление (44.8 МПа) упало в среднем на 62%, что составляет 75% от общего давления насыщения. Соотношение объемов извлекаемой и нагнетаемой жидкости в данном горизонте варьирует в интервале от 31.9% (VI блок) до 98.6% (XII блок). В качестве принятых мер для снижения темпов падения пластового давления и для компенсации объемов извлекаемой жидкости, использовался перевод эксплуатационных скважин в нагнетательные. Так, в частности, с 1974 г. по I блоку посредством нескольких мало дебитных скважин (160, 212, 235, 490 и 376) расположенных в средней части водонефтяного и газонефтяного контура было осуществлено нагнетание воды в пласт. Эти меры дали относительный эффект и темпы падения пластового давления снизились и стабилизировались на уровне 26.5-24.8 МПа. В последующем, в соответствии с характером процесса нагнетания, последовательно начинается обводнение первого ряда приконтурных эксплуатационных скважин, которые переводятся в разряд нагнетательных, и т.д. В случае неравномерного продвижения водонефтяного контура, применяются методы регулирования разработки (приостановка некоторых нагнетательных скважин, предотвращение фильтрации воды путем закачки цементного раствора в обводненные скважины, введение в закачиваемую воду поверхностно-активных реагентов и др.). В целом, из опыта разработки данной площади следует, что основной объем нагнетаемой воды фильтруется в нижнюю часть VII горизонта и частично, в среднюю и верхнюю. Причем наиболее эффективно процесс нагнетания происходит при давлении 20 МПа, а при давлении менее 6 МПа пласты со слабой проницаемостью абсолютно не принимают воду. Отметим, что за весь период законтурного нагнетания воды (с 1971 по 1990 гг.) посредством закаченной в пласт 72 млн м³ воды было добыто около 11 млн т нефти. Таким образом средний прирост добычи нефти на 1 м³ воды составил:

$$\varepsilon = 11 \cdot 10^6 / 72 \approx 0.152 \text{ т/м}^3$$

Иначе говоря, если на продуктивный пласт воздействовать нагнетанием воды, то за коэффициент прироста добычи нефти может приниматься величина $\varepsilon = 0,152$.

Таким образом, резюмируя все вышеизложенное, можно утверждать, что в залежах, залегающих на больших глубинах ЮКБ, (Умид, Гюнашли и др.) особенно с низкими коллекторскими свойствами, в начальный период эксплуатации необходимо применять оптимальное значение депрессии. Это обеспечить минимальную необратимую деформацию уг-

леводородо-содержащих коллекторов и будет способствовать повышению эффективности нефте-газо-добычи.

Литература

1. *Иманов А.А.* Методология изучения свойств осадочных пород и параметров пласта с позиции концепции равных напряжений. Баку: Нафта-Пресс, 2008, 84 с.
2. *Кашиников Ю.А., Ашихмин С.Г. и др.* Экспериментальные исследования влияния пластового давления на фильтрационно-емкостные характеристики терригенных коллекторов месторождений севера Пермского края. «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений» 1/2007.-№1.-с.41-50.

ПРИРОДА ФОРМИРОВАНИЯ ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫХ ОСАДОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОЛОДЫХ
КАЙНОЗОЙСКИХ ПРОГИБОВ
(НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО БОРТА ЗАПАДНО-КУБАНСКОГО ПРОГИБА)

*Григорьев М.А., Григорьев. А. М.
Кубанский Государственный Университет*

В работе рассмотрены факторы формирования пластовой энергии в чокракских отложениях северного борта Западно-Кубанского прогиба. Показано, что величина пластового давления контролируется несколькими факторами, из которых геостатическая нагрузка является геологическим трендом регионального уровня. Разброс величин приведенных напоров является следствием особенностей распределения современных геотектонических напряжений.

Ключевые слова: гидрохимическая инверсия, флюидодинамика, АВПД, геостатическая нагрузка.

The paper discusses the factors of formation reservoir energy in Chokrak deposits of the North flank of the West Kuban trough. It is shown that the magnitude of pore pressure is controlled by several factors, of which the geostatic load is the geological trend at the regional level. The ranges of values given pressures is a consequence of peculiarities of the distribution of modern tectonic stresses.

Key words... hydrochemical inversion, fluid dynamics, abnormal high pressure, geostatic load

В настоящее время теоретические представления о природе и источниках формирования пластовой энергии базируются на моделях инфильтрационного и элизионного (экспеляционного, эксфильтрационного) режимов флюидообмена. Согласно первому из них величина пластового давления контролируется перепадом высот между областью питания (т.е. зоной выхода на дневную поверхность) и точкой вскрытия флюидонасыщенного горизонта. В соответствии с этим величина пластового давления в осадочно-породном комплексе закономерно снижается от области питания к области разгрузки. При элизионном режиме, в условиях отсутствия выходов отложений на дневную поверхность, пластовое давление является производной от величины геостатической нагрузки, вследствие чего максимальные значения рассматриваемого параметра фиксируются в наиболее погруженных (осевых) частях депрессий и снижаются к их бортам. Предполагается, что фильтрационный поток направлен в сторону снижения давлений, т.е. от области питания к зоне разгрузки (инфильтрационная модель) и из осевых зон к бортам депрессии (элизионная модель).

Актуальность изучения проблемы формирования пластовой энергии нефтегазовых комплексов диктуется тем, что от ее решения зависит понимание геологических механизмов формирования залежей нефти и газа и, в конечном итоге, создание эффективной методики их выявления.

Миоценовые отложения западной части северного борта Западно-Кубанского прогиба (ЗКП) с начала 80-х годов являются одним из основных направлений поисково-разведочных работ в Краснодарском крае. К настоящему времени здесь выявлено более двадцати месторождений нефти и газа, накоплен значительный объем первичной геологической информации по замерам пластовых давлений, температур, химическому составу пластовых вод. Это дает возможность на представительной фактологической основе проанализировать вклад различных факторов в формирование конкретных величин пластового давления, гидрохимической обстановки, а также ранжировать их по степени значимости. Гидрохимическая обстановка понтического и меотического осадочных комплексов характеризуется развитием хлориднокальциевого (по В.А. Сулину) типа пластовых вод с минерализацией 50-70 г/л. Водообильность коллекторов изменяется от 20 до 200 - 300 м³/сут. Гидрохимическая обстановка чокракских отложений западной части северного борта ЗКП имеет ряд особенностей, из которых следует отметить, что пластовые воды рассматривае-

мого комплекса имеют ровный гидрокарбонатнонатриевый химический состав со средней минерализацией около 15 - 20 г/л. Иными словами, вниз по разрезу от меотиса к чокраку происходит резкое снижение минерализации, сопровождающееся региональной сменой типа пластовых вод.

Наиболее вероятной причиной гидрохимической инверсии, обеспечивающей опреснение и однородность химического состава пластовых вод чокрака, по нашему мнению, является преимущественно глинистый характер разреза этого яруса при явно подчиненном развитии песчаных разностей. Поэтому химический состав пластовых вод чокракских отложений, по существу, является отражением химизма вод, насыщающих глинистую часть разреза. Механизмом, обеспечивающим отжатие больших объемов воды, по видимому, является высокая геостатическая нагрузка толщи вышележащих отложений, поскольку в рассматриваемом регионе чокракский ярус залегает на значительных (2600 – 3000 м и более) глубинах.

Помимо гидрохимической инверсии, в чокракских отложениях северного борта ЗКП регионально развиты аномально высокие пластовые давления (АВПД) с коэффициентами аномальности ($K_{ан}$) до 2,08. При этом необходимо подчеркнуть, что применение коэффициента аномальности для количественного сравнения давлений, зачастую приводит к серьезным ошибкам [1], вследствие чего данный показатель допустимо привлекать для качественной флюидодинамической характеристики коллекторов, поскольку он отражает степень отклонения реальных флюидодинамических условий от идеальной модели артезианского бассейна.

Сопоставление гипсометрических отметок выходов чокракских отложений на дневную поверхность на северном склоне Кавказа в пределах гипотетической области питания в междуречье рек Белой и Уруп (около 400 м над уровнем моря) и приведенных к уровню моря напоров в чокракских отложениях северного борта ЗКП показывает, что последние составляют 3000 м и более, то есть почти на порядок превышают отметки выходов. Это позволяет гарантированно исключить влияние области питания на формирование флюидодинамической обстановки в чокракских отложениях рассматриваемого региона.

Следует заметить, что АВПД одинаковой интенсивности в равной степени присущи и продуктивным и водоносным объектам.

Кроме того, в прикладном аспекте региональное развитие АВПД предъявляет повышенные требования к количественному локальному прогнозу сверхвысоких давлений по разрезу вскрываемых отложений, а также к принятию решений по выбору конструкций скважин на стадиях проектирования поискового и разведочного бурения [2].

Само повсеместное развитие АВПД в чокракских отложениях северного борта ЗКП, по нашему мнению, объясняется преимущественно глинистым характером рассматриваемой части осадочного чехла при резко подчиненном развитии песчаных разностей. Устойчивые нисходящие тектонические движения в майкоп-антропогенное время обеспечивают прогрессирующее увеличение геостатической нагрузки. В сочетании с изолированностью чокракских резервуаров (то есть отсутствием разгрузки) это приводит к повсеместному развитию сверхгидростатических давлений в изучаемом районе. Последнее, в свою очередь, позволяет считать геостатическое давление важным фактором, контролирующим величину пластовых давлений в чокракских отложениях северного борта ЗКП на региональном уровне.

Ранее [3,4] нами был построен график изменения пластовых давлений с глубиной для чокракских отложений северного борта ЗКП (рис.1), из которого видно, что на фоне качественной тенденции увеличения пластовых давлений с глубиной фиксируются многочисленные случаи разброса их величин на 50 кгс/см^2 при близких глубинах (облако точек в нижней правой части графика).

Для количественной оценки роли геостатической нагрузки в формировании конкретных значений пластовых давлений на локальном уровне были построены графики сопоставления величин приведенных к уровню моря напоров и мощностей вышележащих отложений по скважинам Песчаной, Прибрежной и Восточно-Прибрежной площадей (рис. 2).

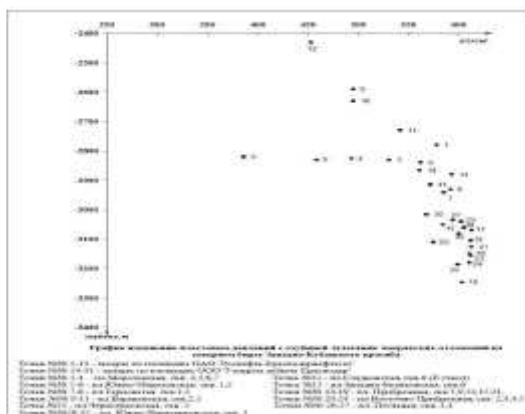


Рис. 1.

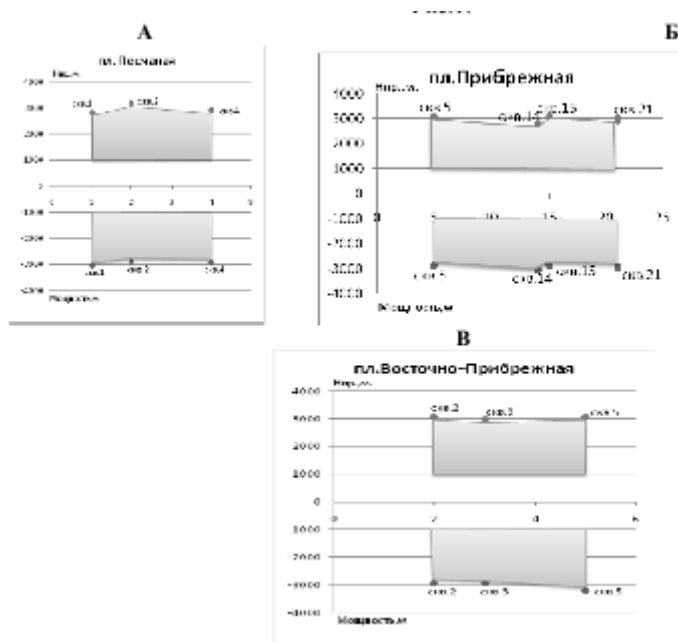


Рис. 2. Графики сопоставления величин приведенных к уровню моря напоров и мощностей вышележащих отложений по скважинам промысловых площадей северного борта ЗКП. Площади: А – Песчаная, Б – Прибрежная, В – Восточно-Прибрежная.

Если в качестве отправной точки принять положение, что на величину пластового давления преобладающее влияние оказывает геостатическая нагрузка, следует ожидать прямой (или близкой к прямой) пропорциональной зависимости между величиной приведенного напора и мощностью вышележащих отложений. Иными словами, чем значительнее мощность перекрывающей части осадочного чехла, тем большее значение приведенного напора должно ей соответствовать. В этом случае величины приведенных напоров должны контролироваться структурным фактором, а эквипотенциальные поверхности (линии равных напоров) повторять структурный план кровли изучаемых отложений. При этом максимальные напоры должны быть приурочены к погруженным крыльевым зонам, а минимальные – к сводовым частям поднятий. Графическое сопоставление величин приведенных напоров и мощностей вышележащих отложений, в свою очередь, теоретически должно представлять две зеркально симметричные линии с осью симметрии по линии приведения (уровень моря).

Анализ графиков сопоставления приведенных напоров и мощностей вышележащей осадочной толщи по трем промысловым площадям северного борта ЗКП (рисунок 2) показывает, что на двух из них (Песчаное и Прибрежное месторождения) наблюдается прямо противоположная картина. Так, минимальному напору в скв. 1 Песчаной соответствует максимальная мощность вышележащей толщи, а в скв. 2 напротив, максимальный напор приурочен к минимальной мощности. То же самое относится к Прибрежной площа-

ди по скважинам 5, 14 и 15, а в скважинах 14 и 21 при близких мощностях фиксируются разные напоры. По Восточно-Прибрежной площади выраженной закономерности между сравниваемыми показателями не прослеживается. Из этого следует, что геостатическое давление является отнюдь не единственным и не доминирующим геологическим фактором, контролирующим величины пластовых давлений чокракских резервуаров на локальном уровне. Кроме того, отсутствие закономерностей в распределении пластовых давлений в пределах одной структуры, резкий незакономерный перепад приведенных напоров на коротком в плане расстоянии приводят к выводу, что наблюдаемая картина отражает статичное состояние флюидов в чокракских отложениях северного борта ЗКП. Учитывая изолированный характер чокракских резервуаров, нет никаких оснований считать, что между ними когда-либо существовала устойчивая во времени латеральная или вертикальная флюидодинамическая сообщаемость.

Приведенные факты позволяют сделать следующие выводы:

1. Геостатическая нагрузка является геологическим трендом, контролирующим величины пластовых давлений на региональном уровне в пределах геоструктурной зоны.
2. Резкая гидравлическая дифференцированность чокракских резервуаров отражает статичное состояние насыщающих их флюидов.
3. Изолированный характер чокракских резервуаров не дает никаких оснований считать, что между ними когда-либо существовала устойчивая во времени латеральная или вертикальная флюидодинамическая сообщаемость.
4. Механизм формирования чокракских углеводородных залежей может быть связан с импульсами полной или частичной реализации геотектонических напряжений, кратковременным созданием и последующим смыканием зон флюидодинамической проводимости, ускоренной переработкой органического вещества пород за счет высвобождения значительных количеств тепловой энергии.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-45-230109

Литература

1. Григорьев М.А., Ширяева И.В., Григорьев А.М. Количественная оценка и геологические факторы флюидодинамической напряженности глубокопогруженных резервуаров. Краснодар, «Экологический вестник научных центров ЧЭС», 2013. № 4. С.12-15
2. Григорьев А.М., Платонов С.Н. Геолого-технические особенности бурения глубоких скважин в условиях резкой гидравлической дифференцированности вскрываемого разреза. Тезисы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2014» 13.02-9.03. М., Изд-во МГУ. Материалы конференции «Ломоносов 2014», С.3-5
3. Григорьев М.А., Ширяева И.В. Флюидодинамические условия и фазовое состояние залежей УВ в чокракских отложениях западной части северного борта Западно-Кубанского прогиба. Краснодар, «Экологический вестник научных центров ЧЭС», 2012. №4, С.21-23
4. Григорьев М.А., Ширяева И.В. Условия формирования пластовой энергии в чокракских отложениях западной части северного борта Западно-Кубанского прогиба. Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа: материалы II Всероссийской научно-технической конференции Академии наук ЧР, Грозный, КНИИ РАН, 2012. С.20-25

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КОНЦЕПЦИИ ЗАВИСИМОСТИ ИОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ СЛЮДИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ОТ КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Гусейнов А.А.

Институт проблем геотермии ДНЦ РАН

Проанализирована зависимость ионной проводимости биотитов, флогопитов и мусковитов от факторов, влияющих на существование вакантных позиций в кристаллической решётке минерала. Таковыми являются примесные атомы, изоморфные замещения, эффекты искажения кристаллической решётки ионами больших размеров, геодинамика вмещающих пород. Вычислены значения энтропии указанных минералов. Установлено, что минералы с повышенным значением энтропии показывают более высокие значения электропроводности.

Ключевые слова: биотит, флогопит, мусковит, электропроводность, дефекты решётки, изоморфные замещения, энтропия.

Dependence of ionic conductivity of biotites, flogopites and muscovites is analysed from factors influencing on existence of vacant positions in the crystalline grate of mineral. Such are impurity atoms, isomorphic substitutions, effects of distortion of crystalline grate the ions of largenesses, geodynamics of containing rocks. The values of entropy of the indicated minerals are calculated. It is set that minerals with the enhanceable value of entropy show the higher values of conductivity.

Key words: biotite, flogopite, muscovite, conductivity, defects of grate, isomorphic substitutions, entropy.

Электропроводность минералов и горных пород является одним из наиболее чувствительных к температуре, вещественному составу и происходящим в них физико-химическим процессам параметром. Поэтому в связи с разнообразием их применения данные по электропроводности минерального вещества Земли в условиях температурного воздействия приобретают особую актуальность. Широкая распространенность слоистых силикатов, в том числе и слюд, как в кристаллическом фундаменте, так и в осадочном чехле земной коры, а также разнообразие ионов основного состава и примесных ионов, возможность широких изоморфных замещений в кристаллической решетке создают особенно благоприятную основу для выявления генетических связей между химическим составом, особенностями структуры этих минералов и их электрическими свойствами. Получаемая при этих исследованиях информация может быть применена при анализе с парагенезами сопутствующих компонентов и геологическими обстановками распространения этих минералов.

Необходимо отметить, что исследование свойств вещества в зависимости от кристаллохимических особенностей является фундаментальной проблемой науки, в то же время химический состав и физические свойства минералов являются одними из основных факторов для разработки технологических процессов добычи, обогащения, переработки минерального сырья, а также экологического контроля над этими процессами. В свете отмеченного достаточно большое значение имеют исследования электропроводности минералов и горных пород.

Исследование электропроводности проводилось в интервале температур от комнатных до 1000 °С, что, в принципе соответствует диапазону температур во всём разрезе земной коры. Температурная зависимость ионной удельной проводимости σ минералов и горных пород, являющихся по своим электрическим свойствам диэлектриками, подчиняется экспоненциальному закону

$$\sigma = \sigma_0 \exp(-E_0 / kT),$$

где σ_0 – предэкспоненциальный множитель, E_0 – энергия активации, k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура. Результаты сравнительного по величине электропроводности исследования электропроводности слюд, представленные на графике в системе координат $\lg \sigma = f(1 / T)$ на рис. 1.

Как видно из рисунка, биотиты обладают наибольшей проводимостью во всём рассматриваемом диапазоне температур, минимальная проводимость характерна для мусковитов, а флогопиты занимают промежуточное между ними положение. Ранее нами была исследована закономерности изменения величины электропроводности отмеченных слюдястых минералов в зависимости от вариаций содержания в них главных петрогенных элементов [1]. Несмотря на дифференциацию электропроводности по видам слюд, они образуют единую область, внутри которой нет резкого перехода от одного вида минерала к другому, а наблюдаются как бы переходные зоны с близкими значениями электропроводности. Такое перекрытие областей значений электропроводности обусловлено тем, что исследованные минералы группы слюд обладают идентичной кристаллической структурой с одинаковыми тетраэдрическими слоями кремне-кислородного состава.

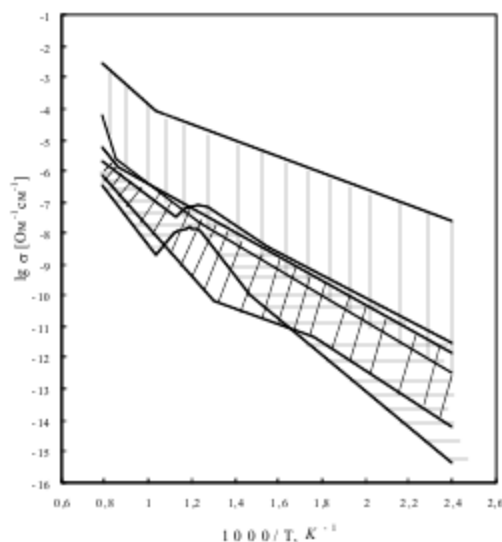


Рис. 1. Области значений электропроводности слюд в интервале до 1000 °С: биотиты – вертикальная штриховка; флогопиты – косая штриховка; мусковиты – горизонтальная штриховка.

Наблюдаемое различие в значениях σ для выделенных минеральных групп и их взаимное расположение как в области примесной, так и собственной проводимости, а также для каждого минерала в этих группах, при сравнительно близких значениях E_0 , формально обусловлено различными значениями величины σ_0 , стоящей перед знаком экспоненты в уравнении $\sigma = \sigma_0 \exp(-E_0/kT)$ для проводимости. Действительно, согласно Лидьярду [2] предэкспоненциальный множитель σ_0 в области примесной проводимости содержит в виде сомножителя концентрацию вакансий n , зависящую от наличия иновалентной изоморфной примеси в кристаллической структуре минерала. Например, при изоморфных замещениях в минералах одновалентных катионов K^{2+} двухвалентными Ca^{2+} для сохранения электронейтральности кристалла один катион K^+ покидает свой узел, что приводит к появлению вакантной узловой позиции [3]. При небольших концентрациях дефектов подвижность регулярных структурных элементов прямо пропорциональна относительной концентрации дефектов; активность твердофазных кинетических процессов в твердых телах связана с концентрацией точечных дефектов, присутствие которых способствует увеличению подвижности атомов и ионов [4].

С учётом отмеченного будет проведён анализ влияния примесного фактора и структурных особенностей слюдястых минералов на их дифференциацию по величине электропроводности. Как известно, природные биотиты характеризуются широким спектром изоморфных замещений в тетраэдрах, октаэдрах и межслоевых положениях, причем специфика этих замещений тесно связана с генезисом образцов [5]. Всё это делает возможным существование в биотитах более значительного количества различных дефектов, чем в других слюдах. Таковыми могут быть различные точечные дефекты (вакансии H^+ и октаэдрических катионов, замещение OH^- на F^- , кластеры, включающие Fe^{3+} и Al^{3+} и т.д.) [6] и раз-

личные примеси, в том числе и рассеянные элементы Co, Ni, Cr, Ga [7], а колебания содержания Zn, Mn, Ba, Sr, Cs, Rb может составлять до 4-х порядков [8].

В качестве примера примеси в биотитах можно привести следующие данные. Исследование особенностей распределения золота в биотитах интрузивных и метаморфических пород показало, что биотиты несут повышенное количество золота по сравнению с другими породообразующими минералами. Максимальными средними содержаниями характеризуются биотиты габброидных формаций ($14,5 \times 10^{-7} \%$), а минимальным – биотиты гранитоидных формаций ($5,8 \times 10^{-7} \%$), палеозойских складчатых областей. Во всех складчатых регионах обособляются 2 группы гранитоидных пород: с пониженным $(0,7-1,9) \times 10^{-7} \%$ и повышенным $(12,5-84,4) \times 10^{-7} \%$ средним содержанием металла в биотитах. Биотиты автometасоматически измененных гранитоидов обладают 1,5-6 кратным пониженным содержанием Au, а биотиты околорудно-измененных гранитоидов имеют 2-3 кратное повышенное содержание этого элемента по сравнению с биотитами исходных пород [9].

Другое проявление влияния изоморфизма на свойства слюды связано с наличием в структуре малых по размеру некаркасных молекулярных группировок H_2O , NH_3 [10]. С увеличением температуры наблюдается конденсация этих группировок вокруг нететраэдрических катионов в структурных полостях небольшого размера. В случае насыщения структуры большими молекулами, которые не могут разместиться в малых по размеру структурных полостях, происходит миграция катионов в большие структурные полости.

В структурах биотитов присутствуют октаэдрические вакансии, что подтверждается полосой 3600 см^{-1} в ИК-спектре, отвечающей колебаниям иона OH^- , координированного двумя катионами и вакантной октаэдрической позицией [11]. Различные точечные дефекты (вакансии H^+ , октаэдрических катионов, наличие F^- и др.) в соседних с Fe^{3+} позициях приводят к изменениям градиента электрического поля и величины квадрупольного расщепления Fe^{3+} [6]. В работе [12] показано, что в алюминиевых биотитах вакансии, когда их концентрации невелики, локализуются преимущественно в позициях M1 в октаэдрическом слое с группами OH в трансположении. Этот вывод сделан на основе анализа данных, полученных двумя спектроскопическими методами: протонного магнитного резонанса и ИК-спектроскопии, а также с помощью рентгеновской дифракции, позволяющей установить политипную модификацию исследуемого образца.

Анализ наших результатов, а также литературных данных по исследованию особенностей кристаллохимии слюды и влиянию на их свойства различных физико-химических процессов, позволил выявить более глубокую роль железа в процессе электропроводности в слюдах, чем отмеченные ранее обменные процессы между Fe^{2+} и Fe^{3+} [1]. Согласно [Zimmerman, 1970], В случае биотитов значительное количество комплексного железа расширяет структуру октаэдрического слоя, что наблюдается как при низких, так и при высоких температурах [13]. Это расширение структуры облегчает процессы дегидратации и выделения газовых компонентов из структуры минерала. Протекают эти два процесса не только одновременно при достижении соответствующей температуры, но они также связаны с другими физическими явлениями, которые возможны под воздействием температуры. Отмеченные процессы расширения структуры и дегидратации происходят в биотитах наиболее интенсивно, по сравнению с флогопитами и мусковитами, что вносит свой вклад в повышение электропроводности биотитов.

Необходимо отметить, что тенденция к расширению структуры кристаллов вследствие возрастания межатомного расстояния вытекает из уравнения для энергии решетки (уравнение Капустинского)

$$U = 1200,5 V Z_+ Z_- / (r_k + r_a) [1 - 0,35 / (r_k + r_a)],$$

где V – число ионов в одной формульной единице, Z_+ , Z_- и r_k , r_a – соответственно валентности и ионные радиусы катиона и аниона. Энергия кристаллической решетки U определяется как суммарная потенциальная энергия взаимодействия зарядов ионов, образующих структуру. Поэтому при увеличении ионного радиуса эта энергия взаимодействия уменьшается, что приводит к расширению структуры. Это характерно для биотитов, где преобладают катионы Fe^{2+} и Fe^{3+} с большим ионным радиусом.

Отметим еще один интересный аспект рассматриваемого вопроса, когда дефектность биотитов связана с геодинамикой вмещающих их пород. При исследовании биотитов и мусковитов из пегматитов методами просвечивающей электронной микроскопии и микродифракции установлено, что в биотитах, с увеличением степени деформации, плотность дефектов упаковки увеличивается. В мусковитах, отобранных из тех же зон, что и биотиты, плотности дефектов упаковки с увеличением деформации мало изменяется или не изменяется совсем. Отмечается, что для биотитов характерно большее разнообразие дефектов кристаллической структуры, чем для мусковитов [14].

С этих же позиций объясняется более низкие значения электропроводности мусковитов и флогопитов. Физическая природа более высоких электроизоляционных свойств флогопитов и мусковитов объясняется тем, что в структуре этих минералов определяющими являются ионы Mg^{2+} и Al^{3+} , обладающие наименьшим ионным радиусом, максимальным зарядом и минимальной поляризуемостью среди ионов. Исходя из физической природы ионной проводимости, малая электропроводность мусковитов означает малую подвижность ионов в кристаллической решетке минерала. Как известно, этим свойством определяются масштабы и скорости многих метаморфических процессов, так как каждая реакция в твердых телах складывается из элементарных диффузионных процессов. Тот факт, что в основе ионной проводимости и диффузии в минералах лежат одни и те же элементарные процессы, позволяет использовать результаты исследования электропроводности минералов для оценки подвижности их структурных элементов [15]. Поэтому полученные нами результаты являются дополнительной аргументацией представлений о том, что присутствие мусковитов в корах выветривания объясняется удивительной устойчивостью этого минерала к процессам гипергенеза; это свидетельствует о незавершенности реакций, приводящих к замещению мусковита каолинитом, а отнюдь не об их гипергенном генезисе [16].

Все проанализированные выше особенности состава и строения слюдов, приводящие к наблюдаемой дифференциации их по величине проводимости, в принципе находят отражение в одном фундаментальном термодинамическом параметре вещества – энтропии. Действительно, энтропия минерала связана с удельным объемом, химическим составом, кристаллической структурой, степенью твердого раствора и типом связи и выступает как мера структурной упорядоченности силикатных минералов [17]. Эти качественные утверждения подтверждаются экспериментальными измерениями реальных величин энтропии минералов [18].

Воспользуемся методом Саксены [19] для оценки значений стандартной энтропии $S^0(298.15)$ для силикатов, содержащих группу ОН:

$$S^0(298.15) = 1.8175 V^0(298.15) + 11.4926/n,$$

где $S^0(298.15)$ – стандартная энтропия, Дж · моль⁻¹ · К⁻¹; $V^0(298.15)$ – мольный объем минерала, см³ · моль⁻¹; n – количество атомов в тетраэдрических позициях на формульную единицу, деленное на суммарный заряд этих атомов. Тетраэдрическая позиция во всех трех разновидностях исследуемых слюдов одинаковая, поэтому n = 4/15. В следующей ниже таблице приведены значения мольных объемов и полученные оценки значений $S^0(298.15)$ для слюдов. Из этого результата можно сделать вывод, что для слюдов с более высоким значением стандартной энтропии характерны соответственно и более высокие значения удельной электропроводности.

Минерал	биотит	флогопит	мусковит
$V^0, \text{см}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$	151.00	149.66	141.00
$S^0(298.15), \text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$	280.5719	275.0717	259.3300

Проведенный выше сравнительный анализ биотитов, флогопитов и мусковитов показал, что, наряду с главными петрогенными катионами тетраэдрического и октаэдрического слоёв, значительную роль в формировании величины электропроводности каждого вида слюды играют примеси и изоморфные замещения. Эти примеси и изоморфные заме-

щения создают в кристаллической решётке минералов вакантные позиции, являющиеся основой механизма ионной проводимости.

Литература

1. Гусейнов А.А. Зависимость электропроводности минералов группы слюд от их кристаллохимических особенностей // Физика Земли. 1998. № 5. С. 36-44.
2. Лидьярд А. Ионная проводимость кристаллов. М.: Изд-во иностр. литературы. 1962. 220 с.
3. Чеботин В.Н. Физическая химия твёрдого тела. М.: Химия. 1982. 320 с.
4. Lasaga A. C. The atomistic basis of kinetics: defects in minerals // Rev. Miner. 1981a. V. 8. P. 261-319.
5. Lasaga A. C. The atomistic basis of kinetics: defects in minerals // Rev. Miner. 1981. V. 8. P. 261-319.
6. Dymek R.F. Titanium, aluminum and interlayer cation substitutions in biotite from high-grade gneisses, West Greenland // Amer. Miner. 1983. V. 68. № 9-10. P. 880-899.
7. Mineeva R.M. Relationship between Mossbauer spectra and defect structure in biotites from electric field gradient calculations // Phys. and Chem. Miner. 1978. V. 2. № 3. P. 267-277.
8. Salem A. K. A., Heikal M. A., Kabesh M. L., Salem M. A. Geochemistry of biotite and its significance as a guide to the origin of the granitoid rocks of El-Imra area, Eastern Desert, Egypt // Acta miner.-petrogr. Sieged. 1987-1988. V.29. P. 47-56.
9. Tischenderf G., Forster H.-J., Gottesmann B. Minor- and trace-element composition of trioctahedral micas: a review // Miner. Mag. 2001. V. 65. № 2. P. 249-276.
10. Коробейников А. Ф. Золото в биотитах интрузивных пород // Геохимия. 1981. № 6. С. 889-903.
11. Mortier W. J. Influence of the temperature on the cation location in crystalline aluminosilicates // 8th Eur. Crystallogr. Meet., Liege, 8-12 Aug., 1983. Abstr. Liege, s. a., P. 68.
12. Ошерович Э.З. Изоморфизм и распределение катионов в структурах железомagneзиальных слюд по данным инфракрасной спектроскопии // Вопросы изоморфизма и генезиса минеральных индивидов и комплексов. Ч.2. Элиста. 1977. С. 110-116.
13. Sanz J., Calle C. de la, Stone W.E.E. NMR applied to minerals. V. The localization of vacancies in the octahedral sheet of aluminous biotites // Phys. and Chem. Miner. 1984. V.11. № 5. P. 236-240.
14. Zimmerman J.-L. Contribution a l'etude de la deshydratation et de la liberation de l'argon des micas // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1970. V. 34. P. 1327-1350.
15. Bell I.A., Wilson C. J. L. Deformation of biotite and muscovite: TEM microstructure and deformation model // Tectonophysics. 1981. V.78. № 1-4. P. 201-228.
16. Гусейнов А.А. Концентрация и подвижность дефектов в некоторых минералах-диэлектриках // Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах. Сборник трудов Международн. конференции 21-25 сентября. Махачкала: 2004 г. С. 412-414.
17. Андреева О.В., Головин В.А., Омеляненко Б.И. К вопросу о возможности развития диоктаэдрических светлых калиевых слюд в корях выветривания // Литология и полезные ископаемые. 1986. № 4. С. 137-139.
18. Ежов А.А. Энтропия как мера структурной упорядоченности калиевых полевых шпатов // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка. 1985. № 12. С. 123-125.
19. Ulbrich H.H., Waldbaum D.R. Structural and other contributions to the third-law entropies of silicates // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1976. v. 40. p. 1-24.
20. Сидоров Ю.И. Оценка стандартных энтропий силикатов // Геохимия. 1987. № 10. С. 1450-1455.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ НИЖНЕГО МЕЛА НА АДЫГЕЙСКОМ ВЫСТУПЕ НА ПРИМЕРЕ МАЙКОПСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Денекин И. А.**Геологический факультет Кубанского государственного университета*

В статье представлены результаты применения некоторых видов моделирования, выполненных автором в рамках тематических исследований на примере Майкопской площади по материалам ГИС прошлых лет. Моделирование выполнялось в программном пакете Surfer (Golden Software). По данным исследования было уточнено строение целевых песчаных коллекторов Адыгейского выступа. Следовательно, проведение 2D и 3D моделирования позволяет усовершенствовать систему добычи УВ на всех стадиях разработки месторождения. Пример моделирования на Майкопской площади позволяет использовать этот метод и на других объектах.

Ключевые слова: осадконакопление, продуктивные пласты, палеотектонический план, трансгрессивно-регрессивные циклы.

The article presents the results of the use of certain kinds of modeling carried out by the framework of case studies for example Maykopskaya area on the GIS of yesterday. The modeling was performed by Golden Software Surfer. According to research it was уточнение the structure of the target sand reservoirs of the aAdygei ledge. Consequently, carrying out the 2D, 3D modeling allows you to perfect system of production of hydrocarbons at all stages of field development. Modeling example allows you to use this methods on other plants.

Keywords: sedimentation, production plasts, paleotectonic plan, transgressive-regressive cycles.

В нефтегазовой отрасли России за последние 8 лет произошло снижение динамики приращения запасов, уменьшение размеров открываемых месторождений, возрастание сложности их условий добычи углеводородов. Для преодоления негативных тенденций важное значение, в настоящее время, имеет объёмное моделирование строения и развития нефтегазоносных площадей, и всестороннее изучение ресурсов УВ и управление их добычей.

Целью работы является моделирование формирования продуктивных горизонтов нижнего мела на АВ, на примере Майкопской площади.

Актуальность работы заключается в современном взгляде на формирование отложений мела по данным геофизических исследований скважин.

Общие сведения

Майкопское месторождение расположено в республике Адыгея, в 10 км к северу от г. Майкопа. Антиклинальное поднятие выявлено в 1939 г. До глубины залегания палеоцена продуктивные горизонты отсутствуют. В тектоническом отношении брахиантиклиналь Майкопского газового месторождения (размер внутри контура газоносности 11 x 4,2 км) приурочена к северной части Адыгейского выступа [1]. В геологическом строении принимают участие триасовые, юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения общей мощностью 3200—3400 м. Покрывается газонасыщенный разрез нижнего мела отложениями верхнего мела (весьма сокращённой мощности) и нижнего палеоцена. Выше залегают нормально напластованные отложения верхнего палеоцена, эоцена, олигоцена и без перерывов нормальный разрез остальной части третичных отложений [3].

Методика выполнения моделирования

Для выполнения построений каротажные диаграммы переводились из аналогового вида в цифровой с использованием программы CorelDraw. С использованием каталога стратиграфических разбивок Егояна В.Л. в разрезе Майкопской площади были выделены региональные ярусы. Интерпретация данных проводилась путем выделения песчаных пластов-коллекторов и глинистых пластов-покрышек. Границы пластов определялись по изменению показаний каротажных зондов (КС и ПС). Построение карт изопахит и модели изопахит проводилось в программном комплексе Golden Software Surfer. Профили вырав-

нивания были сделаны в программе CorelDraw. Построение профилей выравнивания позволяет наглядно увидеть распределение мощностей выделенных продуктивных пачек по скважинам.

Интерпретация профилей и обоснование данных каротажа

По каротажным диаграммам была проведена интерпретация данных и были выделены основные пачки песчаных пород. По корреляционным схемам построены разрезы через скважины 54, 75, 69, 60 и 124, 88, 75, 48 по линиям I-I и II-II. После корреляции получен современный разрез Майкопской площади.

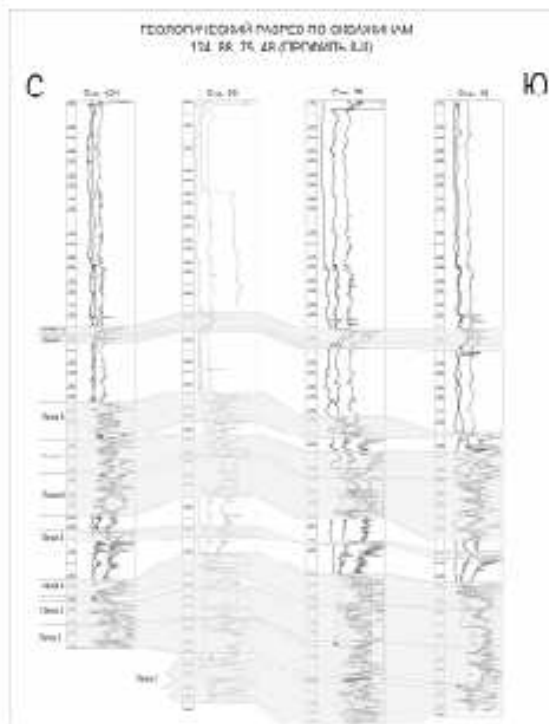
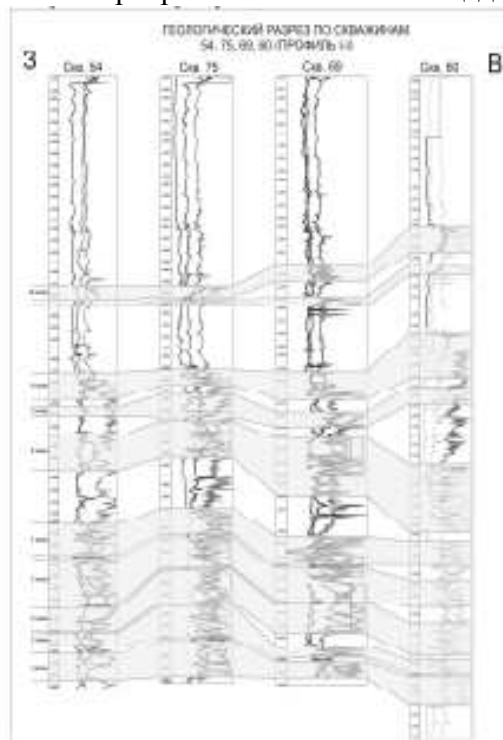


Рис. 1 Геологический профиль I-I

Рис. 2 Геологический профиль II-II

Карты изопахит по мощностям трех пачек на двух профилях и модель формирования продуктивных пачек на Майкопской площади.

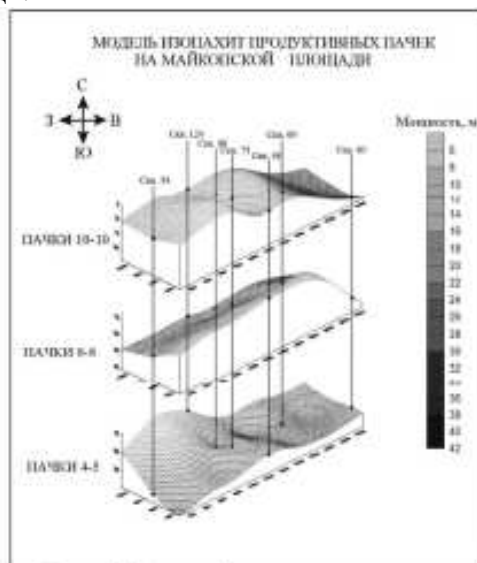
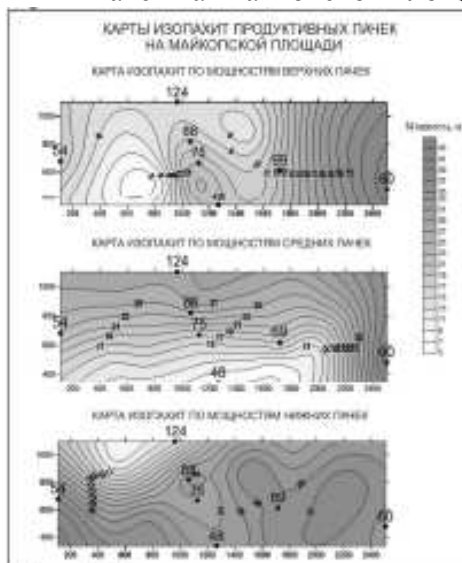


Рис. 3 Карты изопахит

Рис. 4 Модель формирования пачек

По модели изопахит продуктивных пачек можно проследить развитие тектонических движений на данной площади и установить области размыва и аккумуляции, т.е. зоны понятий с низкими мощностями пластов обломочных пород и зоны прогибания с повышенными мощностями песчано-алевритовых пород.

По профилям выравнивания были оценены мощности каждой пачки, что дополнило представление об областях размыва и аккумуляции. Также видно, что в центральных скважинах обеих профилей наблюдаются большие толщины слоев, чем в крайних скважинах. В нижнемеловое время на данной территории преобладала гипсометрически пониженная поверхность, на которую и сносилось больше осадков.

По картам изопахит и профилям выравнивания был сделан вывод, что с нижнемеловое время на территории Майкопского месторождения снос материала шел, в основном, с севера и северо-востока, а накопление на площади нынешнего Адыгейского выступа.

История осадконакопления

К началу мелового периода территория Адыгейского выступа представляла собой мелководный бассейн седиментации. Области суши были, вероятно, Тимашевская ступень, Каневско-Березанская зона понятий, Ростовский выступ и Ставропольский свод. Они являлись основными источниками обломочного материала, который поступал на территорию Майкопского месторождения в баррем-аптское и альбское время.

Выполненные графические построения показывают, что при осадконакоплении нижней продуктивной пачки, прогибание площади происходило на юге и северо-востоке, в районе скв. 88, 75, 48, 69, 60, с накоплением толщины 24-29 м. Одновременно было прогибание территории на северо-западе, в районе скв. 124, 48, о чем указывают пониженные толщины горизонта 15-23 м. Также наблюдается тектоническое прогибание площади в северной и восточной частях во время накопления средней продуктивной пачки, на что указывают повышенные толщины 25-44 м, в скв. 54, 124, 88, 60.



Рис. 5. Профили выравнивания (I) Рис. 6. Профили выравнивания (II)

Воздымание территории происходило в южной и частично западных частях, в скв 48, 75, 69 с накоплением толщины 6-23 м. При осадконакоплении верхней продуктивной пачки прогибание площади было на востоке, в районе скв. 54, 75, 48, 60, с накоплением толщины 11-24 м. Западная часть территории была приподнята, о чем указывают пониженные толщины горизонта – 9-12 м в скв. 124, 69, 88. На протяжении накопления нижнемеловых отложений тектонический план Адыгейского выступа претерпевал несколько изменений. К началу мела территория представляла собой прибрежно-морскую зону мелководного бас-

сейна. Это подтверждается накоплением обилия песчаного материала с тонкими прослоями глинистого. В это время накопились самые мощные пачки. Затем, палеотектонический план преобразился. Произошла инверсия тектонических движений. Мощные песчаные пачки были перекрыты толщей глинистого материала, выступающего покровом для залежей УВ. Вверх по разрезу на глинистые толщи нижней пачки легли песчаные отложения средней песчано-алевритовой пачки. Затем, вновь тектонические движения поменяли знак. Запад территории был приподнят, а восток опустился. При этом, в центре образовалась низина, которая была благоприятна для накопления песчаного материала. Далее, тектонические движения приобрели отрицательный характер, территория погрузилась. В это время накапливались глинистые флюидоупорные отложения.

Такое накопление отложений позволило сформироваться пластовым коллекторам, которые впоследствии были заполнены газом и газовым конденсатом.

Газонасыщение

Газоматеринские глинистые породы формировались в средне и позднеюрское время. Газонасыщение продуктивных пачек происходило в олигоцен-миоценовое время. Насыщение коллекторов газом происходило из двух источников: газоматеринских глинистых пород Западно-Кубанского прогиба и Восточно-Кубанской впадины. Зоны газонакопления пересекаются глубинными разломами, такими как: Новотитаровский, Гиагинский, Западно-Березанский, Цицинский, Ладожский, которые создают пути миграции УВ в зоны поднятий АВ. Видимо, газ из нефтематеринских пород мигрировал по этим тектоническим разломам в коллекторы нижнего мела.

Продуктивный разрез в пределах месторождения, несмотря на определенную изменчивость по площади, хорошо коррелируется.

Заключение

Основные выводы работы:

1. В разрезе Майкопского ГК месторождения выделено 10 продуктивных пачек, эксплуатируемых ранее и в настоящее время.
2. Палеотектонический план накопления песчано-алевритовых продуктивных пачек формировался в трансгрессивно-регрессивные циклы.
3. Модель накопления продуктивных пачек в интервале нижнего мела показывает изменение тектонического плана в эпоху регрессий.
4. Выполненные построения и модель накопления продуктивных пачек позволили уточнить формирование песчаных пластов нижнего мела.
5. Проведение 2D и 3D моделирования позволяет увеличить эффективность добычи УВ на завершающих стадиях разработки.

Пример моделирования на Майкопской площади позволяет использовать этот метод и на других объектах.

Литература

1. Бурштар М. С. с соавт. Геология нефтяных и газовых месторождений Северного Кавказа; ред. М. С. Бурштар, С. П. Максимов. — Москва: Издательство "Недра", 1966. 424 с.
2. Егоян В. Л. Каталог стратиграфических разбивок разрезов скважин Краснодарского края; издание III, дополненное; г. Краснодар; 1985 г.; - 189 с.
3. Каламкаргов Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран. Москва: Издательство "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. Губкина, 2005. 570 с.

ГИДРОМОРФНЫЕ ПОЧВЫ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Идрисов И.А.

Институт геологии ДНЦ РАН

Основной район исследования гидроморфных почв Прикаспийской низменности располагался на территории Туралинской равнины. Близкие по свойствам территории, предварительно изученные нами находятся вдоль берегов Северного Каспия вдоль дельт р. Терек и Кума (Рис.1).



Рис. 1. Расположение районов исследования.

Исследования проводились в январе 2015 г. Обследованы два ключевых участка. Центральная часть равнины с лагуной Ипподром, занимает пространство между городами Махачкала и Каспийск. Южную часть равнины занимает лагуна Турали и сопредельные участки морских террас новокаспийского возраста. Было заложено 4 разреза (2, 3, 4).

Особенностью современных условий региона является быстрое падение уровня Каспийского моря с 2010 по 2016 годы, на момент исследований уровень моря составлял около -27,8 м, что существенно ниже последнего максимума 1995 г. Данное падение уровня моря привело к существенно перестройке ландшафтов береговой зоны, в частности существенно сократилась площадь лагун, особенно лагуны Турали. Бывшее дно лагун на многих участках превратилось в шоровые солончаки, что наглядно видно при сравнении снимков 2 и 3.

При этом за последние менее чем сто лет уровень Каспийского моря испытывал три тенденции. Первый этап с 1920-х по 1977 год уровень моря падал от -26,5 (а ранее в течение большей части 19 и в начале 20 в уровень был около -26,0) до -29,0 м. Второй этап это рост уровня до 1995 года до отметки -26,5 м. Третий этап это падение до современного уровня -28,0 м.

Разрез 1, центральная часть лагуны Турали. Осушенная центральная часть лагуны. Растительность – солянки. Высота -27 м.

Горизонт А1 – серо-желтого цвета. 0-6см. Супесчаный. Густое переплетение корней. Граница неровная, переход постепенный. Мокрый.

Горизонт А2 – серо-черного цвета с яркими, четко очерченными бурыми пятнами (вдоль остатков корней) и полосами. 6-18 см. Супесчаный + легко суглинистый. Редкие крупные корни. Остатки крупных корней. Граница неровная. Переход постепенный. Мокрый.

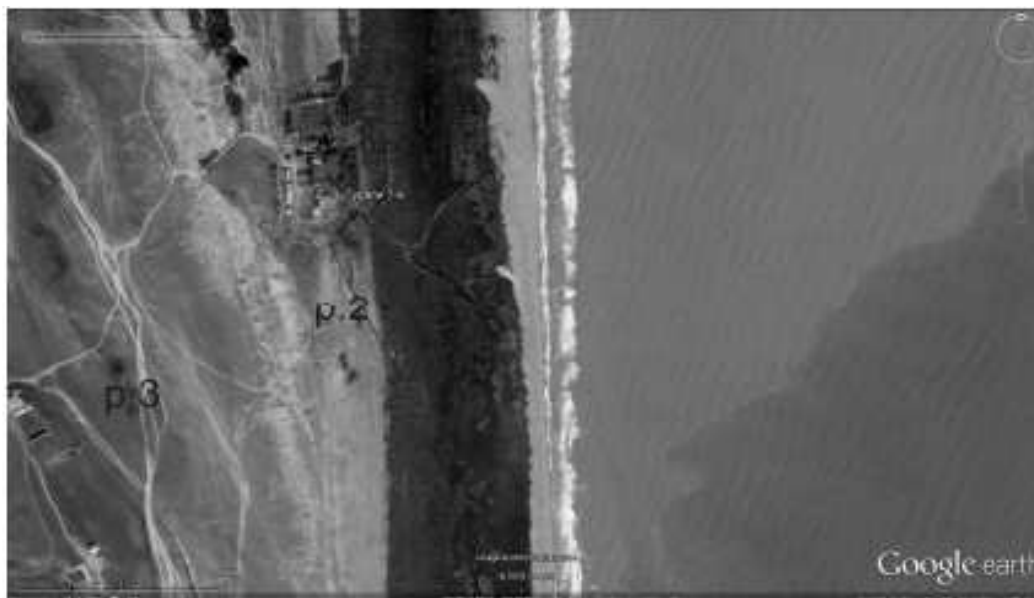


Рис. 2. Расположение разрезов 1, 2, 3 относительно условий высокого уровня моря октябрь 2005 г.



Рис.3. Расположение разрезов 1, 2, 3 относительно условий низкого уровня моря и пересыхания лагуны январь 2016 г. (повторяет ситуацию января 2015 г).

Горизонт $V_{гл}$ – светло-серого цвета яркими размытыми бурыми пятнами (вдоль остатков корней) и полосами. 18-30 см. Песчаный, множество ракуши. Очень редкие крупные корни. Остатки крупных корней. Мокрый. Обильный приток грунтовых вод с глубины 20 см.

Разрез 2, тыловая (западная) часть лагуны Турали. Растительность – густые луга. На сопредельной территории в комплексе с луговой растительностью заросли кустарников и деревьев. Высота -26 м.

Горизонт А – коричневого цвета. 0-5 см. Торфянистый. Плотно переплетен корнями. Граница неровная, резкая. Вкрапления горизонта в верхах нижележащего. Влажный.

Горизонт V_1 – желто-коричневого цвета, с четко очерченными оранжево-бурыми пятнами и полосами. 5-17 см. Супесчаный. Граница постепенная, по увеличению серых тонов и значительному снижению оранжево-бурых пятен и полос. Мокрый.

Горизонт В₂ – серо-коричневого цвета, с редкими четко очерченными оранжево-бурыми пятнами (вдоль остатков корней). 17-25 см. Легкий суглинок + песок. Граница ровная, переход постепенный. Мокрый.

Горизонт ВС – серо-каштанового цвета, с многочисленными пятнами (вдоль остатков корней) и полосами оранжево-бурого цвета. 25-35 см. Песчаный, фрагменты раковин. Незначительный приток грунтовых вод с глубины 25 см.

Разрез 3, луг в понижении на поверхности новокаспийской террасы. Растительность луга, аналогично разрезу 2, но со значительно менее плотным травостоем. Высота -23 м.

Горизонт А – коричневого цвета. 0-4 см. Торфянистый. Плотно переплетен корнями. Граница неровная постепенная. Увлажненный.

Горизонт В1 – желто-коричневого цвета. 4-20 см. Супесчаный. Множество корней. Очень редкие размытые мелкие бурые пятна. Граница ровная, переход постепенный. Увлажненный.

Горизонт В2 – серо-коричневого цвета. 20-26 см. Легко-суглинистый, уплотненный. Множество корней, меньше, чем в вышележащем. Граница неровная, с пятнами в нижележащем горизонте. Увлажненный.

Горизонт ВС – серо-коричневого цвета, размытые пятна светло-бурого цвета. 26-30 см. Песчаный с ракушей, уплотненный. Увлажненный.



Рис.4. Расположение разреза 4, лагуна Ипподром (между городами Махачкала и Каспийск)

Разрез 4, центральная часть лагуны Ипподром. Территория покрыта болотной растительностью (тростник, камыш). Залита слоем воды глубиной до 0,2 м. Проба взята на микроповышении на пожарище.

Горизонт А – черно-коричневого цвета, в нижней части интенсивность окраски меньше. 0-7 см. Супесчано + средне-суглинистый. Густо переплетен корнями. Граница неровная, резкая. Мокрый.

Горизонт В_{гл} – желто-коричневого цвета, с пятнами (вдоль остатков корней) оранжево-бурого цвета. 7-20 см. Песчаный + легкий суглинок. Множество корней. Остатки крупных корней. Грунтовые воды с глубины 10 см.

Разрезы 2 и 3 практически идентичны. Вероятно, почвы разрезов 2 и 3 представляют собой разные стадии развития однотипных почв (почва 2 соответственно сформирована на периферии современной лагуны, а почва 3 на периферии палеолагуны либо в сходных с периферией условиях локального понижения террасы середины голоцена). Наиболее яркой особенностью выглядит наличие горизонта В₂ – серо-коричневой окраски. В чем причина подобной окраски непонятно. Характерным является наличие торфянистого горизонта на поверхности.

В отличие от них почвы разрезов 1 и 4 существенно отличаются, также они отличаются друг от друга. В этих почвах торфянистый горизонт отсутствует. В почве разреза 1 на поверхности развит слой песка (6 см) слабо измененного почвенными процессами, под ним залегает слой во многом схожий с гор А разреза 4. Вероятно, для изученной части лагуны Турали имеет место погребение дна лагуны под относительно молодым слоем песка. Нижние горизонты этих почв близки и представляют собой глеевые горизонты с контрастными геохимическими барьерами вдоль крупных корней растений (выраженных в виде ярких пятен- трубочек бурого цвета).

В целом анализ гидроморфных почв различных участков Туралинской равнины показал возможность их объединения в две группы. Первая группа представлена почвами на дне наиболее глубоких частей лагуны. Характерной особенностью этих почв является формирование глеевого горизонта с резко очерченными пятнами окисления вдоль крупных корней растений. Подобные почвы могут быть соотнесены с различными подтипами. В частности они описаны как маршевые (сульфидно-глеевые) почвы (Касимов и др., 2012).

Следует отметить, что термин марши, подразумевает наличие берегов периодически затопляемых и осушаемых приливно-отливными процессами. Для Каспийского моря такие процессы не характерны, а для центральной части лагун (как Турали, так и Ипподром) в период формирования этих почв непрерывное затопление отмечалось в течение более чем 30 лет. Для береговой зоны Белого моря отмечаются собственно маршевые почвы, различных вариантов (Орешникова и др., 2012), однако для них вероятно почвообразование идет синлитогенно, соответственно среди морских отложений есть множество погребенного в почве органического вещества морского генезиса, что существенно отличает их от почв лагун и плавней Каспийского моря. Определенную схожесть с периодически осушаемыми берегами (то есть маршами) имеют берега северной части Каспийского моря, занятые обширными плавнями в районе дельт Терека-Кумы-Волги. Однако в ходе исследований осушенных участков этих берегов нами было выявлено, что по ряду признаков почвы этих территорий в целом близки к почвам ныне осушаемых лагун западного берега Каспийского моря. Непосредственно подобные почвы под тростниковыми плавнями вдоль береговой полосы в дельты Терека описываются как болотные (Добровольский и др., 1970; Стасюк и др., 2010; Почвы Дагестана, 2014). При этом следует отметить, что важнейший диагностический горизонт болотных почв – торфянистый у почв в центральных частях лагун (а также у почв под тростниковыми плавнями) отсутствует.

В этой связи для почв центральных частей лагун западного берега и плавней северо-западного и северного берегов Каспийского моря предлагается использовать термин лагунно-плавневые почвы. Вероятно при накоплении большего объема данных по этим почвам и вероятно близким им маршевым почвам они могут быть объединены в одну группу.

При осушении лагунно-плавневые почвы претерпевают существенные изменения. В частности развитая на них крупная гидрофитная растительность (преимущественно тростники) неизбежно (в течение 1-5 лет) сгорают. На их месте в условиях сухого и соленого грунта бывшей лагунно-плавневой почвы формируются солончаки, схожие с шоровыми. Следует отметить, что данный пример является одним из наиболее контрастных образцов радикальной перестройки ландшафтной среды в береговой зоне Каспийского моря. Ранее нами отмечалось (Идрисов, 2006), что наиболее низкие группы морских террас (ниже -20 м) отличается максимально высокой степенью контрастности изменений, при изменениях внешней среды. Новые данные позволяют выделить среди этих террас участки с максимальной степенью возможных изменений – дно лагун и тростниковые плавни. Важным выводом из данного наблюдения является то, что физико-химические свойства почв подобных ландшафтов (на любой стадии их развития) могут существенно варьировать как в пространстве, так и во времени, что существенно затрудняет их мониторинг. Для исследования подобных почв необходима разработка новых характеризующих показателей и их дальнейшее исследование.

Особенности почв первой групп (лагунно-плавневых) обусловлены их формированием преимущественно в субаквальных условиях с возможным, но очень кратковременным осушением не изменившим существенно направленность геохимических процессов в таких почвах. После выхода таких почв в субаэральные условия они претерпевают радикальные

изменения с быстрой деградацией биопродуктивности, изменениями геохимических процессов, значительными миграциями элементов и т.д.

Кардинально отличаются от этих ландшафтов, участки занимающие периферию и понижения морских голоценовых террас. Здесь развиты почвы с относительно выраженным торфянистым горизонтом небольшой мощности. Под ним залегают опесчаненные горизонты желто-коричневого цвета (B_1), а под ними легкосуглинистые слабоплотенные горизонты серо-коричневого цвета (B_2). Вероятно нижний из них представляет собой погребенный гор А слабо развитых луговых солончаковых почв (Касимов и др., 2012), в период перекрытия морской террасы приближающимися водами лагун различного возраста. Показательно что профили почв вдоль периферии современной лагуны и в понижении рельефа расположено на 5 метров выше по высоте, а значит имеющего возраст в несколько тысяч лет (Рычагов, 1997) практически идентичны. Отличием является лишь большее количество гумуса в гор B_1 для почвы на древней террасе, также существенно меньшая оконтуренность и интенсивность бурых пятен в гор B_2 и ниже. Однако сам факт наличия подобных пятен (следов корней крупных гидрофитных растений) в почвах несколько тысяч лет не находящиеся рядом с лагуной весьма интересен.

Эти почвы могут быть названы луговыми (Стасюк, Кравцова, 2012) или влажно-луговыми (Касимов и др., 2012). Термины маршевые, лугово-болотные и т.д. для них использовать сложно, так как такие почвы не заливаются поверхностными водами, а лишь испытывают следы подземного увлажнения. Плюс возможно имеют в профиле реликтовые погребенные горизонты предшествующих подводных обстановок (лагунно-плавневых). Вероятно, с подобными почвами близки почвы лугов, оконтуривающих тростниковые плавни со стороны суши. Однако такие почвы периодически заливаются при нагонных явлениях. Установление схожести или различий таких почв требует дальнейших исследований.

Важнейшей особенностью почв данной группы является их относительно высокая стабильность и сохранение своих особенностей в течении длительного времени, при неизбежном резком и многократном изменении внешних свойств за это время. При этом наибольшей устойчивостью обладают подобные луговые почвы, расположенные в микропонижениях на поверхности осушенных морских террас (почва разреза 3). Почвы, оконтуривающие лагуны (в частности почва разреза 2), после высыхания лагун, могут быстро утратить свои свойства и трансформироваться в иные разности.

Особенности почв второй групп (луговых) является их формирование преимущественно в субаэральных условиях. Возможные, но кратковременные затопления таких почв (при штормах или нагонах) в целом не оказали существенного влияния на их свойства. Субаэральный генезис во многом определил их свойства как в процессе формирования почв, так и ходе их дальнейшего развития.

Основным нашим выводом является установление факта наличия двух групп гидроморфных почв на исследованных участках Прикаспийской низменности. Первая – почвы на дне лагун и под тростниковыми плавнями. Вторая – почвы окружающие лагуны и плавни со стороны суши. Первая группа отличается значительным динамизмом изменений свойств. Вторая группа относительно консервативна и способна нивелировать внешние воздействия, сохраняя свои основные особенности. Почвы первой группы могут быть соотнесены с почвами луговых и лугово-болотных ландшафтов (Касимов и др., 2012), а почвы второй группы с почвами болотных ландшафтов (Касимов и др., 2012). Подобное разделение гидроморфных почв на две существенно различные группы в условиях крайне слабой разработанности классификации подобных почв и их слабой изученности, может быть использовано при их картографировании и природном районировании Прикаспийской низменности.

Литература

1. Идрисов И.А. Ландшафтно-геохимические особенности приморской зоны Дагестана. Дисс.канд.геогр.наук. М., 2006. 154с.
2. Касимов Н.С., Касатенкова М.С., Геннадиев А.Н., Лычагин М.Ю. Современная геохимическая эволюция лагунно-маршевых ландшафтов Западного Прикаспия // Почвоведение. 2012. №1. С.9-20.

3. Орешникова Н.В., Красильников П.В., Шоба С.А. Маршевые почвы Карельского берега Белого моря // Вестник МГУ. Серия 17. Почвоведение. 2012. №4. С.13-20.
4. Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ, 1997. 268 с.
5. Добровольский Г. В., Федоров К. Н., Стасюк Н. В. Геохимия, мелиорация и генезис почв дельты Терека. Отв.ред. Г.В.Добровольский. М.: Изд. МГУ, 1975. 245с.
6. Стасюк Н.В., Кравцова В.И. Оценка изменений почвенного покрова Кизлярского побережья по разновременным картам и космическим снимкам // Аридные экосистемы. 2012. №3. С.86-94.

К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМАХ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ПРЕДКАВКАЗЬЯ И ПОПУТНЫХ С НИМИ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ

Курбанисмаилова^{1,2} А.С., Ахмедов² Г.Я.

¹Институт геологии ДНЦ РАН, ²Дагестанский государственный технический университет

В работе рассматривается вопрос о необходимости разработок по комплексному использованию энергии с невысоким газовым фактором геотермальных вод Предкавказья и попутных с ними горючих газов.

Ключевые слова: геотермальная вода, попутные газы, карбоната кальция, защита от солеотложения

The paper discusses the need for research on integrated use of energy with a low gas-oil ratio of geothermal waters Ciscaucasia and passing them flammable gas.

Keywords: geothermal water, passing gas, calcium carbonate from scaling protection

Геотермальные воды, как правило, характеризуются повышенным содержанием и весьма разнообразным химическим составом. Это связано с тем, что формирование состава геотермальных вод происходит при высоких температурах и давлениях в контакте с различного рода минералами. При таких условиях повышается растворимость газов и многих солей. Например, с повышением температуры возрастает растворимость NaCl, KCl и т.д. Растворимость солей угольной кислоты в воде находится в прямой зависимости от концентрации углекислого газа в ней, которая, в свою очередь, зависит от его парциального давления. А вот такие соединения как Mg(OH)₂, CaSO₄, MgSO₄ наибольшую растворимость имеют при температуре ниже 100 °С. С повышением температуры растворимость таких солей падает.

Исследованию формирования подземных вод, в том числе и геотермальных, посвящено много работ. В нашей стране в этой области науки были проведены исследования в работах Ф.А. Макаренко, А.М. Овчинникова, Б.Ф. Маврицкого, С.Р. Крайнова и др. В работе [1] Б.Ф. Маврицкого проведено гидрогеотермическое районирование территории СССР на основе геолого-структурного принципа, показаны условия формирования термальных вод и их месторождений в различных геолого-структурных обстановках, дано подробное описание термальных вод по отдельным районам с характеристикой их температуры, минерализации и состава. В работе [2] С.Р. Крайнова, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец освещены современные представления о формировании химического состава подземных вод на различных глубинах земной коры, геохимии большого числа химических элементов и веществ в подземных водах. Обобщены гидрогеохимические данные, необходимые для решения основных прикладных и экологических задач, связанных с использованием подземных вод. В работе [3] М.К. Курбанова освещается опыт комплексного изучения и освоения геотермальных и гидроминеральных ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. Представлены, полученные на базе многолетних исследований, закономерности формирования термоминеральных ресурсов, пригодных для использования в качестве альтернативных источников геотермальной энергетики.

В зависимости от условий формирования, а также химического и газового состава геотермальные воды разделяют на: углекислые; сероводородные; азотные; сероводородно-углекислые; азотно-углекислые; метановые и азотно-метановые. Геотермальные воды Кавказа относят к метановым. В России метановые воды распространены также в нефтегазоносных артезианских бассейнах Русской и Сибирской платформы, Западно-Сибирской низменности, на Сахалине и в ряде других районов [2,3]. Их минерализация варьирует в пределах от единиц до 400 г/л. По составу они подразделяются на гидрокарбонатно-хлоридные, хлоридно – натриевые и гидрокарбонатно – натриевые. Геотермальные метановые воды встречаются также азотно-метановые и сероводородно-метановые. Химический состав этих вод представлен, в основном, ионами: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, с преимущественным содержанием ионов Na⁺ и Cl⁻. В газовом составе преобладает метан

CH₄, CO₂, N₂ и H₂S. При использовании этих вод в оборудовании геотермальных систем наблюдаются отложения, в основном, малорастворимой соли CaCO₃.

По степени изученности растворенных газов в водах геотермальных месторождений в нашей стране Предкавказье занимает особое место. Здесь в течение нескольких десятков лет проводились отборы проб воды в скважинах, пробуренных на поиски нефти и газа. Исследования, проводимые на разных скважинах в течение ряда лет, показали, что в составе вод кумского горизонта (глубина залегания 1300 – 1400 м с чередованием алевролитов, содержащих газ) преобладает метан (70-90 %). Тяжелые углеводороды составляют, в среднем, 2,6-9,5 %. Углекислого газа содержится 3-6 %, азота 1-4 %. В зависимости от глубин газовые факторы составляют от 1 до 5 м³/м³[4]. На больших глубинах (4000 м и более) предполагается наличие газодляных смесей с высокими газовыми факторами [4]. Газовый фактор скважин Северного Кавказа, в среднем, составляет 1÷3 м³/м³.

Основным солеобразующим компонентом геотермальных вод скважин на территории Предкавказья, как показала практика, является карбонат кальция. Исследования твердых отложений в системах, использующих эти воды, показывают, что на 90% они состоят из модификаций карбоната кальция (арагонит, кальцит). Кристаллическая модификация (структура кристаллов), а также плотность этих отложений зависят от температуры, давления, химического состава вод и ряда других факторов[5].

Разнообразие геотермальных вод в природе и разнообразие практического их использования в различных целях диктует необходимость разработки новых технических и технологических решений для эффективного использования тепловой энергии геотермальных вод и попутных с ними горючих газов. В этом плане актуальными являются задачи максимального извлечения попутных с геотермальной водой горючих газов, в частности, метана, как наиболее распространенного продукта подземных термоминеральных вод Предкавказья и защиты энергетического оборудования геотермальных систем от твердых отложений [5,6,7].

Ниже (рис.1) представлена геотермальная энергетическая установка, предназначенная для выработки тепловой и электрической энергии с использованием утилизированного горючего газа [8]. В данной установке, помимо утилизации горючих газов, реализованы разработки по защите энергетического оборудования от отложений карбоната кальция путем подкисления воды, а также охлаждения стенки теплообмена [9,10].

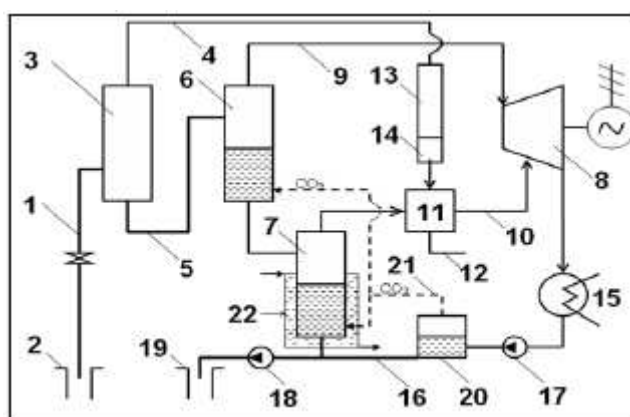


Рис.1. Геотермальная установка с подкислением геотермального теплоносителя углекислым газом и охлаждением стенки расширителей.

Установка работает следующим образом. Вода из скважины 2 по линии 1 поступает в газоотделитель 3, в котором отделяется нерастворенный газ. Далее насыщенная при соответствующей температуре газами вода поступает в первую ступень 6, а из нее во вторую ступень 7 расширителя. В результате снижения давления в ступенях 6 и 7 образуется пар, который по линиям 9 и 10 подачи рабочего тела поступает в турбину 8.

Выделившийся в газоотделителе 3 горючий газ (газы) поступает в двухступенчатый конверсионный центр 13 и далее в водородный фильтр 14. Отфильтрованный в водородном фильтре 14 от двуокиси углерода водород поступает в камеру 11 сгорания. Полное сгорание

водорода в атмосфере кислорода с получением водяного пара повышает температуру поступающего в турбину 8 рабочего тела и снижает его влажность. Отработавший в турбине 8 пар конденсируется и закачивается насосами 17 и 18 вместе с отработавшей водой из расширителя в скважину 19 обратной закачки. По линии 21 часть углекислого газа, собранного в емкости 20 после паровой турбины 8, подается в ступени 6 и 7 для подкисления отработавшей в них воды. Это способствует снижению отложений карбоната кальция как на стенках ступеней 6 и 7 расширителя, так и в паровой турбине 8. Рубашка охлаждения 22 выполняет роль не только теплообменника – утилизатора тепла отработавшей воды, но также и роль охладителя стенки ступени 7 расширителя приводит к еще большей стабилизации отработавшей воды в пристенном слое, что дополнительно влияет на снижение отложений карбоната кальция на стенке данной ступени.

Необходимо отметить, что наиболее интенсивные отложения карбоната кальция в оборудовании геотермальных энергоустановок наблюдаются в последней ступени расширителя, так как в данной ступени наиболее низкое парциальное давление углекислого газа. Поэтому, охлаждение стенки ступени 7 расширителя предлагаемой энергоустановки дополнительно к подкислению отработавшей воды углекислым газом, приводит к резкому снижению (а то и предотвращению) твердых отложений карбоната кальция на стенках данной ступени. Контроль солеотложения в оборудовании ведется датчиками солеотложения, представленными в работах [11,12].

В другой энергетической установке (рис.2) предусмотрен барботаж геотермального теплоносителя парами воды, полученными в самой же геотермальной установке, для более высокого выхода горючего газа из него.

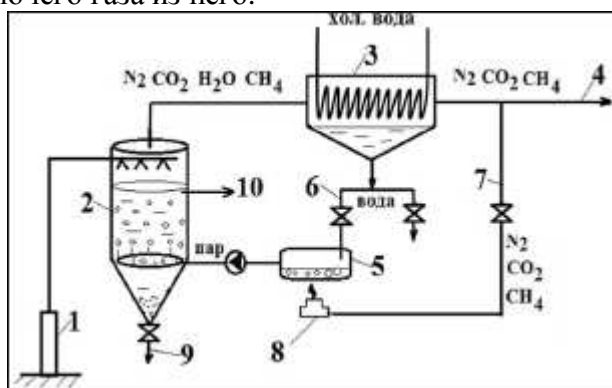


Рис.2. Энергетическая установка с барботажом геотермального теплоносителя парами воды

Установка работает следующим образом. Геотермальный теплоноситель из скважины 1 поступает в дегазатор 2. Отделенная газовая фаза с содержанием CO_2 , H_2O , CH_4 , N_2 поступает для сушки в емкость 3, после чего по линии 4 идет к потребителю и далее по линии 7 на получение пара в емкости 5 из конденсата, поступающего из емкости 3 по линии 6. Одновременно в дегазаторе 2 осуществляется обработка геотермального теплоносителя частицами кристаллической затравки по известной методике, представленной в работах [13,14,15]. Это способствует не только стабилизации воды, но также и более глубокому выходу растворенных газов. В данном случае в связи с увеличением выхода углекислого газа, приводящего к еще более глубокому нарушению карбонатно-кальциевого равновесия в геотермальной воде, в перспективе необходимы исследования по оптимизации режимных параметров энергетического оборудования геотермальных систем по защите его от карбонатных отложений.

Литература

1. Маврицкий, Б.Ф. Термальные воды складчатых и платформенных областей СССР /Б.Ф. Маврицкий. – М.: Наука, 1971. – 242 с.
2. Крайнов, С.Р. Геохимия подземных вод: теоретические, прикладные и экологические аспекты /С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец; под ред. Н.П. Лаверова. – М.: Наука, 2004. – 667 с.

3. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья.- М.:Наука. МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 260 с.
4. Акулинчев Б. П., Панченко А. С., Пугачева М. Ф.. Водорастворенные газы Предкавказья и проблемы их использования в народном хозяйстве // Ресурсы нетрадиционного газового сырья и проблемы его освоения. Ленинград, 1990 г. С. 138-144.
5. Ахмедов Г.Я. Защита геотермальных систем от карбонатных отложений. М.: Научный мир, 2012.- 330 с.
6. Ахмедов Г.Я. Твердые отложения карбоната кальция в геотермальных системах // Альтернативная энергетика и экология.- 2010.- № 11.- С. 81- 86.
7. Ахмедов Г.Я. К вопросу об эксплуатации энергетических систем в условиях декарбонизации геотермальных вод // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2013. № 28. С. 63-69.
8. Пат. 91384 РФ, МПК F03G 7/00. Геотермальная установка /Ахмедов Г.Я. Оpubл. 10.02.2010. Бюл. № 4.- 2 с.
9. Ахмедов Г.Я. Работа геотермальных систем теплоснабжения в режиме без солеотложения // Промышленная энергетика. 2010. №4. С.54-59.
10. Ахмедов Г.Я. Защита геотермальных систем водоподготовки от карбонатных отложений // Энергосбережение и водоподготовка. 2010. № 6. С. 18-21.
11. Ахмедов Г.Я. Измерение толщины солеотложения в геотермальных системах // Ползуновский вестник. 2011. № 3/1. С. 175-178.
12. Ахмедов Г.Я. О некоторых методах контроля солеотложения в геотермальной энергетике // Промышленная энергетика. 2010. № 6. С. 58-62.
13. Ахмедов Г.Я. Повышение эффективности использования геотермальной воды для горячего водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 2. С. 18-23.
14. Ахмедов Г.Я. Стабилизационная обработка геотермальных вод// Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 6. С. 33-38.
15. Ахмедов Р.Б., Новиков Б.Е., Ахмедов Г.Я. Исследование метода предотвращения отложений солей в геотермальных системах путем рециркуляции затравочных частиц // Промышленная энергетика.- 1986. №11. С. 41-43.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНА СЛАНЦЕВОГО ДАГЕСТАНА

*Курбанова Л.М.**Институт геологии ДНЦ РАН*

Дана гидрогеологическая характеристика Сланцевого Дагестана, рассматриваются особенности его формирования как гидрогеологического района. Приводятся типы подземных вод, характерных для района, закономерности их распространения. Более подробно описаны минеральные воды рассматриваемого гидрогеологического района.

Ключевые слова: Сланцевый Дагестан, подземные воды, минеральные источники.

Keywords: Shale Dagestan, underground water, mineral springs.

Сланцевым Дагестаном называется самая высокогорная часть Дагестана, включающая северный склон Главного и Боковой хребты Большого Кавказа. Это область распространения нижнеюрских и среднеюрских отложений средней мощностью 6500-7000 м, преимущественно представленных аспидными сланцами, откуда и произошло ее название. В тектоническом отношении Сланцевый Дагестан соответствует альпийской зоне Кавказской геосинклинали. Альпийская зона включает в себя ядро Главного Кавказского мегантиклинория, которое состоит из ряда крупных горстов и грабенных Главного и Бокового хребтов, для которых характерно блоковое строение фундамента, интенсивная раздробленность зон разломов, множество дизъюнктивных нарушений.

В геологическом разрезе Сланцевого Дагестана помимо сланцев присутствуют также песчаники, алевролиты и аргиллиты.

Наиболее древними породами мезозойских отложений горной части Дагестана являются сильно метаморфизованные темно-серые аспидные сланцы и песчаники нижней юры, которыми сложены Главный Кавказский и Боковой хребты, а также заключенные между ними котловины. Среднеюрские отложения представлены плотными глинистыми и песчано-глинистыми сланцами, распространенными узкой полосой во внутреннем Дагестане, разделяя районы Сланцевого и Известнякового Дагестана. Отложения верхней юры представлены песчано-мергелистыми, глинистыми и доломито-известняковыми породами. Они протягиваются узкой полосой с юга-востока на северо-запад Дагестана. Плотные доломито-известняковые породы слагают возвышенности и хребты Шалбуздаг, Шунудаг, Гуниб, Сала-Тау и др. В пределах Сланцевого Дагестана выделяются ряд антиклинальных и синклиналильных структур, разделенных крупными разломами – Ахтычайским, Самурским, Тлярятинским и др., от которых отходит ряд более мелких разрывов и нарушений, создающих целые зоны тектонических нарушений. Породы сильно дислоцированы, метаморфизованы, пронизаны дайками, многочисленными кварцевыми жилами, которые зачастую являются гидротермальными жилами оруденения.

Северный склон Главного Кавказского хребта в Дагестане представляет собой, так называемый рудный пояс, к которому приурочены ряд месторождений и рудопроявлений меди, свинца, цинка, ртути и других полиметаллов. Эти рудопроявления связываются с глубинными разломами общекавказского и поперечного простирания, к которым относятся Главный Кавказский, Тлярятинский, Кичитлинский и ряд других разломов, которые сопровождаются зонами дробления мощностью до нескольких сотен метров.

Совокупность геолого-тектонических, физико-географических, гидродинамических, геотермических и геохимических особенностей позволяет четко выделить Сланцевый Дагестан в качестве самостоятельной гидрогеологической зоны – гидрогеологического района Сланцевого Дагестана [1].

Гидрогеологический район Сланцевого Дагестана занимает высокогорную часть Дагестана, Чечни и Северной Осетии с абсолютными отметками 2000-4550 м, и простирается от верховьев р. Самур до склонов Казбека. Рельеф интенсивно расчленен. Характерно наличие многочисленных рек и ручьев, сливающихся в крупные реки, выходящие на низ-

менности, и в придельтовых участках распадающиеся вновь на многочисленные рукава и протоки, впадающие в море.

В горных районах, где выпадает от 600 до 1200 мм осадков в год, формируется подавляющее большинство рек (92%) и соответственно речная сеть в здесь достигает наибольшей густоты (более 1,3 км на км²) [2].

Большое влияние на распределение речной сети оказывает и проницаемость пород и грунтов. Наличие густой речной сети с глубокими до 1,0-1,5 км местными базами эрозии и мощных зон тектонической трещиноватости, привело к интенсивному водообмену, гидрогеологической промытости зон выше базиса эрозии, интенсивной вертикальной проницаемости пород, а также глубокому геотермическому охлаждению недр.

В питании рек этого района определенная роль принадлежит подземным водам. Согласно данным гидрологических наблюдений, от 20 до 36% речного стока формируется за счет подземных вод. Химический состав речных вод представлен главным образом гидрокарбонатом и кальцием. Минерализация изменяется от 90 до 250 мг/л, а в восточной части района повышается до 400 мг/л [3].

В речных водах в зимнюю межень наблюдается резкое увеличение некоторых компонентов химического состава, что говорит о значительной разгрузке подземных вод в реки. Особенно это характерно для районов с широким развитием минеральных источников. Пример этому – повышенное содержание сульфатного иона в р. Курах и Ахты-чай, что можно объяснить только поступлением в реки подземных сульфатных вод, широко развитых в бассейнах этих рек.

Крупные реки, формирующиеся на северных склонах Главного и Бокового хребтов: Терек, Аргун, Андийское Койсу, Аварское Койсу, Казикумухское Койсу, Самур. Модуль поверхностного стока колеблется от 10 до 40 л/сек/км². Соответственно модули пресных и ультрапресных вод подземного стока колеблются от 1 до 9 л/сек/км² и в среднем составляют 3-5 л/сек/км² [1].

На некоторых хребтах и отдельных вершинах высокогорного Дагестана лежат вечные снега и ледники, содержащие значительные запасы воды. Они являются одним из источников питания горных рек. Горные озера в высокогорной зоне Дагестана обычно небольшие по площади, но глубокие. Наиболее распространены озера ледниково-моренного происхождения. Общая площадь ледников Дагестана равна 71 км² [6].

Подземные воды гидрогеологического района Сланцевого Дагестана по своему генетическому типу подразделяются на 3 основные группы.

Первая самая многочисленная группа – это ультрапресные и пресные воды зоны активного водообмена мощностью от нескольких сотен до тысячи метров и более. Воды инфильтрационного происхождения, сложного состава, гидрокарбонатно-сульфатного анионного и кальциево-натриевого катионного состава с низким содержанием микроэлементов или их отсутствием. Это родники, главным образом нисходящего типа. По характеру циркуляции воды пластово-трещинные и порово-грунтовые аллювиально-делювиальных отложений. Дебиты источников колеблются в широких пределах, но в большинстве своем не превышают 1,5 – 2 л/сек, в редких случаях достигая 15 – 20 л/сек.

Вторая группа – подземные воды зоны выщелачивания колчеданных и полиметаллических рудопоявлений. На участках рудопоявлений воды содержат высокие концентрации сульфат-иона, железа, меди, цинка (Кизил-Дере, Мачхалор, Борч), что делает эффективными гидрогеохимические методы их поиска.

Третья группа – аazonальные минеральные воды восходящих источников глубинного происхождения, дренируемые большим количеством тектонических нарушений.

Подробнее остановимся на минеральных водах.

В Сланцевом Дагестане к настоящему времени выявлено и изучено около 100 источников минеральных и термальных вод – углекислых, азотно-метановых, солянощелочных, сульфидных, содовых, без специфических компонентов и др. Тектонические разломы, разрывы и трещиноватые зоны Сланцевого Дагестана, особенно ее центральной части, контролируют выходы углекислых, содовых, а также соляно-щелочных минеральных и термальных вод глубокой циркуляции, выходов метана и других углеводородов. В восточной части района преобладают источники азотно-метановых, сульфидных вод и вод

без специфических компонентов. По мере движения на запад они замещаются углекислыми холодными и слаботермальными источниками разнообразного химического состава.

Наличие глубинных разломов Кавказского и антикавказского направления, многочисленных интрузии и рудопроявлений различного состава, глубокая эродированность рельефа обусловили разнообразие минеральных источников и определенные закономерности в их распределении. К осевой части Главного Кавказского хребта и его северным склонам приурочены пресные и слабоминерализованные гидрокарбонатно-натриевые воды, которые в северо-восточном направлении полностью замещаются гидрокарбонатно-хлоридными и хлоридно-гидрокарбонатными натриевыми водами, занимающими всю северо-восточную часть Сланцевого Дагестана. Зона хлоридно-гидрокарбонатных вод на западной (Ботлих-Цумада) и восточной окраинах (Хучни-Касумкент) переходит в смешанные типы вод по анионному и катионному составу. Хлорнатриевые типы минеральных вод представлены лишь отдельными участками в районах Тлярата-Бежта, Кахиб-Гуниб, Рутул-Ахты, что свидетельствует об их азональности. Отмеченная зональность минеральных вод хорошо согласуется с геологическими условиями: к наиболее промытой осевой части Главного Кавказского хребта приурочены пресные гидрокарбонатные воды, которые в северо-восточном направлении замещаются гидрокарбонатно-хлоридными, хлоридно-гидрокарбонатными и смешанными типами вод. Чисто хлорнатриевые и щелочноземельные минеральные воды средней минерализации приурочены к зонам Бежтинской депрессии и синклинорию между Курахом и Рутулом в верховьях Самура, что свидетельствует о меньшей промытости синклинальных депрессии, несмотря на большую пересеченность рельефа.

Большинство источников центральной части горного Дагестана относится к мало- и среднеминерализованным (1-3 г/л). Воды сложного состава, часто сульфатные с низким содержанием микроэлементов или их отсутствием. Но есть и азональные явления, которые объясняются особенностью формирования их химического состава: наличие высокоминерализованных вод Кванхидатля и Нижнего Инхело близ Ботлиха; маломинерализованные бессульфатные хлоридно-натриево-кальциевые воды Хзанорских источников в Цунтинском районе.

Йодо-бромные источники в зоне Центрального горного Дагестана составляют исключение (Датунский №1 – 29,4 мг/л и Курклинский – 25,3 мг/л, Бартнихул – 38,78 мг/л, Шовкринский горячий источник – 68,3 мг/л).

Содержание бора также низкое, от 0,1 – 0,8 до 8,3 – 15,8 мг/л. Но отмечаются и азональные явления: в верховьях рек Андийское Койсу и Аргун к тектоническим разрывам, секущим верхне-тоарские песчано-сланцевые окварцованные породы, приурочены восходящие Тиндинские, Инхокваринские, Куанские и Итумкалинские углекислые боросодержащие (В 236-361 мг/л) соляно-щелочные холодные источники с минерализацией вод 7–13 г/л. Величина изотопного соотношения $^3\text{He}/^4\text{He}$ в последних составляет $(0,35 \div 1,6) \cdot 10^{-6}$, что указывает на присутствие в этом сегменте мегантиклинория неинтрузивных тел, связанных с мантией. Все это и ряд геолого-тектонических и гидрогеологических особенностей послужило основанием для открытия в недрах верховьев Андийского Койсу и Аргуна провинции углекислых минеральных вод и металлогении [1].

Кремнистых источников в Центральном горном Дагестане – 5 (Кванхидатлинский №3, Хзанорский термальный №1, Датунский №1, Вачинский, Цуннара). Вообще же источники этой зоны содержат более высокие количества кремниевой кислоты (H_2SiO_3), чем в Приморском и Предгорном Дагестане.

Около 30 источников Центрального горного Дагестана относится к сероводородным. Однако только 6 из них содержат общего сероводорода выше бальнеологической нормы и относятся к сульфидным (Агвалинский – 11,7 мг/л, Шауринский – 10, Верхне-Каранайский – 31,9 мг/л, Кородинский – 31,7 мг/л, Курклинский – 23,0 мг/л и Хосрехский №1 – 11,8 мг/л). Остальные содержат не более 9 мг/л сероводорода [4].

В южной части горного Дагестана минеральные источники маломинерализованные с повышенным содержанием гидрокарбонатов и сульфатов. Воды с повышенным содержанием хлора и гидрокарбонатов формируются в зонах замедленного водообмена в

глубоких горизонтах за счет метаморфизма (катионный обмен и восстановление сульфатов) – Ахтынские источники, Джани, Хновские (средняя группа), Кальяльский, Каканский.

Источников с содержанием йода, брома и бора в пределах бальнеологической нормы в горной части южного Дагестана не обнаружено.

К железистым источникам может быть отнесен Ашарский (Fe 36 мг/л), к литиевым – Кутульский содовый (Li 2,1 мг/л) [3].

Мышьяковистых источников (содержание As выше 0,7 мг/л) нет.

Примерно треть источников Южного горного Дагестана содержат сероводород, но только 4 из них являются сульфидными, т.е. количество свободного H_2S в их составе выше бальнеологической нормы: Хпеджский №3 – 10,5 мг/л, Сарагский – 13,6 мг/л, Ялакский №1 – 12 мг/л и Джабинский – 16,0 мг/л. В остальных содержание H_2S составляет не более 6 мг/л [4].

В источниках этой зоны количество растворенной углекислоты (CO_2) колеблется в пределах от 8,6 до 142 – 149 мг/л и только один источник – Гапсахский, в воде которого содержание CO_2 346,5 мг/л. Газирующих углекислых источников в этой зоне не обнаружено [3].

По температуре подавляющее большинство источников этой зоны относится к холодным. Термальные составляют менее 25% и, как правило, все они приурочены к зонам глубинных тектонических нарушений.

Литература

1. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. Москва: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 260 с.
2. Гюль К.К., Власова С.В., Киссин И.М., Тертеров А.А. Физическая география Дагестанской АССР. Махачкала: Дагкнигоиздат, 1959.
3. Справочник «Термоминеральные источники Дагестана». Фонды лаборатории гидрогеологии ИГ ДНЦ РАН. 117 с.
4. Гецеу В.В. Минеральные источники Дагестана. Махачкала, 1964. 144 с.
5. Лаврушин В.Ю. Подземные флюиды Большого Кавказа и его обрамления. Тр. Геологического института, вып. 599. Москва: ГЕОС, 2012. 348 с.
6. Атаев З.В. Высокогорные ландшафты Восточного Кавказа // Географический вестник. №1, 2012. С. 4-8.

ДОБЫЧА НЕФТИ И ДЕБИТЫ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН КАК ИНДИКАТОРЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Магидов С.Х.

Институт геологии ДНЦ РАН

В подготовке сильных землетрясений могут принимать участие не только эндогенные факторы в окрестностях очага формирования сейсмического события, но и геодинамические процессы. Индикатором их проявления могут служить изменение дебитов нефтегазовых скважин и суммарные объёмы добычи нефти в регионах.

Ключевые слова: геодинамика, дебит нефтяных скважин, добыча нефти, сильные землетрясения.

Preparation of strong earthquakes includes both the endogenous factors in the vicinity of the seismic event forming focus and geodynamic processes. Changing the flow rates of oil and gas wells and the total volume of oil production in the region may be an indicator of their manifestations.

Keywords: geodynamics, flow rate of oil wells, oil production, strong earthquakes.

Имеется ряд публикаций, увязывающих нефтегазодобычу с сейсмичностью [1-3]. Так, французские авторы Ж.Грассо и Ф.Волан с соавторами обнаружили связь между извлечением углеводородов и локальными техногенными землетрясениями на примере Пиренейского района. Ими было показано, что сейсмические события корреляционно связаны с извлечением флюида. В работе [2] рассматривалась сейсмическая опасность и возможные геозкологические последствия форсированной добычи углеводородов на Каспии, и высказывалось предположение о возможности проявления сильнейшего техногенного землетрясения. В Дагестане корреляции между добычей нефти и сейсмичностью были получены в работе [3]. За период шестидесятых- семидесятых годов были выявлены хорошие корреляции между этими параметрами. Рост добычи нефти сопровождался увеличением уровня сейсмичности, а падение добычи, соответственно, вызывало снижение сейсмичности. Однако уже с конца восьмидесятых годов такого соответствия не наблюдалось. По предположениям автора возможной причиной отсутствия чётких корреляций на рассматриваемом участке могло стать истощение нефтегазовых месторождений и связанное с этим увеличение обводнённости нефти. Наблюдаемые на графиках кривые со снижающимися объёмами добычи нефти не всегда означают снижение суммарного отбора жидкости. Фактические же объёмы извлечения флюидов, включающие в себя и попутные пластовые воды, могут и возрасть. И всё же, несмотря на подобные объяснения, отсутствие корреляций на отдельных участках графика вызывало определённые сомнения в том, что обнаруженные соответствия между нефтедобычей и сейсмичностью в пределах целого региона не является простой случайностью. И, хотя определённые соответствия между нефтедобычей и сейсмичностью были обнаружены и для Чеченской республики, нами были предприняты попытки поиска более информативных параметров для сопоставлений. В качестве такого параметра был выбран дебит нефтяных скважин. То, что он может оказаться более информативным параметром для сопоставления с уровнем сейсмичности, следовало из теоретических представлений. К тому же, во многих случаях имелась хорошая корреляция между объёмами добычи нефти и средним дебитом скважин. Такие корреляции были выявлены для Дагестана и Азербайджана. Аналогичные корреляции были обнаружены для Чеченской республики, для Украины и других регионов. Сопоставление дебита нефтяных скважин с уровнем сейсмической энергии показало для Дагестана лучшие показатели корреляции по сравнению с сопоставлением сейсмического показателя с объёмами нефтедобычи [4].

Поэтому идея изучения связей между нефтедобычей и сейсмичностью в других регионах представлялась проблемой весьма актуальной. В частности в качестве одного из объектов исследования данной проблемы был выбран Азербайджан [4].

Эта республика является одним из самых старых нефтедобывающих регионов мира и расположена в сейсмически активной зоне, поэтому является подходящим регионом для

выявления корреляционных соотношений по данной проблеме. Но даже простой анализ динамики нефтедобычи в Азербайджане и сопоставления с сейсмичностью свидетельствует о наличии многочисленных совпадений, подтверждающих версию о наличии определенных соответствий.

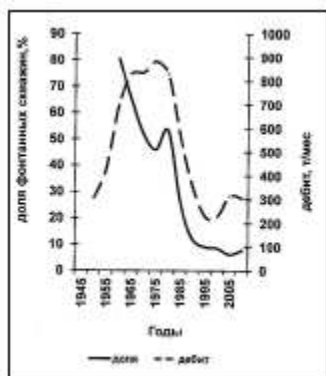
Так, небольшой пик добычи нефти в Азербайджане проявился на графике ещё в 1879 году, а в марте 1879 году произошло Ардебильское землетрясение с магнитудой 6,5 единицы.

На кривой добычи нефти в Азербайджане в 1901 году отмечен хорошо выраженный локальный максимум, а в феврале 1902 произошло сильнейшее Шемахинское землетрясение магнитудой 6,9. Локальный максимум добычи нефти в Азербайджане (порядка 20 млн. т) был достигнут в 1936-41 годах, а в сентябре 1936 года произошло Закатальское землетрясение магнитудой 5,3. Другой локальный максимум, порядка 13 млн. тонн был достигнут в 1948-51 годах, и в июне 1948 года произошло Закатальское землетрясение магнитудой 6,1 единицы. В Дагестане и Чечено-Ингушетии на пике добычи также произошли сильные землетрясения в 1970 и 1971 годах. Первоначально, такие соответствия были обнаружены нами между нефтедобычей и дебитом скважин для нефтегазовых объединений «Дагнефть» и «Грознефть», а затем и для целого ряда других объединений. Для Дагестана и Чеченской республики дебит скважин оказался более информативным параметром при сопоставлении с сейсмичностью. Предварительные данные по Азербайджану в целом свидетельствуют о том, что и в данном регионе дебит нефтяных скважин оказывается информативным параметром для сопоставления с сейсмичностью [4].

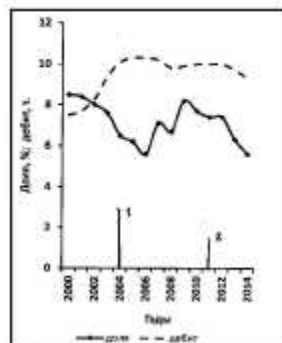
В предыдущих работах нами была предпринята попытка выявить влияние добычи нефти и газа на уровень сейсмического режима, для территории РФ и определенные корреляции удалось выявить. Дальнейший анализ позволил сделать вывод о том, что нарушение равновесия в недрах, по-видимому, связаны не только с интенсивным отбором флюида, но и воздействием природных геодинамических факторов, которые, могли влиять на пластовые давления в нефтеносных пластах, что соответственно отразилось на изменении дебитов скважин. Такое волнообразное в виде пика изменение дебитов нефти и газа нами трактовалось как прохождение в геологической среде через территории ДАССР и ЧИАССР волны сжатие-растяжение. Вероятно, это была своего рода продольная волна, но с периодом, превышающим периоды сейсмических колебаний на 7-8 математических порядков. Для более крупных территорий в ряде работ предпринимались попытки выявить наличие подобных волн при анализе динамики пластовых давлений во времени, но в большинстве случаев подтверждающие материалы, позволяли и альтернативные толкования.

Анализ динамики дебитов нефтегазовых скважин РФ, предположительно вызванной прохождением геодинамической волны на значительных территориях, позволил говорить о наличии определённой связи с проявлениями, прежде всего, сверхсильных землетрясений. Если рассмотреть изменение дебитов и доли фонтанных скважин в РФ за достаточно большой период по пятилетиям, то можно отметить наличие пика на кривой дебитов нефтяных скважин в районе 2005 года. Об этом свидетельствуют данные представленные на рис. 1.

26 декабря 2004 года произошло крупнейшее Суматранско-андаманское землетрясение в Индонезии с магнитудой 9,3. Было принято за рабочую гипотезу предположение о том, что подготовка землетрясения такой силы сопровождалась изменениями геофизических условий на обширных территориях, что и отразилось на появлении заметного пика на кривой дебита. По нашей версии появление его в значительной степени связано с прохождением геоволны «сжатие-растяжение». Более детальная графика представлена на рис. 2.



1.- Суматранско-Андаманское землетрясение. $M=9,3$ (26.12.04)



2. Великое Восточно-Японское землетрясение (Тохоку-Оки) $M=9,0$ (11.03.11)

Рис.1. Среднемесячный дебит нефтяных скважин дебитов

в РФ и динамика доли фонтанных скважин. нефтяной

Рис.2. Динамика среднесуточных

и доли фонтанных скважин в

отрасли РФ и сильные земле-

трясения.

Из рис.2. видно, что с начала 2000 до 2004 года происходит относительно быстрый рост дебитов, а затем в течение 4 лет данный показатель держится почти на одном уровне, заметное снижение начинается с 2007 года, а затем появляется новый очень пологий пик, который начинает ниспадать с 2012 года. Этот второй более пологий пик, вероятно, можно связать с Великим Восточно-Японским землетрясением (Тохоку-Оки) с магнитудой 9,0, произошедшим 11 марта 2011 года.

На кривой доли фонтанных скважин рис. 1 наличие главного пика объясняется резким наращиванием закачки воды в подземные горизонты в соответствующий период времени для поддержания пластовых давлений. Такая интерпретация приведена в ряде работ, и она представляется наиболее обоснованной [5]. На рис. 2 на кривой доли фонтанных скважин наблюдается несколько пиков, которые могут быть объяснены действием разнонаправленных факторов. В дальнейшем предполагается более детальное изучение данного вопроса.

Следующим этапом исследования, должно было стать более детальное изучение изменения дебитов по регионам, но отсутствие соответствующих данных вынудило в качестве изучаемого параметра в региональном масштабе довольствоваться менее информативным показателем таким, как «годовая добыча нефти». Результаты представлены на рис. 3 и рис.4.

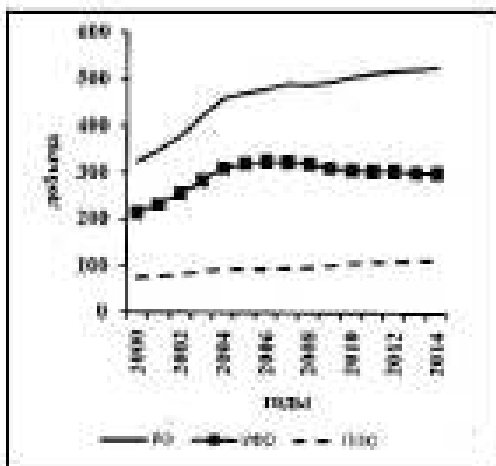


Рис.3. Добыча нефти, включая газовый ДФО). конденсат по РФ и регионам (млн. тонн)

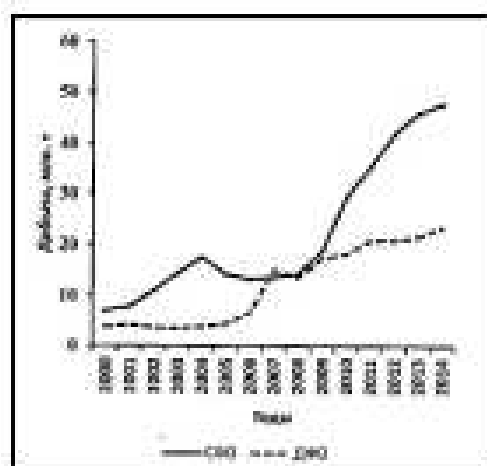


Рис.4. Добыча нефти по регионам РФ (ДФО и

На рис. 5 приведена схема расположения федеральных округов Российской Федерации.



1. Приволжский (ПФО). 2. Уральский (УФО). 3. Сибирский(СФО); 4. Дальневосточный (ДФО).

Рис.5. Административное деление РФ. Федеральные округа

Предполагалось, что в случае распространения геодинамической волны (пересекая меридианы) в восточном направлении наибольший эффект должен был проявиться в Уральском федеральном округе, в котором добывается большая часть нефти РФ. Однако из рис.3 видно, что хотя пик на кривой добычи нефти в УФО и присутствует, но он несколько смещен относительно 2004 года. Необходимо, при этом, отметить, что основная часть прироста добычи приходится на 2000-2004 гг. Это обстоятельство требует дополнительного изучения и соответствующих интерпретаций. На этом же рисунке на кривой добычи нефти в ПФО полностью отсутствует пик. Это связано, вероятно, с исполнением плановых заданий по неуклонному наращиванию добычи в этом важном для народного хозяйства нефтедобывающем регионе, независимо от изменения условий в недрах.

На рис.4 наиболее четкий пик в районе 2004 года выявлен на кривой добычи нефти Сибирского федерального округа. На кривой добычи Дальневосточного федерального округа также есть пик, но смещенный на три года. Вероятно, это связано с прохождением волны от УФО до ДФО, а это составляет несколько тысяч километров.

Литература

1. Грассо Ж.Р., Волан Ф., Фурментро Д., Мори В. Связь между извлечением углеводородов, локальными техногенными землетрясениями и крупными региональными землетрясениями на примере Пиренейского района // Механика горных пород применительно к проблемам разведки и добычи нефти. М., Мир, 1994. С.279-289.
2. Магидов С.Х. Сейсмическая опасность и возможные геоэкологические последствия разработки нефтегазовых месторождений на Каспии // Влияние сейсмической опасности на трубопроводные системы в Закавказском и Каспийском регионах. Москва, 2000. С. 274-275.
3. Магидов С.Х. Добыча нефти и сейсмичность // Труды института геологии ДНЦ РАН. Геология и нефтегазоносность юга России. Махачкала, 2008. С.70-74.
4. Магидов С.Х. Истощение нефтегазовых месторождений Азербайджана и некоторые геоэкологические проблемы // Правильный путь. Махачкала, 2010. С.107-111.
5. Магидов С.Х. Искусственная дефлюидизация недр Земли и чрезвычайные ситуации глобального масштаба // Гелиогеофизические исследования. 2014. Вып.8. С. 67-71.

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ

Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш.

Институт геологии ДНЦ РАН, Дагестанский государственный университет

Современные геоинформационные технологии дают возможность хранения и обработки разнообразной пространственной информации накопленной человечеством в хозяйственной деятельности в виде разнообразных электронных карт. Примером таковой является электронная карта Северо-Дагестанского артезианского бассейна, к которой привязана база данных параметров артезианских скважин. Такая организация данных позволяет на высоком научно-методическом уровне решать широкий спектр научных и прикладных задач, связанных с анализом полевых материалов. В данной статье рассмотрены вопросы по содержанию базы данных в актуальном состоянии, описана ее структура и приведены примеры ее использования для инженерно-геологических работ. На основе информации из базы данных построены специальные карты, обладающие достаточной степенью детальности для принятия проектных решений на стадии ТЭО.

Ключевые слова: геоинформационные системы, Дагестан, электронная карта, база данных

Разработка ГИС является новым, важным этапом развития научных исследований, особенно в направлениях, которые имеют прямое отношение к изучению пространственных особенностей природных объектов, в частности в геологии. Также для разработки ГИС большое значение имеет прогресс элементной и программной базы современных ЭВМ. В настоящее время имеются мощные системы обработки геоданных, создаваемые крупными компаниями, которые широко используются в разных странах, самой известной из которых является ArcGIS.

Уникальную специфику электронной карте обеспечивает наличие многочисленных дополнительных информационных слоев (топооснова, административные районы, населенные пункты, гидрография, села, транспорт и т.д.), объединение которых с собственно «полезной» информацией из базы данных обеспечивает электронной карте наглядность и высокую информативность. Разработанная нами база данных имеет открытую архитектуру и может быть дополнена любой информацией полученной в ходе полевых исследований, что даст возможность отразить современное состояние геологических объектов, в условиях значительной динамики изменений их свойств, в первую очередь на территории Северного Дагестана. Основой для геоинформационной системы Северо-Дагестанского артезианского бассейна явилась электронная карта масштаба 1:100000, подготовленная в ГИС-центре Института геологии ДНЦ РАН. Для создания электронного варианта карты использовался программный продукт ArcGIS 9.3.

В процессе создания карты была проведена привязка карты-основы к выбранной системе координат и перевод пространственных объектов в электронную форму. Используя возможности модуля Arc Catalog, созданы шейп-файлы, в которых содержится информация о различных геологических объектах. При создании шейп-файла задается соответствующее имя и определяется тип объектов, которые он будет содержать (линии, точки, полигоны). Для различной информации в специальных полях вводятся тип данных. К примеру, шейп-файлы содержащие информацию о распространения различных типов почв были оцифрованы в виде полигонов, шейп-файл «реки», оцифрован в виде полилиний, шейп-файл «скважины» – в виде точек. Каждый шейп-файл включает в себя таблицу атрибутов, которая содержит всю информацию о пространственных объектах. Например, таблица атрибутов шейп-файла «скважины», содержит следующие поля: номер скважины по каталогу, дебит, температура, абсолютная отметка и т.д.

После добавления атрибутивных полей начинается процесс редактирования в ArcMap. Его выполнение требует больших временных затрат, так как в зависимости от особенностей обрабатываемого картографического материала количество пространственных объектов в одном шейп-файле резко увеличивается.

После оцифровки пространственных объектов и создания атрибутивных таблиц можно использовать средства визуализации ArcGIS. В частности выбор цветов или другого внешнего вида по любому выбранному атрибуту или по их соотношению.

Также ArcGIS позволяют определять точные площади контуров по разным параметрам. Программа автоматически подготавливает необходимые компоненты для печати карт: создает координатную сетку, формирует легенду, масштаб и т.д.

Возможности визуализации пространственных данных в ГИС позволяют создавать картографические материалы качественного научного содержания. Также имеется возможность совместного показа на создаваемых картах самых разных геоинформационных данных.

Стадии инженерно-геологических работ в пределах артезианского бассейна можно разделить на три основные категории: планирование; обоснование проекта (ТЭО); специальные инженерно-геологические работы под конкретные скважины. В период 2002 - 2008 годы были выполнены работы по созданию базы данных гидрогеологической информации, в которую было включено более 1600 скважин [1]. На этом материале могут быть построены специальные инженерно-геологические карты для разработки плана развития бассейна.

Оценка геологических условий территории в настоящее время невозможна без геоинформационных технологий [2,3]. Технологии ГИС широко используются для инженерно-геологического картирования, планирования развития территорий, прогноза опасных природных процессов, оценки различных рисков [3-5]. Все подобные работы основываются на системе управления базами данных геологической информации, которые позволяют получать новую информацию путем моделирования. Полноценная ГИС должна включать четыре основных компонента: ввод информации (табличный набор, сканирование картографического материала, дистанционные методы); хранение, оперативное использование и пополнение данных; обработка и моделирование полей геологических параметров; представление информации (карты, таблицы или отчеты). Наиболее мощными пакетами в этой области являются продукты фирмы ESRI. Использование этих технологий позволяет не только отражать имеющиеся данные в виде карт и различных полей свойств, но и проводить анализ данных, моделирование геологических полей во времени и пространстве, получать новую информацию. База данных ориентирована на использование программных продуктов ESRI, которые полностью соответствуют поставленным задачам.

В статье приводится описание методики создания гидрогеологической базы данных Северо-Дагестанского артезианского бассейна и демонстрация возможностей ее использования для проектирования и инженерно-геологических работ. Рассматриваемая база данных является частью более общей базы гидрогеологической информации Терско-Кумского артезианского бассейна. Результатом этих работ должно стать создание интегрированной ГИС для информационного обеспечения при обосновании проектов строительства конкретных скважин и планирования устойчивого развития территории бассейна.

Методика работ

Гидрогеологическая информация обобщалась по районам республики. База данных создана в системе управления базами данных Microsoft Access.

Структура базы данных представлена на рис. 1 и включает общую информацию по скважине (координаты, глубина, уровень грунтовых вод, абсолютная отметка, и др.), а также ее характеристики с описанием разреза, литологии пород, возраста, физико-механических свойств.

Для построения карт использовалась программа ArcGIS 9.3, которая поддерживает несколько видов работы с информацией:

создание пространственных баз данных в контексте общей модели данных ГИС (векторные объекты, растры, топология, сети и т.д.);

набор интеллектуальных карт, которые показывают пространственные объекты и отношения между ними на земной поверхности;



Рис. 3. Карта фактического материала артезианских скважин Ногайского района

Таблица 1. Данные о скважинах включенных в базу данных.

привязка							
№ п/п	Номер по каталогу	Первичный номер	дата учета	Обл.	Район	Населенный пункт	точное местоположение
1	16			Р.Д.	Ногайский	с. Восточно-Сухокумск	3 км к северо - востоку
2	87			Р.Д.	Ногайский	с. Калинин-аул	4 км к западу
3	193			Р.Д.	Ногайский	Кутан к-з Кирова	к-з Кирова

В ГИС центре Института геологии ДНЦ РАН разрабатывается система предназначенная для создания и трехмерной визуализации объемных математических моделей различных геологических объектов. Этой системой формируется объектно-ориентированная трехмерная цифровая модель, в любой точке которой оказываются определенными задаваемые при ее построении параметры - литолого-стратиграфические характеристики и петрофизические параметры пород, глубины залегания границ, данные геофизических исследований и пр. Объектный принцип создания модели означает, что каждый элемент модели (будь то рельеф дневной поверхности, контактная поверхность, скважина и т.д.) или их произвольная комбинация, представляет собой отдельный самостоятельный объект, допускающий работу с ним в отрыве от модели в целом.

В заключение необходимо отметить, что эта система проектируется максимально открытой, допускающей наиболее полную адаптацию к конкретным информационным средам, геологическим условиям и решаемым задачам. Причем отдельные модули системы разрабатывались или разрабатываются как автономные. Подобный подход дает возможность применять значительное число модулей в отрыве от системы как единого целого, для решения более узких задач, или же встраивать их в уже имеющиеся системы обработки геологической информации.

Выводы

База данных гидрогеологической информации должна включать как можно более полную информацию о геологической среде бассейна. На его основе возможно моделирование полей геологических параметров и получение новой информации о геоэкологической ситуации. Построение карт, разрезов 3D моделирование, методы геостатистики позволят прогнозировать развитие неблагоприятных геологических процессов. Предлагаемая база данных должна стать основой при создании интегрированной ГИС для целей проектирования в строительстве, прогнозирования устойчивого развития бассейна, оценки рисков от опасных геологических процессов, оптимизации инженерно-геологических работ. В итоге ГИС должна стать важным инструментом местных органов власти и бизнеса при региональном планировании. С другой стороны использование современных методов хранения и обработки информации позволит оптимизировать инженерно-геологические работы, что скажется на их качестве и стоимости.

Литература

1. Мамаев С.А., Баламирзоев М.А., Залибекова М.З. Особенности почвенного картографирования в условиях аридного климатического режима // Аридные экосистемы. Т.21, №1 (62), 2015.
2. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Информационные базы данных гидрогеологических параметров артезианских скважин Северо-дагестанского артезианского бассейна // Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия. труды института геологии днц р ан. Выпуск № 62. Институт геологии ДНЦ РАН. Махачкала, 2014. С.325-329.
3. Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мамаев С.А., Идрисов И.А., Геоинформационная система – «Почвы Дагестана» // Труды Института геологии ДНЦ РАН. Вып.61. Махачкала. 2012. С.207-211.
4. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Информационные базы данных гидрогеологических параметров артезианских скважин Северо-дагестанского артезианского бассейна // Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия. Труды института геологии ДНЦ РАН. Выпуск № 62. Махачкала, 2014. С.325-329.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ:
ОТ ДАГЕСТАНА ДО САХАЛИНА

Мамахатов Т.М.

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, тел. (383) 333-28-14, e-mail: mamakhatovtm@ipgg.sbras.ru

В статье рассматриваются условия и направления развития нефтегазовой промышленности России в ретроспективе, в настоящее время, а также на долгосрочную перспективу.

Ключевые слова: запасы нефти, добыча нефти, нефтяная промышленность России, технологии, Восточная Сибирь, Дальний Восток, качество запасов, нефть и газ Кавказа.

The article considers the conditions and directions of development of the oil and gas industry of Russia in retrospect, now and in the long term.

Keywords: oil reserves, oil production, oil industry, technology, Eastern Siberia, the Far East, the quality of the reserves, oil and gas of Kavkaz.

Нефтегазовый комплекс является основным фактором развития экономики России и источником дохода для устойчивого роста страны в долгосрочной перспективе. Экономика России и доходы бюджета во многом зависят от нефтегазового комплекса, что определяет ключевую роль этой отрасли в жизни страны. Только налог на добычу полезных ископаемых и экспортная пошлина на углеводороды и производные продукты формируют больше половины (51,4 %) федерального бюджета (Таблица 1), в то время как в стоимостной структуре экспорта доля углеводородов составляет уже 66,3 % (Таблица 2). Акции нефтегазовых компаний формируют в России 47 % всего фондового рынка страны, а дополнительные доходы от нефтегазового сектора позволили накопить международные резервы в размере 509 млн долл., на 1.01.2014 г., что вывело Россию на 5 место в мире по данному показателю.

От стабильности и конкурентоспособности российского нефтегазового комплекса напрямую зависит вся экономика страны и уровень жизни ее граждан и именно поэтому необходимо своевременно искать подходы к разрешению ключевых проблем отрасли.

В основе главных векторов развития нефтегазовой отрасли лежат закономерности и тенденции развития нефтегазового комплекса России за последние двадцать лет.

Таблица 1
Нефтегазовые доходы в структуре федерального бюджета РФ в 2005-2014 гг., млрд руб.

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Доходы федерального бюджета	5127	6 279	7 781	9 258	7 336	8 305	11 352	12 854	13 019	14 488
Нефтегазовые доходы	2160	2943	2899	4390	2984	3831	5640	6453	6 572	7 443
<i>Налог на добычу полезных ископаемых в виде углеводородного сырья</i>	<i>845</i>	<i>1083</i>	<i>1113</i>	<i>1592</i>	<i>969</i>	<i>1361</i>	<i>1988</i>	<i>2400</i>	<i>2 514</i>	<i>2 836</i>
Нефть	761	986	1 017	1 493	888	1 267	1 845	2 133	2 190	2 463
Газ горючий природный из всех видов месторождений углеводородного сырья	79	90	88	90	75	85	136	257	311	357
Газовый конденсат из всех видов месторождений углеводородного сырья	5	7	7	8	7	9	6	10	12	15
<i>Вывозные таможенные пошлины</i>	<i>1315</i>	<i>1860</i>	<i>1786</i>	<i>2798</i>	<i>2015</i>	<i>2469</i>	<i>3652</i>	<i>4053</i>	<i>4058</i>	<i>4607</i>

Нефть сырая	871	1 202	1 152	1 785	1 203	1 672	2 332	2 490	2 333	2590
Газ природный	247	344	303	490	433	193	384	433	479	493
Товары, выработанные из нефти	197	314	331	523	379	604	936	1130	1206	1482
Доля нефтегазовых доходов в федеральном бюджете	42,10%	46,90%	37,30%	47,40%	40,70%	46,10%	49,70%	50,20%	50,48%	51,37%
<i>Доля налога на добычу полезных ископаемых</i>	<i>16,50%</i>	<i>17,20%</i>	<i>14,30%</i>	<i>17,20%</i>	<i>13,20%</i>	<i>16,40%</i>	<i>17,50%</i>	<i>18,70%</i>	<i>19,31%</i>	<i>19,57%</i>
<i>Доля вывозной таможенной пошлины</i>	<i>25,60%</i>	<i>29,60%</i>	<i>23,00%</i>	<i>30,20%</i>	<i>27,50%</i>	<i>29,70%</i>	<i>32,20%</i>	<i>31,50%</i>	<i>31,17%</i>	<i>31,80%</i>

Источник: Казначейство Российской Федерации

Экспорт нефти, нефтепродуктов и природного газа в стоимостном выражении, млрд дол							
Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	Доля, %	Отношение 2014/2013 гг., %
Нефть	129	171,7	180,9	173,6	153,8	46,7	88,6
Нефтепродукты	69,4	91,3	103,4	109,1	115,6	35,1	106,0
Природный газ	46,5	62,3	63	67,2	54,7	16,6	81,4
Газ природный сжиженный	3	3,8	4,7	5,5	5,2	1,6	94,5
Экспорт углеводородов, всего	247,9	329,1	352	355,4	329,3	100	92,7
Общий экспорт, всего	372,8	478,2	524,7	526,3	496,9		94,4
<i>Доля нефти, газа, нефтепродуктов</i>	<i>66,5</i>	<i>68,8</i>	<i>67,1</i>	<i>67,5</i>	<i>66,3</i>		<i>98,1</i>

Источники: Таможенная статистика внешней торговли // Федеральная таможенная служба России. – 2000–2014 гг., Экспорт Российской Федерации за 2000-2014 гг.

Долгосрочное устойчивое развитие нефтегазового комплекса и экономики России связано с постепенным отходом от старых месторождений Европейской части России и комплексным освоением ресурсного потенциала Восточной Сибири и Дальнего Востока. Несмотря на интенсивное вовлечение в разработку запасов и ресурсов нефти, крупномасштабная добыча природного газа на востоке страны ещё не началась и сдерживается прежде всего низкими темпами строительства транспортной инфраструктуры.

В настоящее время в структуре минерально-сырьевой базы происходят значительные структурные сдвиги, которые, по сути, и будут определять новые условия развития нефтяной промышленности России на долгосрочную перспективу [3].

В данный момент происходит качественное изменение структуры разрабатываемых месторождений в части выработки уникальных и крупных месторождений, а также увеличения в структуре запасов и добычи доли средних и мелких месторождений. Пик добычи углеводородов за счет нескольких сверхкрупных месторождений на сегодняшний день уже пройден и настает черед мелких и средних, труднодоступных месторождений.

Видоизменяется география добычи нефти в России с увеличением роли восточных регионов России и шельфов морей. Если раньше это были районы Северного Кавказа, старейшее месторождение Баку, и Поволжье, то сейчас можно говорить о перемещении территории добычи с запада на восток.

Происходит заметное сокращение величины извлекаемых запасов на месторождениях, подготовленных для промышленного освоения с увеличением числа таких месторождений. Также, существенно ухудшается качество запасов нефти, связанное с увеличением доли трудноизвлекаемых запасов нефти, таким образом увеличивается необходимость в разработке и применении высоких технологий нефтегазового сектора, что раньше могло игнорироваться.

Изменяется структура запасов нефти по категориям с увеличением доли запасов высоко достоверных категорий, уже вовлеченных в разработку. Крупные структурные

сдвиги, происходящие в части ресурсно-сырьевой базы и добычи нефти в России, определяют необходимость формирования новой стратегии нефтегазовой отрасли, поскольку старая в значительной степени реализована и исчерпала себя [2].

В XXI веке главными новыми объектами поисков, разведки и разработки месторождений нефти, а также приоритетными задачами нефтегазовой отрасли Российской Федерации будут являться:

1. осадочные бассейны российского шельфа Северного Ледовитого океана;
2. слабо изученные провинции на суше (Лено-Тунгусская провинция);
3. крупные объекты, не введенные в разработку на севере Западной Сибири и в Ямало-Ненецком АО;
4. уникальные ресурсы нефти нетрадиционных источников – баженовская свита и др., сырье для получения «синтетической» нефти;
5. рациональное использование остаточных запасов уникальных и крупных месторождений;
6. поиски, разведка и разработка мелких, мельчайших и средних месторождений в зрелых нефтегазоносных бассейнах.

Литература

1. Бушуев В.В., Куричев Н.К., Громов А.И. Энергетическая стратегия – 2050: методология, вызовы, возможности // ЭСКО. Энергетика и промышленность. - 2013. - № 6, С. 14-19.
2. Каминский А.В. Развитие глубокой переработки газа в мировой экономике // Российский внешнеэкономический вестник. - 2013. - Т. 2013, № 9. - С. 106-113.
3. Конторович А.Э., Эдер Л.В., Филимонова И.В. Состояние и прогноз развития нефтегазового комплекса (добыча, переработка, транспорт) // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2013. - № 5. - С. 51-61.
4. Коржубаев А.Г., Филимонова И.В., Эдер Л.В. Формирование новых центров нефтегазового комплекса на Востоке России // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. - 2013. - № 1. - С. 34-45.
5. Конторович А.Э., Эдер Л.В. Новая парадигма стратегии развития сырьевой базы нефтедобывающей промышленности Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2015. - № 5. - С. 8-17.
6. Эдер Л.В., Филимонова И.В., Мочалов Р.А. Эффективность бизнес-стратегий российских нефтегазовых компаний // Бурение и нефть. - 2015. - № 3. - С. 3-10.
7. Эдер Л.В., Филимонова И.В., Моисеев С.А. Нефтегазовый комплекс Восточной Сибири и Дальнего Востока: тенденции, проблемы, современное состояние // Бурение и нефть. - 2015. - № 12. - С. 3-12.
8. Эдер Л.В., Филимонова И.В., Немов В.Ю., Проворная И.В. Современное состояние и основные тенденции развития нефтяной промышленности // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2014. - № 3. - С. 40-51.
9. Конторович А.Э., Эпов М.И., Эдер Л.В. Долгосрочные и среднесрочные факторы и сценарии развития глобальной энергетической системы в XXI веке // Геология и геофизика. - 2014. - Т. 55, № 5-6. - С. 689-700.

ОЦЕНКА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД

Маммаев¹ О.А., Маммаев² Б.О., Магомедов² Р.А.

¹Институт проблем геотермии ДНЦ РАН, ²Институт геологии ДНЦ РАН

Оценка геотермальных ресурсов месторождений термальных вод, как одного из возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в современных условиях представляет особый интерес для исследователей. Изучение и рациональное использование глубинного петротермального и гидротермального потенциала энергии в настоящее время является актуальной научно-практической задачей перед лицом грядущего истощения традиционных углеводородных источников энергии [1, 3, 5, 6, 9, 10, 13 и др.].

В работе исследован литологический состав осадочной толщи месторождения, систематизирован и обобщен большой объем фондового материала по источникам теплового поля, теплофизическим и геотермическим данным горных пород и их мощности, проведена попытка приближенной оценки потенциальных петротермальных ресурсов, заключенных в осадочной толще месторождения Махачкала-Тернаир.

Под месторождением термальных вод подразумевается пространственно ограниченная часть водоносной системы, в пределах которой заключены эксплуатационные запасы термальных вод, по количеству и качеству отвечающие тому или иному направлению использования в народном хозяйстве [11].

По геолого-структурным и гидрогеотермическим особенностям, определяющим масштабы месторождения, методику проведения поисково-разведочных работ и подсчета эксплуатационных запасов, месторождения термальных вод могут быть подразделены на три основных типа:

- месторождения пластового типа в артезианских бассейнах платформ;
- месторождения пластового типа в артезианских бассейнах, приуроченных к предгорным и межгорным впадинам складчатых областей;
- месторождения трещинно-жильного типа складчатых областей.

Исследуемое месторождение термальных вод «Махачкала-Тернаир» относится ко второму типу и приурочено к артезианскому бассейну предгорных впадин, выполненных мезозойскими и кайнозойскими отложениями. Месторождение характеризуется относительно повышенными тепловыми потоками, фиксируемыми на поверхности.

Сложность гидрогеологических условий месторождений теплоэнергетических вод в каждом конкретном случае определяется характером залегания, строением водоносных горизонтов, изменчивостью мощности и фильтрационных свойств водовмещающих пород, особенностями источников формирования эксплуатационных запасов вод, гидрохимической и геотермической обстановками.

Эксплуатационные запасы теплоэнергетических вод месторождений могут обеспечиваться:

- естественными запасами и естественными ресурсами подземных вод разрабатываемого и гидравлически связанных с ним смежных водоносных горизонтов;
- естественными запасами и ресурсами, формирующимися в результате искусственного подпитывания водозаборов, например, при закачке использованных (отработанных) вод в разрабатываемые или гидравлически связанные с ними водоносные горизонты.

В данной задаче по оценке геотермальных ресурсов осадочной толщи, мы рассматриваем объем осадочной толщи как «физическое тело», которое состоит из различных литологических слоев горных пород и пластовых вод. Применяя имеющиеся из фондовых материалов геотермические данные, литологический разрез, теплофизические и температурные данные, проводим оценку петротермальных ресурсов, аккумулярованных в осадочной толще как в физическом теле.

Извлекаемая или осваиваемая часть этой геотермальной энергии от общего оцененного теплоэнергетического потенциала, будет зависеть от применяемых технических решений и технологии освоения месторождения. В качестве расчетных ячеек для оценки теплоэнергетического потенциала используем объемы осадочной толщи площадью сечения 1 км² и мощностью до 3 км, с известным литологическим составом, теплофизическими и геотер-

мическими данными. При оценке геотермальных ресурсов на определенной площади, можно будет использовать данные, полученные для расчетных ячеек с известными допущениями, которые будут определяться однородностью литологического строения и геотермическими данными.

Для каждого однородного литолого-стратиграфического слоя потенциальную петротермальную энергию сухой горной породы оценивали по формуле

$$Q_{c.n} = C \cdot t \cdot V_n (1 - K) \cdot \rho, \quad (1)$$

где $Q_{c.n}$ – потенциальная тепловая петротермальная энергия сухой породы в Дж;

C – удельная теплоемкость горной породы, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

V_n – объем горной породы вместе с порами, м^3 ;

ρ – удельная плотность породы, $\text{кг}/\text{м}^3$;

t – средняя температура пласта, $^\circ\text{C}$;

K – коэффициент пористости.

Объем однородного слоя горной породы определяется по выражению

$$V_n = \frac{100 - K_n}{100} \cdot V, \quad (2)$$

где V – полный объем, занимаемый породой вместе с порами;

K_n – коэффициент пористости;

Объем для каждого пласта

$$V = a \cdot b \cdot h, \quad (3)$$

где a и b – длина и ширина пласта, м; h – мощность пласта.

Так как, в осадочной толще мы имеем дело с водонасыщенными породами, то отдельно определяли потенциальную тепловую энергию пластовых вод по формуле

$$Q_{n.в} = C_v \cdot t \cdot V_{пор} \cdot K \cdot \rho, \quad (4)$$

где C_v – теплоемкость пластовых вод, нами принята равной $4,18 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

t – средняя температура пластовой воды, $^\circ\text{C}$;

ρ – удельная плотность воды, нами принята равной $10^3 \cdot \text{кг}/\text{м}^3$;

$V_{пор}$ – объем пор,

$$V_{пор} = \frac{K_n}{100} \cdot V, \quad (5)$$

где V – полный объем породы вместе с порами.

Полную потенциальную петротермальную и гидротермальную энергию заключенную в осадочной толще определяли как суммарную по всем литолого-стратиграфическим слоям по всей расчетной глубине литологической колонки.

Для расчета величины радиотеплогенерации в осадочной толще за счет распада естественных радиоактивных элементов (урана, тория, калия) в горных породах и сравнения результатов с литературными данными здесь нами принята формула (Birch et al., 1968):

$$A = 0,133\rho(0,73U + 0,20Th + 0,27K), \quad (6)$$

где A – генерация тепла, $\text{мкВт}/\text{м}^3$;

ρ – удельная плотность пород, $\text{г}/\text{см}^3$;

U, Th, K – содержания в горных породах для урана и тория г/т, а для калия в % весовых.

Таблица 1

Оценка величины потенциальной петротермальной и гидротермальной энергии осадочной толщи месторождения Махачкала-Тернаир.

Возраст отложений	Глубина залегания, H , (м)	Литологический состав	Мощность пород, h , (м)	Плотность пород, ρ $n \cdot 10^3$ ($\text{кг}/\text{м}^3$)	Средняя температура, t $^\circ\text{C}$	Коэфф. порист., Кп. %	Теплоемкость породы $n \cdot 10^3$ ($\text{Дж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$)	Потенциальная петротермальная энергия пород, $n \cdot 10^{16}$ (Дж)	Потенциальная гидротермальная энергия пластовых вод, $n \cdot 10^{16}$ (Дж)
Q ₂	60	песок	60	2,0	21,0	30	1,20	5,292	2,268
	85	гл-пес	25	2,1	23,0	26	1,04	2,323	0,816
	95	глина	10	2,4	25,0	6,0	0,86	1,212	0,296
	105	песок	10	2,0	25,5	30	1,25	1,115	0,478

	180	глина	75	2,4	26,0	6,0	0,86	9,458	2,314	
	205	песок	25	2,0	29,0	30	1,25	3,172	1,359	
	230	глина	25	2,4	30,0	6,0	0,86	3,637	0,890	
	250	песок	20	2,06	31,0	30	1,20	2,682	1,149	
	325	глина	75	2,4	32,5	6,0	0,90	12,372	2,632	
	350	песок	25	2,06	34,5	30	0,96	2,984	1,279	
	360	глина	10	2,45	35,4	6,0	0,86	1,752	0,373	
	375	песок	15	2,06	35,5	30	1,25	2,399	1,028	
	400	глина	25	2,45	36,0	6,0	0,80	4,145	0,882	
	415	песок	15	2,1	37,0	30	1,25	2,549	1,092	
	425	глина	10	2,45	38,0	6,0	0,86	1,601	0,400	
	450	песок	25	2,06	38,0	30	1,25	4,281	1,831	
	465	глина	15	2,45	39,0	6,0	0,80	2,694	0,573	
	480	песок	15	2,06	39,5	30	1,25	2,669	1,144	
	505	глина	25	2,45	40,0	6,0	0,80	4,606	0,980	
	530	песок	25	2,1	41,0	30	1,25	4,708	2,018	
	540	глина	10	2,45	42,0	5,9	0,80	1,936	0,411	
N ₂ ap	555	песок	15	2,06	42,5	29	1,20	2,797	1,142	
	570	глина	15	2,45	43,0	5,9	0,86	3,198	0,509	
	585	песок	15	2,06	43,0	29	1,25	2,948	1,294	
	615	алеврит	30	2,19	43,5	6,5	0,81	5,420	1,157	
	690	гл. изв. ал.	75	2,19	45,0	7,5	0,90	15,388	3,326	
	705	глина	15	2,45	47,0	5,9	0,86	3,495	0,742	
	750	гл-из-ал	45	2,19	49,3	7,5	0,90	9,989	2,077	
	760	глина	10	2,45	50,7	5,9	0,86	2,513	0,534	
	770	песок	10	2,1	51,0	27	1,26	2,462	0,911	
	785	гл. изв. ал.	15	2,19	51,0	7,5	0,87	3,371	0,692	
	795	глина	10	2,45	51,5	5,8	0,84	2,496	0,715	
	825	алеврит	30	2,19	51,5	8,9	0,91	7,012	1,308	
	850	гл-из-	25	2,19	52,0	7,5	0,90	5,926	1,024	
	860	алеврит	10	2,19	53,0	8,0	0,91	2,429	0,449	
	890	гл. изв. ал.	30	2,19	53,0	7,5	0,95	7,649	1,323	
	940	алеврит	50	2,25	54,0	8,0	0,90	12,575	2,323	
	980	гл. изв. ал.	40	2,25	54,5	7,1	0,94	10,708	1,844	
	995	глина	15	2,45	56,0	5,8	0,83	4,022	0,811	
	N ₂ ак	1255	алеврит	260	2,19	59,0	8,0	0,95	73,404	1,356
		1275	песок	20	2,15	59,5	29	1,20	5,449	2,226
1375		алеврит	100	2,25	65,0	8,0	0,90	30,273	5,923	
1395		песок	20	2,15	67,0	28	1,20	6,223	2,420	
N ₁ ³ mt	2145	алеврит	750	2,2	110,0	7,9	0,83	346,885	64,024	
	2160	алевролит	15	2,2	110,0	7,9	0,83	6,939	1,280	
N ₁ ³ sm	2810	алеврит	650	2,2	120,0	7,5	0,83	329,501	60,532	
	2825	известняк	15	2,46	120,5	9,0	0,92	9,306	1,431	
	2850	алеврит	25	2,2	122,0	7,8	0,86	13,301	2,452	
	2865	извест	15	2,46	122,5	9,0	0,92	9,461	1,455	
	2880	алеврит	15	2,27	123,0	7,8	0,86	8,314	1,530	
	2895	извест	15	2,47	123,7	8,1	0,92	9,690	1,475	
	2910	алеврит	15	2,27	125,0	7,7	0,86	8,449	1,464	
	2925	извест	15	2,47	126,0	8,1	0,92	9,871	1,503	
	2940	алеврит	15	2,27	126,5	7,8	0,86	8,538	1,481	
	2955	алевролит	15	2,27	127,0	7,8	0,86	8,572	1,487	
	2985	гл. с пр. ал	30	2,2	1280	7,1	0,83	14,374	3,155	
	3000	алевролит	15	2,27	129,5	7,7	0,86	8,753	1,516	
	3030	алеврит	30	2,27	130,0	7,7	0,86	17,642	2,866	
	3045	алевролит	15	2,27	131,0	7,6	0,86	8,861	1,438	
	3120	алеврит	75	2,27	133,0	7,6	0,86	41,088	7,302	
	3135	алевролит	15	2,37	133,7	7,6	0,86	9,442	1,532	
3285	алеврит	150	2,37	135,0	7,5	0,86	95,479	15,477		
Итого:								1261,8	231,632	

Суммарный вклад процессов радиотеплогенерации в осадочной толще в наблюдаемый на поверхности тепловой поток местности оценивался, просуммировав по каждому литолого-стратиграфическому слою величину радиотеплогенерации.

$$\sum_i^n A_i \cdot h_i$$

В данной работе ставилась задача оценить потенциальную тепловую энергию геотермальных ресурсов на месторождении Махачкала-Тернаир.

Для оценки потенциальной тепловой энергии геотермальных ресурсов месторождения нами выбрана простая геолого-физическая модель осадочной толщи с известными теплофизическими параметрами горных пород и литолого-стратиграфическим строением.

Оценка величины радиотеплогенерации и потенциальной петротермальной и гидротермальной энергии осадочной толщи пл. Махачкала-Тернаир производилась согласно принятой методике (ПОРТ) [2] на основе фондовых данных и показана в таблице 1.

В пересчете на единицы тонны условного топлива (ТУТ), если оценить эту энергию для объема осадочной толщи сечением 1 км^2 и мощностью $3,285 \text{ км}$, то величины петротермальной и гидротермальной энергий соответственно равны $17,25 \cdot 10^6$ и $3,17 \cdot 10^6$ ТУТ.

Как видно из таблицы 1 разброс значений радиотеплогенерации (А) в осадочных породах Махачкала-Тернаирского месторождения для различных литологических разностей находится в пределах $0,74$ для сармата до $1,41 \text{ мкВт/м}^3$ – для глин и алевролитов четвертичных отложений. В целом радиотеплогенерация в горных породах относительно равномерная. Такие значения согласуются со значениями наблюдаемыми и в других регионах, в том числе по Дагестану.

Сравнительный анализ энергии радиотеплогенерации и потенциальной геотермальной энергии осадочной толщи показывает, что в рассмотренном нами объеме осадочных пород месторождения Махачкала-Тернаир площадью 25 км^2 и мощностью $3,285 \text{ км}$ потенциальной петротермальной энергии получилось равной $1261,8 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$, доля радиотеплогенерации в тепловом потоке по мощности составляет 4128 мкВт/м^2 .

Следует отметить, что радиотеплогенерация учтена только в осадочной толще до глубины $3,285 \text{ км}$, без учета более глубоких слоев осадочной толщи консолидированных слоев земной коры (гранитная и базальтовая).

Потенциальная гидротермальная энергия, заключенная в данном объеме пород, эквивалентна $231,632 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$, а суммарная петротермальная и геотермальная энергия эквивалентна $1493,32 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$.

Литература

1. Амирханов Х.Н., Суетнов В.В., Левкович Р.А., Гаирбеков Х.А. Тепловой режим осадочных толщ. Махачкала, 1972, 230 с.
2. Боганик Н.С. Радиогенное тепло земной коры Русской платформы и ее складчатого обрамления. М. Наука, 1975.- 160 с.
3. Гаджиев А.Г., Курбанов М.К., Суетнов В.В. и др. Проблемы геотермальной энергетики Дагестана. М., 1980. 280 с.
4. Гаргацев И.О., Багьмурзаев А.С., Маммаев О.А. Оценка радиотеплогенерации в осадочной толще Восточного Предкавказья (Дагестан) // Доклады АН. Т 346. 3. 1996.- С. 390-400.
5. Джамалова А.С. Глубинный тепловой поток на территории Дагестана. М., Наука, 1969. 128 с.
6. Дядькин Ю.Д. Проблемы освоения энергии горячих горных пород. / в кн: Физ. Процессы горн. Производства. Межвуз. сб., вып. 12. Л., ЛГИ, 1982, с. 3-17.
7. Киссин И.Г. Восточно-Предкавказский артезианский бассейн. М., Недра, 1964, с.240.
8. Курбанов А.А. Закономерности изменения теплофизических свойств флюидосодержащих коллекторов в пластовых РТ-условиях и способы их применения. Махачкала. Из-во ДНЦ РАН. 2000.-226 с.
9. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. М., Наука, 2001. 260 с.
10. Маммаев О.А. Оценка потенциальной петротермальной энергии и величины радиотеплогенерации осадочной толщи на примере площади Южно-Буйнакская. Тр. / Института геологии ДНЦ РАН, 2003, вып. 49, с. 121-125.
11. Методические рекомендации по поискам, разведке и оценке эксплуатационных запасов термальных вод. М.:ВСЕГИНГЕО, 1982, с. 121.
12. Моисеенко У.И., А.А.Смыслов. Температура земных недр. Л. Недра, 1986.- С. 22-46.
13. Проблемы геотермальной энергетики Дагестана /Под редакцией Х.И. Амирханова и С.Н. Ятрова. М., Недра, 1980.- 208 с.
14. Шарафудинов Ф.Г., Мирзоев Д.А. и др. Геология нефтегазовых месторождений Дагестана и прилегающей акватории Каспийского моря. М. 2001.- С. 94-103.

ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Меликов¹ М.М., Меликов² Я.М.

¹Институт геологии ДНЦ РАН, ²Дагестанский государственный университет

Введение

Подземные воды глубоких горизонтов играют большую роль в формировании и разрушении месторождений полезных ископаемых, в частности нефтегазовых, и сами являются полезными ископаемыми.

Рассмотрим один из острых проблем фундаментальной гидрогеологии, особенно, Восточно-Предкавказского артезианского бассейна (ВПАБ). Особой строкой, на наш взгляд, необходимо подчеркнуть вопрос о закономерностях формирования подземного стока (количественные аспекты) глубоких горизонтов ВПАБ платформ, к которым приурочены большинство нефтегазовых и термоминеральных месторождений.

Решение проблемы закономерностей формирования подземного стока глубоких водоносных горизонтов платформенных областей позволило бы решить многие вопросы практической нефтегазовой геологии. Однако эта проблема далека от решения, что связано как со сложностью объекта исследования, так и отсутствием методологии изучения глубоких горизонтов [1]. Восточное Предкавказье – не исключение.

Далее, к этим негативным моментам следует добавить и то, что гидрогеологическая информация, в частности, нефтепромысловая, сосредоточена в архивах частных коммерческих нефтегазодобывающих организаций, и заполучить таковую не предоставляется возможным, мотивируя тем, что является коммерческой тайной. Также, в последнее время мало уделяется внимание исследованиям по фундаментальным вопросам геологических наук, в частности, гидрогеологии, связанные, к сожалению, с недофинансированием полевых экспедиционных работ по этим проблемам.

По своему смыслу и содержанию термин подземный сток ближе всего к понятию *региональная динамика подземных вод*, если включать в это определение движение водных масс в зоне полного насыщения и неразрывно связанные с ним процессы конвективного тепло- и массопереноса.

Далее, необходимо выяснить механизмы или процессы влияния, прежде всего, синергетики, на формирование подземного стока глубоких горизонтов, что может послужить ключом при выявлении зон нефтегазонакопления.

В соответствии с существующими взглядами под термином *подземный сток* следует понимать естественный процесс движения подземных вод под действием градиента гидродинамического напора, формирующийся в зоне полного насыщения земной коры в качестве подземной составляющей общего круговорота воды на Земле [2].

Формирование подземного стока глубоких горизонтов

Опираясь на основные задачи, поставленные В.А. Всеволожским, закономерности формирования подземного стока артезианских бассейнов платформенного типа (применительно к условиям рассматриваемого района), приблизительно (на наш взгляд), можно сформулировать в следующем виде.

1. Разработка схемы гидрогеологической стратификации разреза осадочного чехла с обоснованием принципов выделения основных таксономических единиц: водоносный слой, горизонт, комплекс, гидрогеологический этаж (ярус).

2. Изучение закономерностей формирования подземного стока нижнего этажа разреза осадочного чехла с характеристикой распределения величин стока, изменения скоростей и темпов водообмена, роли глубокого артезианского стока в формировании водного баланса современной поверхности бассейна.

3. Разработка принципиальной схемы гидродинамической зональности артезианских бассейнов платформенного типа с характеристикой процессов стока, распределения величин и процессов водообмена в различных гидродинамических зонах; разработка на этой основе геофильтрационной схемы (модели) бассейна в общем виде.

Гидрогеологическая стратификация разреза.

Восточно-Предкавказский артезианский бассейн (ВПАБ) является бассейном второго порядка и входит в состав крупного (первого порядка) Среднекаспийского бассейна [3].

При гидрогеологическом расчленении разреза ВПАБ в качестве крупной самостоятельной единицы выделен структурный гидрогеологический этаж (СГГЭ). Основным показателем выделения СГГЭ является единство условий формирования подземного стока, т.е. общность региональной гидродинамики подземных вод в системе водоносных горизонтов и комплексов. Согласно этому в пределах рассматриваемого бассейна выделены три СГГЭ: плиоценовый, миоценовый и мезозойский, разделенные мощными глинистыми толщами сармата и палеогена [4]. В данной работе нами геологическое строение и стратификация разреза приводится в виде сводного геолого-гидрогеологического разреза третьего (нижнего) этажа (Рис.1).



Рис.1. Средненормальный геолого-гидрогеологический разрез мезозойских отложений ВПАБ

Мезозойские отложения содержат в себе ряд водоносных комплексов: верхнемеловой, нижнемеловой, юрский и пермо-триасовый, в которых в основном и содержатся УВ.

В мезозойских отложениях в составе нижнемелового и юрского комплексов выделяют ряд водоносных горизонтов: апт-альбский, неокомский, верхнеюрский карбонатный, келловейский, байос-батский и нижнеюрский.

Общая схема водообмена в отложениях мезозойского СГГЭ

Представления о преобладающем слоисто-блоковом характере неоднородности разреза третьего этажа мезозойских отложений убедительно подтверждают предположения о решающей роли субвертикальной (межпластовой) фильтрации в формировании регионального движения подземных вод в нижнем этаже бассейна. Очевидно, что в подобных относительно изолированных (в связи с низким региональным фоном проницаемости) блоках третьего этажа бассейна собственно фильтрация подземных вод возможна только при наличии их субвертикальной разгрузки.

Несмотря на достаточно четкое положение участков и зон восходящей разгрузки глубоких подземных вод, количественная оценка величин такой разгрузки в пределах внутренней области бассейна – задача чрезвычайно трудная.

Несоизмеримость объемов стока верхнего гидрогеологического этажа и удельных величин разгрузки глубоких вод делает практически неприменимыми гидрометрические и балансовые методы оценки. Весьма условные гидродинамические расчеты, возможные в относительно простых структурных и гидрохимических условиях, дают величины разгрузки глубоких подземных вод от 0,01 до 0,001 л/(с·км²) [2].

Все количественные оценки разгрузки глубоких вод в целом малодостоверны. Кроме того, во всех случаях в пределах внутренней области бассейна суммарно оценивается разгрузка напорных вод второго и третьего гидрогеологических этажей. В соответствии с этим можно предположить, что в пределах внутренней области бассейна удельные величины разгрузки подземных вод третьего этажа будут характеризоваться значениями менее 0,001 л/(с·км²). Столь низкие удельные величины разгрузки позволяют предполагать, что ее формирование может быть связано с различными источниками питания подземных вод, поскольку их количественные соотношения весьма близки [5].

При рассмотрении глубоких горизонтов внутренней области бассейна как совокупности относительно изолированных балансовых блоков, в пределах которых основным видом движения подземных вод является восходящая и нисходящая разгрузка, наиболее правильным представляется расчет сроков водообмена через объем геологических запасов подземных вод и удельные величины их разгрузки [2]. При интервале значений разгрузки от 0,01 до 0,001 л/(с·км²) и средних значениях мощности осадочного чехла 2500-3000 м диапазон изменения сроков водообмена составит 1,5-10 млн. лет, а с увеличением мощности пород осадочного чехла до 6000м или уменьшением удельных величин разгрузки до 0,001 л/(с·км²) – 20 млн. лет и более. В условиях рассматриваемого района при значениях разгрузки от 0,01 до 0,001 л/(с·км²) и мощности осадочного чехла в пределах 3500-4000м., на наш взгляд, срок водообмена, примерно, составит от 1,5 до 10млн.(±0.5млн) лет.

Длительность сроков водообмена, исчисляемые 1-10 млн. лет неизбежно определяет ведущую роль процессов тектогенеза в формировании подземного стока и водообмена внутренних областей артезианских структур. Длительный процесс тектогенеза с одной стороны приводит к изменению свойств геофилтрационной среды, а с другой – к неоднократному перераспределению геодавлений, обуславливающих определенные изменения структуры местных потоков глубоких подземных вод. В таких случаях возможны неоднократные перестройки структур местных потоков глубоких подземных вод внутренней области бассейна. В этом случае подземный сток в нижних частях разреза чехла будет в значительной степени носить характер межслоевого перераспределения водных масс, а сроки водообмена, рассчитанные через современные величины разгрузки, строго говоря, не будут отражать условия водообмена с поверхностью бассейна.

Гидрогеологические параметры.

Мы ограничиваемся рассмотрением лишь основных гидрогеологических параметров, характеризующих геолого-физические и гидродинамические свойства горных пород и насыщающих их жидкостей: эффективная мощность, коэффициенты проницаемости и фильтрации, водопроводимость и пьезопроводимость.

Таблица 1

Соотношение общей эффективной мощности мезозойских отложений

Возраст водоносных отложений	Процентное соотношение общей и эффективных мощностей, %	Примечание
Нижний мел	50-60	За общую мощность принята суммарная мощность песчано-алевролитовых пластов выдержанных регионально.
Верхняя юра	60-70	
Средняя юра	60-70	
Нижняя юра	60-70	

Приведенные значения процентных соотношений (табл. 1) не являются строгими границами, за пределами которых не могут находиться расчетные величины эффективных мощностей, однако они позволяют охарактеризовать всю территорию и весь разрез водо-

носных пород. Сведения о проницаемости и пористости получены, главным образом, по данным лабораторных анализов керн (Л.А. Баширова и др., 1963,1971,1977).

Статистический анализ параметров (проницаемости и пористости) для каждого водоносного пласта мезозойских отложений по данным объединения «Дагнефть» выполнен В.М. Кирьяшкиным (1974-75) (табл.2).

Таблица 2

Среднее значение пористости и проницаемости

Возраст водоносных отложений	Средняя пористость, %	Средняя проницаемость, мд
Верхний мел	5,7	136
Апт-альб	13-15	103
Нижний мел (VIII пласт)	10-15-	80
Нижний мел (IX)	-	127
Нижний мел(XIII- XI)	-	134
Верхняя юра (XIII)	13-15	111
Средняя юра	10-15	50-100
Нижняя юра	12	27

Таким образом, по фильтрационным характеристикам мезозойских отложений ВПАБ, можно выделить следующее:

1. Оценка параметров глубоких водоносных горизонтов, позволяет определить параметры как сравнительно небольших участков (газонефтяная площадь), так и артезианских бассейнов в целом.

2. Установлено, что из всех имеющихся данных, наиболее достоверными являются параметры, определенные по результатам гидродинамических исследований газонефтяных скважин. Ввиду малочисленности последних, при региональных исследованиях рекомендуется использование и данные лабораторного исследования керн.

Сложность проводимых исследований еще вызвано тем, что материалы по нефтегазопромысловой геологии, в частности по инъекционно-инжекционным процессам, сосредоточены в коммерческих предприятиях, добывающих УВ, а информацию получить по ним не представляется возможным.

Данные эксплуатации нефтегазовых месторождений могут быть использованы для получения ряда параметров, представляющих интерес для более приближенной оценки величин подземного стока глубоких горизонтов артезианских бассейнов платформенного типа.

Гидрогеологическая характеристика подземных вод основных водоносных комплексов и горизонтов достаточно широко освещены в различных публикациях и отчетах организаций геологического профиля, поэтому нет необходимости в этой работе привести их полное описание. Мы приводим вкратце некоторые моменты, на наш взгляд, наиболее значимые.

Методики расчета и построения карт приведенных напоров достаточно полно освещены в работах [6-9] и поэтому нет необходимости приводить их подробное описание.

При исследовании формирования подземного стока глубоких горизонтов представляют интерес не абсолютные величины напоров, а относительный перепад напоров различных водоносных пластов.

Анализ существующих методик [6-8 и др.] показал, что для условий ВПАБ наиболее приемлемой является методика С.С. Бондаренко [10]. По результатам расчетов приведенных напоров, выполненных по указанной методике, рассмотрены особенности динамики подземных вод основных водоносных горизонтов мезозойского СГГЭ и их общая гидрогеологическая характеристика, опубликованные в [11-13].

Верхнемеловой водоносный комплекс представлен однородной толщей карбонатных отложений общей мощностью 200-300м.

Химическая классификация мезозойского СГГЭ приводится согласно[14]. По химическому составу воды верхнемелового комплекса являются хлоридными кальциево-натриевого класса с минерализацией 35-60 г/л. Верхнемеловой комплекс перекрывает

мощная толща глин, образующая региональный водоупор, разделяющий два гидрогеологических этажа: мезозойский и миоценовый.

Нижнемеловой водоносный комплекс. Апт-альбский и неокомский водоносные горизонты, разделенные глинистой толщей аптского яруса, выдержанной на всей площади бассейна, образуют нижнемеловой водоносный комплекс.

Апт-альбский. Эффективная мощность и водопроницаемость горизонта снижается в восточном направлении, соответственно, от 218 и 105 – пл. Култайская до 130 и 9 м²/сут – на площади Кочубеевская.

По химическому составу воды чисто хлоридные, класс натриевый. Для вод апт-альбского горизонта характерно выравнивание минерализации по всему разрезу и в среднем составляет до 50 г/л.

Неокомский водоносный горизонт. Для горизонта характерна высокая водообильность – 250-800 м³/сут (пл. Кочубеевская, Степная и др.). В том же направлении уменьшается и водопроницаемость горизонта: от 40 м²/сут – на пл. Восход и до 5 м²/сут – Кочубеевская (Рис.2, а).

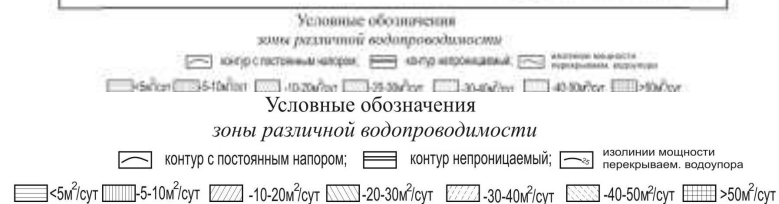
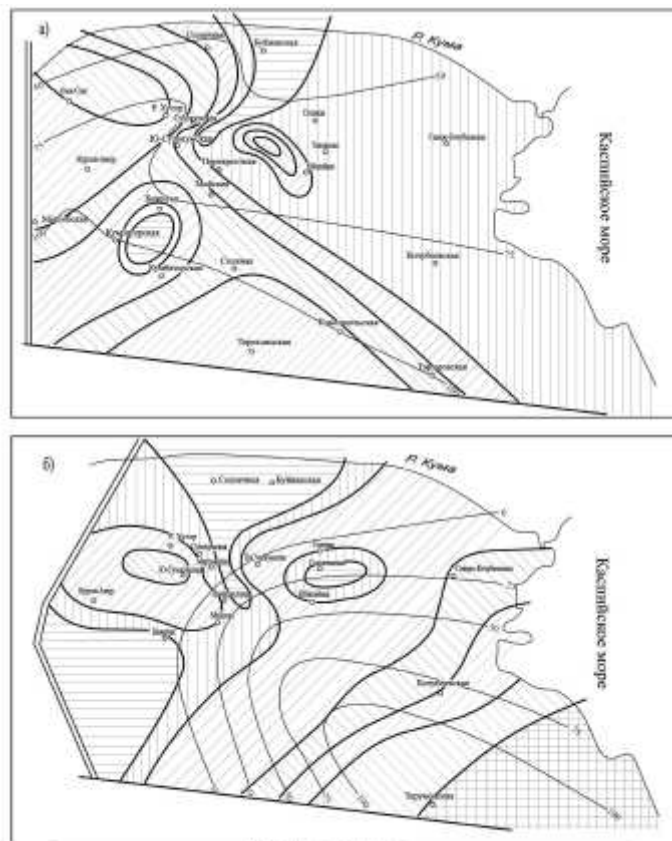
Величина минерализации подземных вод колеблется в широких пределах – от 50 до 135 г/л. Зона с максимальной минерализацией (более 120 г/л) приурочена к Сухокумской группе месторождений.

По химическому составу воды чисто хлоридные, класс – кальциево-натриевый.

Верхнеюрский карбонатный, келловейский, байос-батский и нижнеюрский водоносные горизонты, разделенные водоупорами киммеридж-титона, келловея, байоса и аалена, образуют юрский водоносный комплекс.

Верхнеюрский карбонатный горизонт объединяет пласты верхней юры и нижнего мела. Коллекторские свойства пластов, слагающих горизонт, сильно меняются по площади. Эффективная мощность и водопроницаемость горизонта увеличивается с запада от 26 м и 9 м²/сут на восток – до 53 м и 17 м²/сут (Рис.3, б).

Верхнеюрский карбонатный горизонт содержит воды с минерализацией 70-160 г/л. Сильное изменение химического состава обусловлено широким распространением галогенных формаций и большей степенью метаморфизации седиментационных вод на больших глубинах [11-13]. По химическому составу воды чисто хлоридные, кальциево-натриевого класса.

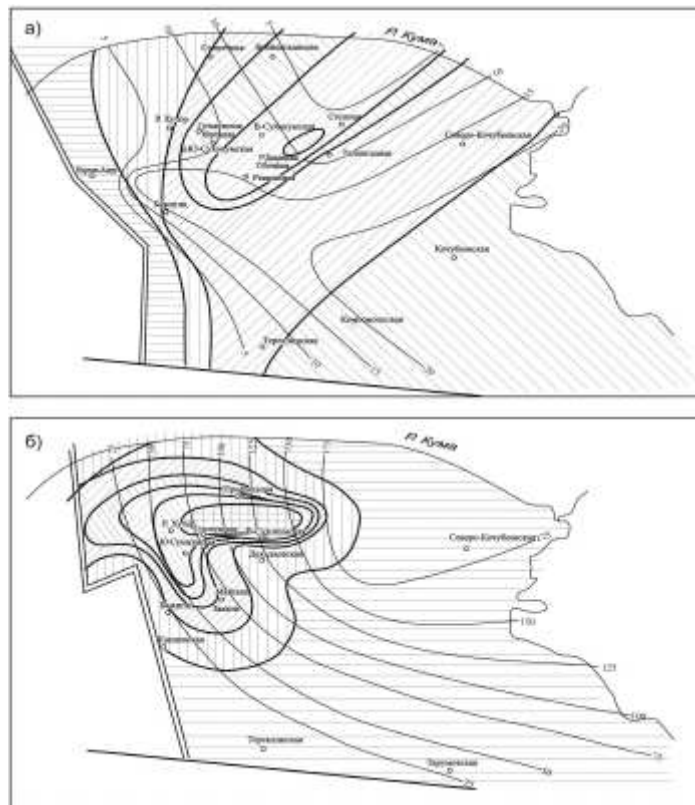


Водоносные горизонты: а – неокомский, б – верхнеюрский карбонатный

Рис.2. Схематические карты водопроводимости

Наиболее высокие значения напоров расположены в зоне максимальной мощности сульфатно-доломитовой толщи. Минимальные напоры соответствуют районам, где резко уменьшается мощность сульфатно-доломитовой толщи, и создаются благоприятные условия для перетока воды в перекрывающие горизонты (Рис.2.,б).

Келловейский водоносный горизонт соответствует песчаной пачке верхней юры. Эффективная мощность и водопроводимость, соответственно, меняются с запада от 17м и 12 $\text{м}^2/\text{сут}$ до 80м и 32 $\text{м}^2/\text{сут}$ – на юго-восток (рис.3, а). К этому горизонту приурочены высокоминерализованные воды с минерализацией 115-150 г/л. Общая минерализация вод снижается с северо-запада на юго-восток. По химическому составу воды чистые хлоридные, кальциево-натриевого класса. *Байос-батский*. Эффективная мощность и водопроводимость (Рис.3,б) горизонта увеличивается с ю-з на с-в. Рассматриваемый горизонт характеризуется изменением минерализации по площади.



Водоносные горизонты: а – келловейский, б – байос-батский (усл. обозн. на рис.2.)
Рис.3. Схематические карты водопроницаемости

Минерализация вод возрастает с с-з на ю-в от 120 до 220г/л, достигая максимальных значений в Тарумовско-Комсомольской зоне. По химическому составу воды чистые хлоридные, кальциево-натриевого класса.

Нижнеюрский водоносный горизонт рассматривается совместно с байос-батским горизонтом. При опробовании горизонта получены едва переливающиеся притоки пластовой воды. Эффективная мощность горизонта сильно меняется по площади от 20м до 120м. Величины проницаемости, определенные по лабораторным исследованиям керна в единичных скважинах, сильно расходятся от 2 мд (пл. Южно-Буйнакская) до 1970 мд (пл. Майская). Имеющиеся единичные данные по химическому составу вод показывают, что минерализация вод увеличивается с севера на юг. Воды чистые хлоридные, кальциево-натриевого класса. *Пермо-триасовый* водоносный комплекс. Водоносность доюрских отложений в пределах Восточного Предкавказья изучена крайне неравномерно, что обусловлена значительной глубиной их залегания, неоднородностью литологического состава пород и изменчивостью их коллекторских свойств. Наиболее водообильны трещиноватые известняки нижнего триаса. На Сухокумской площади из них получен приток пластовой воды с дебитом 86м³/сут. Средне- и верхнетриасовые отложения опробовались в единичных скважинах, где либо не получены притоки, либо они оказались незначительными (пл. Стальская, Кочубеевская и др.).

Гидродинамическая характеристика (карты приведенных напоров) рассматриваемых горизонтов и комплексов подробно описаны в [11-13].

Общая минерализация горизонта нарастает с запада на восток по мере увеличения мощности водоносного горизонта. На разведочных площадях Сухокумской группы месторождений вскрыты воды с минерализацией 60-70 г/л, тогда как в восточной части бассейна она составляет 150-170г/л (пл. Кочубеевская). По химическому составу воды пермо-триаса относятся к чистым хлоридным водам, кальциево-натриевого и редко магний-кальций-натриевого классов.

Анализ гидродинамических условий основных водоносных горизонтов показал, что целесообразно оценить скорости фильтрации подземных вод, для чего использована фор-

мула А.И. Силина-Бекчурина [8]. Результаты показали, что скорости фильтрации при повышенных значениях гидравлических градиентов ($n \cdot 10^{-4}$) составляют $n \cdot 10^{-3}$ м/сут.

Таким образом, анализируя гидрогеологический материал по ВПАБ можно сделать следующие выводы

-по величинам приведенных напоров глубокозалегающих водоносных горизонтов можно оценить местоположение возможных зон разгрузки и питания подземных вод. Расположение участков пьезоминимумов и максимумов указывают на возможность наличия между ними гидравлической связи, осуществляемой посредством перетекания воды через слабопроницаемые отложения;

-в формировании современной гидродинамической обстановки распределении напоров в водоносных горизонтах решающая роль принадлежит неотектоническим движениям земной коры.

К изменению свойств геофильтрационной среды мог привести процесс неотектогенеза, неоднократно перераспределению геодавлений, обуславливающих определенные изменения структуры местных потоков глубоких подземных вод и вертикальных и субвертикальных перетеканий.

Межпластовые перетоки и их роль в формировании подземного стока

В пределах платформенной части ВПАБ в водоносных горизонтах мезозойского СГГЭ отмечаются зоны пьезоминимумов и пьезомаксимумов во всех горизонтах, которых можно рассматривать, как возможные зоны разгрузки и питания подземных вод посредством перетекания через глинистые отложения [11-13]. Возможность просачивания подземных вод через глинистые отложения значительной мощности доказана в работах Н.К. Гириного (1938), А.Н. Мятлева (1946), М.А. Гатальского (1956), С.А. Шагоянца (1959) и других исследователей, которые установили, что процессы вертикальной фильтрации протекают параллельно с водообменом по простиранию водоносного горизонта. Высокие пластовые давления и повышенная температура, характерные для мезозойских отложений ВПАБ, способствуют вертикальной миграции пластовых флюидов через глинистые отложения.

Различают несколько разновидностей разгрузки подземных вод [15]. Мы ограничиваемся рассмотрением скрытой разгрузки в виде восходящей и нисходящей фильтрации пластовых флюидов и искусственной разгрузки, вызванной разработкой нефтегазовых месторождений.

Необходимым условием вертикальной фильтрации является наличие перепадов напора между водоносными горизонтами. Направленность движения подземных вод, при возможных перетоках, нами определена как на участках зон разгрузки, так и на других площадях, где имеются данные о величинах напоров нескольких смежных водоносных горизонтов.

Для выяснения связи отдельных водоносных горизонтов по величинам напоров использованы известные формулы Б.В. Озолина [16] и С.С. Бондаренко [10].

Расчеты по этим формулам дают одинаковые результаты и показывают, что нет определенной закономерности в распределении напоров с глубиной. Даже на близко расположенных площадях наблюдаются значительные перепады приведенных напоров (табл.3) и, соответственно, с ними разнонаправленность возможных межпластовых перетеканий. В с-з части рассматриваемой территории имеются данные по одной площади (Озек-Суат), где наблюдается уменьшение напоров вниз по разрезу. Судя по напорам, в районе площади Озек-Суат должно быть тектоническое нарушение, несмотря на то, что они не установлены бурением. На возможность наличия такого нарушения по перепадам напоров в верхнемеловых и палеоценовых отложениях указывает также и И.Г. Киссин [15].

Таблица 3

Изменения величин приведенных напоров с глубиной и направленность межпластовых перетоков

Водоносный горизонт (комплекс)	Газонефтяные площади				
	Ю-С-к	Рус. Хутор	Сухо-кумская	Таловская	Солон-чаковая
Неокомский	201	412 ↓	226	321	316 ↓
Вюрск.-карбонат-ный	318 ↑↓	228	349 ↑↓	644 ↑↓	87

Келловейский	264	395 ↓	285 ↓	287	376 ↓
Байос-батский	281 ↑	383	154	460 ↑	274 ↓
Пермо-триасовый	–	–	820 ↑	–	180 ↓

* – направление межпластовых перетоков подземных вод показано стрелкой.

Рассмотрим роль межпластовых перетоков в формировании подземного стока вод глубоких горизонтов. Взаимодействие водоносных горизонтов является одним из важнейших факторов формирования подземного стока вод в слоистых толщах. Согласно [17] фильтрация жидкости через глинистые отложения подчиняется закону Дарси. Оценка скорости вертикальной фильтрации через глинистые отложения проведена исходя из мощности и коэффициента фильтрации слабопроницаемых отложений, а также величин перепада напоров этажно-залегающих горизонтов.

Как известно из работы [18], по данным о различиях величин напоров в водоносных горизонтах можно определить коэффициент фильтрации слабопроницаемых пород.

Расчеты выполнены для наиболее изученных месторождений (Южно-Сухокумское, Русский Хутор, Сухокумское, Таловское, Солончаковое), приуроченных к зонам пониженных напоров (табл. 4).

Таблица 4

Количественная оценка межпластовых перетоков

№/№ п/п	Газонефтяная площадь	Модуль перетекания, м ³ /сут на 1км ²			
		Сравнимые водоносные горизонты			
		Неокомский карбонатный	Верхнеюрский келловейский	Верхнеюрский карбонатный	Келловейский- байос-батский
1	Русский Хутор	6.30		2.85	0.05
2	Южно-Сухокумская	1.00		1.23	0.10
3	Сухокумская	1.05		1.10	0.55
4	Таловская	2.66		2.33	0.33
5	Солончаковая	1.30		1.40	0.25

С возрастанием величины перепада напоров, вызванного эксплуатацией УВ-х месторождений, количество перетекаемой воды существенно увеличивается. Если в естественных условиях величина перетекания между неокомским и верхнеюрским карбонатными горизонтами на площади Сухокумская составила 123 м³/сут, то в результате разработки УВ-х залежей, приуроченных к этим горизонтам, величина перетекания увеличилась почти в два раза и составляет 203 м³/сут. Наблюдается также изменение направления возможного перетекания.

Исследуя гидродинамические условия подземных вод мезозойских отложений, авторы работы [19] сделали вывод о наличии межпластовых перетоков в пределах платформенной части ВПАБ. В ю-в части исследуемой территории, административно соответствующей северному Дагестану, определено восходящее, а в с-з части (Восточное Ставрополье) – нисходящее направление межпластовых перетеканий. При соблюдении такой закономерности, в первом случае напоры должны были увеличиваться с глубиной, а во втором – наоборот. Однако детальный анализ фактического материала показывает, что таких закономерностей в распределении напоров с глубиной не наблюдается.

В настоящее время дискуссионным остается вопрос об источниках питания подземных вод глубоких водоносных горизонтов, что затрудняет разработку научно обоснованных рекомендаций по подсчету величин подземного стока. Большинство исследователей [20-22] отдают предпочтение сжатию глинистых пород, и выделяемую при этом воду рассматривают как основной источник восполнения ресурсов глубоких водоносных горизонтов. Однако если даже такая картина наблюдается, то, согласно данным [23-24], эти воды были вовлечены в круговорот и не представляют особого интереса на современной стадии геологического развития региона, т.к. выжимание подземных вод из глинистых отложений мезозойского возраста закончилось еще в конце неогена [25].

На наш взгляд, источником питания вод могут быть и воды мантийного (ювенильного) происхождения, поскольку в геологическом разрезе мезозойских отложений отмечаются многочисленные разломы широтной и субширотной направленности (гидрогеологиче-

ские окна), установленные бурением, геофизикой, гидродинамикой, хотя нельзя исключить и наличие невыявленных.

Таким образом, проблема количественной характеристики (оценки) подземного стока пока остается открытой и требует своего решения в ближайшее время, поскольку в работе дается приблизительная оценка величин подземного стока и сроков водообмена по аналогии ряда платформенных областей, аналогичных рассматриваемого региона.

Заключение

Таким образом, характеризуя формирование подземного стока глубокозалегающих водоносных горизонтов, следует отметить следующее:

1. Характер расположения предполагаемых зон разгрузки и питания этажно-залегающих водоносных горизонтов (комплексов), а также вертикальная гидродинамическая и гидрохимическая зональности ВПАБ подтверждает вывод о существовании межпластовых перетоков через глинистые толщи.

2. Установлено наличие межпластовых перетоков, обусловленных гидродинамической связью между водоносными горизонтами, разделенными слабопроницаемыми глинистыми отложениями; указаны направления перетеканий и дана их количественная оценка. Наличие межпластовых перетоков приводит к образованию гидрохимических аномалий.

3. Региональные водоупоры играют важную роль в формировании вертикальной гидрохимической зональности бассейна.

4. Количество перетекаемой воды, несмотря на низкие коэффициенты фильтрации глинистых отложений ($n \cdot 10^7$ м/сут) составляет значительную величину в пределах отдельных газонефтяных площадей ($n \cdot 10$ - $n \cdot 100$ м³/сут).

5. При оценке величин подземного стока следует исходить, согласно М.К. Курбанову (2001г) из имеющего фонда не только действующих, но и ликвидированных скважин, техническое состояние которых позволяет провести их восстановление.

6. В настоящее время наименее изученными и требующими дальнейшего уточнения являются: единство мнения на динамику подземных вод глубоких горизонтов и, прежде всего, о характере распределения напоров в вертикальном разрезе осадочного чехла артезианского бассейна; вопрос об источниках питания подземных вод глубоких горизонтов остается дискуссионным.

Таким образом, необходимо изучить синергетику влияния на закономерности формирования подземного стока нижнего (мезозойского) этажа разреза с характеристикой распределения величин стока, изменения скоростей и темпов водообмена, роли глубокого артезианского стока в формировании не только водного баланса современной поверхности бассейна, но и их роли в формировании и разрушении залежей УВ.

Литература

1. Дюнин В.И. Методика изучения глубоко подземного стока. М.: Недра, 1985, 135 с.
2. Всеволожский В.А. Подземный сток и водный баланс платформенных структур. М.: Недра, 1983, 166 с.
3. Нефтегазоносность Предкавказья в связи с закономерностями в распространении скоплений нефти и газа в предгорных и нефтегазоносных бассейнах (К.А. Белов, И.О. Брод, М.С. Бурштар и др.) – В кн.: Региональные и структурные проблемы геологии нефти. М.: Недра, 1960, С. 68-74.
4. Проблемы геотермальной энергетики Дагестана (Рел.: Х.И. Амирханов, С.Н. Ятров). – М.: Недра, 1980, 208 с.
5. Зекцер И.С. Закономерности формирования подземного стока и научно-методические основы его изучения. Изд-во «Наука», 1977, 172 с.
6. Зерчанинов И.К. К методике расчета приведенных напоров пластовых вод. – М.: Гостоптехиздат, 1960, 79 с.
7. Мирощников М.В. К методике расчета абсолютных отметок статических уровней вод высокой минерализации Изв. ВУЗов. Нефть и газ, 1961, №8. С. 15-19.

8. Силян-Бекчурин А.И. Метод приближенного учета скоростей фильтрации и подземного стока рассолов по пьезометрам. Тр. Лаб. гидрогеол. проблем им. Ф.П. Саваренского АН СССР, 1949, т. II, С. 130-137.
9. Якобсон Г.П. Динамика и формирование химического состава хлоридных натриево-кальциевых подземных вод. – В кн.: Материалы научного семинара по проблеме формирования хлоридных кальциево-натриевых подземных вод. М.: Недра, 1968, С. 171-173.
10. Бондаренко С.С. О динамике подземных вод Западно-Сибирского артезианского бассейна. – Изв. ВУЗов, Геол. и разведка, 1961, №4, С. 96-106.
11. Дибиров Д.А., Меликов М.М. Гидрогеологические аспекты формирования и размещения залежей углеводородов Восточного Предкавказья. Журнал «Вестник ДНЦ РАН», №13. Махачкала, 2003. С.29-36.
12. Меликов М.М. Гидрогеологические условия формирования и размещения залежей углеводородов Прикумской нефтегазоносной области Восточного Предкавказья. Материалы международной научной конференции «Гидрогеология сегодня и завтра: наука, образование, практика», посвященной 60-летию кафедры гидрогеологии МГУ им. М.В. Ломоносова (22-24 мая 2013г). Макс-пресс, Москва, 2013, С.113-123.
13. Меликов М.М. Гидрогеологические критерии оценки нефтегазоносности Равнинного Дагестана. Сборник (электронный) научных трудов Международной научно-практической конференции «Новые Идеи в геологии нефти и газа-2015», посвященной 70-летию кафедры «Геологии и геохимии горючих ископаемых» геологического ф-та МГУ. 28-29 мая 2015г.
14. Бурштар М.С., Машков И.В. Условия формирования и закономерности размещения залежей нефти и газа (на примере Предкавказья и Степного Крыма). – М.: Гостоптехиздат, 1963, 268 с.
15. Кисин И.Г. Гидродинамические аномалии в подземной гидросфере. – М.: Наука, 1967, с. 136
16. Озолин Б.В. Характеристика пьезометрических условий вертикального (межпластового) перетоков жидкости Тр. УФНИИ, 1967, вып. 20, С. 31-36.
17. Ломизе Г.М. Фильтрация в трещиноватых породах. – М.: Госэнергоиздат, 1951, 127 с.
18. Шестаков В.М. Практикум по динамике подземных вод. – М.: МГУ, 1975, 270 с.
19. Боревский Л.В., Павленко Г.К. Гидродинамические особенности мезозойских водоносных комплексов Восточно-Предкавказского артезианского бассейна. Тр. ВСЕГИНГЕО, 1978, вып. 124, С. 39-47.
20. Бурштар М.С., Машков И.В. Условия формирования и закономерности размещения залежей нефти и газа (на примере Предкавказья и Степного Крыма). – М.: Гостоптехиздат, 1963, 268 с.
21. Колодий В.В. Гидродинамические и палеогидрогеологические условия плиоценовых отложений Западно-Туркменской впадины. – Сов. геол., 1966, №2, С. 50-62.
22. Мухин Ю.В. Процессы уплотнения глинистых осадков. – М.: Наука, 1965, 200 с.
23. Карцев А.А., Вагин С.Б., Басков Е.А. Палеогидрогеология. – М.: недра, 1969, 150 с.
24. Никаноров А.М. Волобуев Г.П., Барцев О.Б. Палеогидрогеологические реконструкции нефтегазоносных бассейнов. – М.: Недра, 1975, 192.с
25. Геология нефтяных и газовых месторождений Северного Кавказа. (М.С. Бурштар, А.Д. Бизнигаев, Г.Г. Гасангусейнов и др.) – М.: Недра, 1966, 424 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОГЕННЫХ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В СВЯЗИ С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

Осика Д.Г.¹, Ашурбекова Т.Н.², Отинова А.Ю.¹, Исаева Н.Г.²

¹ Институт Геологии ДНЦ РАН, ² ФГОУ ВПО «Дагестанская ГСХА»

Физическая основа формирования радиогеохимических аномалий в экологической среде обитания живых существ заключается в распаде радиоактивных элементов и их изотопов. В процессе естественного распада имеют место излучения α , β , γ .

Радиоактивностью называют способность атомных ядер спонтанно превращаться в другие ядра с испусканием различных видов радиоактивных излучений и элементарных частиц. Радиоактивность можно разделить на два вида: естественную и искусственную. Естественную можно наблюдать у существующих в природе неустойчивых изотопов. Искусственная радиоактивность наблюдается у изотопов, которые были получены в результате проведения ядерных реакций.

Радиоактивное излучение бывает трех типов:

1. α -излучение — этому излучению присущи отклонения электрическим и магнитными полями. Оно обладает высокой ионизирующей способностью. Также характеризуется малой проникающей способностью. По своей сути это поток ядер гелия.

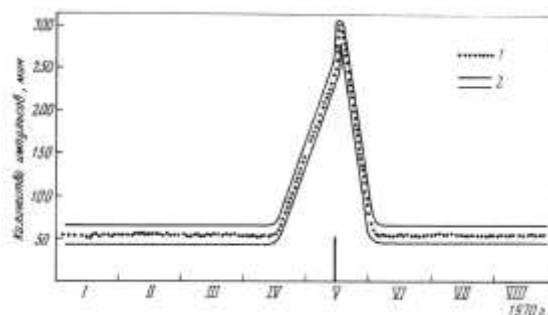
2. β -излучение — также как и α -излучение, данное излучение отклоняется электрическим и магнитным полями. Если продолжить сравнение, то его ионизирующая способность значительно меньше (приблизительно на два порядка), а проникающая способность гораздо больше, чем у α -частиц. β -излучение — это поток быстрых электронов.

3. γ -излучение — в отличие от двух предыдущих, не отклоняется электрическим и магнитным полями. Ионизирующая способность невелика. А вот проникающая способность просто колоссальна. γ -излучение — это коротковолновое электромагнитное излучение, у которого длина волны не велика. Следствием этого являются ярко выраженные корпускулярные свойства.

Первые значимые исследования по радиогенным аномалиям в связи с сейсмичностью проводились в 60-70 гг прошлого столетия Агамирзевым А.А., Золотовицкой Т.А. Касумовым И.А., Исмаил-Заде Т.А и др. [2,3] Агамирзевым с сотр. проводилась гамма-съемка плейстосейстовой области ощутимых землетрясений 4-6 августа 1975г в Азербайджане и восточном Кавказе. Исследования показали повышение гамма-поля на 25-30% относительно известного здесь фона в течение 2-3 дней после свершения сейсмических событий. До этого ими были обнаружены кратковременные повышения уровня гамма-поля во время 6-7 бального Мыхтекянского землетрясения 1965 г. Съемка производилась прибором РА-69. Физика явления объясняется инъекцией радона из глубин в почву в момент землетрясения, встряхнувшего мощную осадочную толщу пород.

В последующие годы было накоплено большое количество экспериментального материала об изменении содержания радона в подземных водах в связи с сейсмичностью. Выявлены как положительные, так и отрицательные предвестниковые аномалии, которые по времени могут быть краткосрочными или долгосрочными в зависимости от модели очагов формирования и подготовки сейсмического события в данной области (растяжения, сжатия и др.), а так же от удаленности исследуемых источников от очага будущего землетрясения. А так же от наличия или отсутствия форшоков [5]. Установлено что длительность аномалии зависит от энергии готовящегося землетрясения [4].

С января по октябрь 1970 г на северо-западе Махачкалы проводились систематические ежедневные режимные радиометрические наблюдения за динамикой радона в приземной атмосфере. При этом были установлены фоновые значения гамма-поля, которые с января по апрель колебались в пределах 40-70 имп/мин, а за месяц до землетрясения стало отмечаться длительное и неуклонное повышение количества импульсов в минуту, которое к 14 мая 1970года достигло 250 (рис.1).



1 – среднее число импульсов в минуту; 2 – внутрисуточные вариации гамма-активности. [7]

Рис. 1. Радиохимический предвестник Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г.

Через сутки после основного толчка оно составило 300 имп/мин, после чего начало снижаться, и к началу июня достигло фоновых значений, не смотря на продолжавшуюся афтершоковую деятельность [8].

Каспаровым С.А. с сотрудниками Дагестанского научного центра наблюдалось несколько радоновых аномалий в Зурамакентских термальных источниках в области Дагестанского клина в связи с афтершоками Дагестанского землетрясения 1970 года [13].

Махачкала расположена в 35-40 км к востоку от плейстосейстовой области, отсюда можно сделать вывод, что увеличение радиоактивности приземной атмосферы перед сильными землетрясениями происходит не только в эпицентральной зоне, а носит региональный характер.

П.И. Чалов с сотрудниками так же проводили исследования гидрогеохимических аномалий в сейсмоактивной зоне с целью поиска глубинных разломов и прогноза сейсмических событий. Несмотря на то, что они приходят к выводу о невысокой прогнозной точности повышения содержания радона и радия в глубинных водах скважин и естественных минеральных источников [9], не следует преуменьшать значение полученных ими данных. За изученный период наблюдалась серия Иссык-Атинских землетрясений 1973 г и Кочкорское 1974 г, они отмечены на графиках вертикальными сплошными линиями.

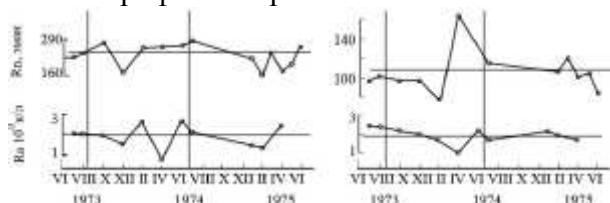
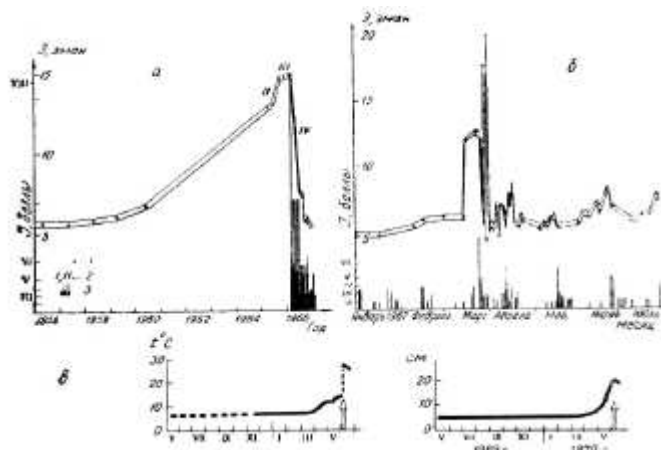


Рис.2. Изменение во времени содержания Радона и Радия в водах разломов курорта «Джеты-Огуз» по данным Чалова П.И. и Тузовой Т.В. [8]

То, что подобные аномалии наблюдались не только в очаговой зоне последующих сейсмических событий, но и достаточно далеко за ее пределами подтверждает наш вывод о региональном характере формирования гидрогеохимических и радиохимических аномалий в связи с сейсмичностью. Наблюдающиеся аномальные значения содержания радия и радона в водах скважин и естественных источников свидетельствуют об активизации поступления глубинных флюидов из недр в периоды подготовки сейсмических событий. Снижение интенсивности гамма-излучения после основного толчка, несмотря на наличие афтершоков, объясняется тем, что основная масса радона, поступающего из глубинных высокотемпературных зон, и накопившаяся в толще осадочного чехла в процессе подготовки землетрясения, высвобождается в результате встряхивания осадочной толщи в момент основного толчка [5].

Мавляновым Г.А. и Уломовым В.И. проводились исследования вариаций радона в термоминеральных водах глубинного происхождения с целью поиска предвестников землетрясений. Были обнаружены значительные повышения содержания радона перед Ташкентским землетрясением $M=5,5$, а так же в связи с его афтершоками (рис.3)[10].



А - перед Ташкентским землетрясением 1966 г. ($M=5,2$) б - во время его афтершоков: I - интенсивность сотрясения в баллах; Э - концентрация радона в эманах; в- в скважинах курорта «Джеты-Огуз» перед землетрясением в районе г. Пржевальска (1970г. $M=6,5$) [10]

Рис.3. Вариации радона (а,б) температуры и напора (в) термоминеральной воды

В 2014 г сотрудниками ИГ ДНЦ РАН Газалиевым И.М., Айтековым М-П. Б., Бабаевым М.Р. и Идрисовым И.А. с целью оценки возможного радиационного воздействия на персонал проведены радиологические исследования на действующих месторождениях нефти и газа. [1] В результате этих исследований обнаружены локальные участки радиоактивного заражения почвенного покрова как техногенного, так и природного характера. В частности природный характер радиоактивного заражения был обнаружен в результате подробной радиометрической съемки в области выхода травертина на месторождении Дузлак в Дербентском районе. Определены локальные участки со значительным превышением показателей природной радиоактивности субстрата. По-видимому, причина радиоактивного заражения территории – испарительная концентрация рассолов, которые на данном участке дренируют глубокие горизонты земной коры вплоть до мезозойских.

Определено содержание естественных радионуклеидов в образцах, отобранных из травертинового бугра, а так же почв в области радиоактивного заражения и за его пределами (фоновая проба). По итогам исследования была составлена карта распределения естественной радиоактивности площади Дузлак (рис. 4).

Участки с максимальной трещиноватостью приурочены к сводовой части и зоне разлома, по этим зонам идет активная вертикальная миграция высокоминерализованных вод (60-90 г/л). Естественные выходы рассолов использовались местным населением для производства соли, от этого промысла и произошло название данной площади – Дузлак (тузлук- рассол). Несомненной является глубинность радиоактивных компонентов, разгрузка которых повышается в связи с подготовкой сейсмических событий. Излияние этих рассолов на поверхность и их естественное испарение приводит к цементации пород с образованием травертинов, которые адсорбируют на себя радиоактивные элементы, обуславливая стабильные очаги радиоактивного излучения. Стоит предположить, что данный эффект наблюдается и в других структурах, в которых имеют место отложения травертина: на Берикее, в Каякенте, Дагестанских Огнях, Арабляре, Хошмензиле и др.

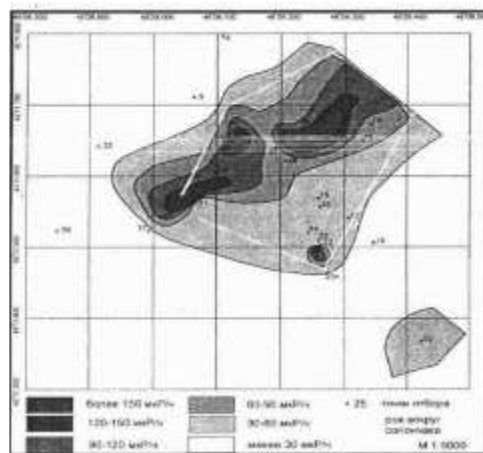


Рис. 4. Карта радиоактивности почв площади Дузлак [1]

Без сомнения, люди, проживающие в непосредственной близости от подобных мест, а так же животные, и даже сельскохозяйственные продукты, для полива которых используется вода, содержащая радиоактивные элементы, подвергаются воздействию радиоактивного излучения. Не смотря на то, что чаще всего уровень гамма-излучения не превышает допустимых норм, но, учитывая, что это воздействие оказывается длительное время, в течение всей жизни, на разных этапах онтогенетического развития, по нашему мнению, это не может не оказывать определенного влияния на здоровье местного населения и всю экосистему в целом.

Другими авторами так же было замечено влияние эндогенного радиоактивного излучения. Наиболее отчетливо негативное действие природного фактора проявляется вблизи складчатых и разрывных тектонических нарушений архейско-протерозойского кристаллического фундамента. Частота онкологических заболеваний в пределах этих тектонических структур в среднем в 1,5 раза выше, чем в тех районах, где подобные разрывные нарушения отсутствуют, при сходном характере техногенной нагрузки на окружающую природную среду [12].

Ученые еще в 30-х годах XX столетия столкнулись с таким парадоксом биологического действия ионизирующего излучения: несоответствие между ничтожным количеством поглощенной клеткой энергии излучения и вызываемым большим биологическим эффектом. При объяснении этого парадокса в количественной биологии были сформулированы принципы попадания и мишени.

Оказалось, что при воздействии излучений на биологические объекты, не всякая передача энергии ионизирующей частицей приводит к лучевому повреждению. Живая клетка и ее органеллы оказались гетерогенными в отношении чувствительности к облучению. Радиационный эффект в клетке возникает по принципу "все или ничего" в зависимости попадания или непопадания ионизирующих частиц в уникальную структуру. Это утверждение, основанное на экспериментальных фактах, получило название принципа мишени, согласно которому объем живых клеток гетерогенен по своей радиочувствительности: в нем имеются определенные участки (мишени), попадание в которые и только в них приводит к поражению [6, 7]. Изменения, развивающиеся в органах и тканях облученного организма, называют соматическими. Различают ранние соматические эффекты, для которых характерна четкая дозовая зависимость, и поздние — к которым относят повышение риска развития опухолей (лейкозов), снижение продолжительности жизни и разного рода нарушения функции органов. Специфических новообразований, присущих только ионизирующей радиации, нет. Существует тесная связь между дозой, выходом опухолей и длительностью латентного периода. С уменьшением дозы частота опухолей падает, а латентный период увеличивается.

В отдаленные сроки могут наблюдаться и генетические (врожденные уродства, нарушения, передающиеся по наследству), повреждения, которые наряду с опухолевыми эффектами являются стохастическими. В основе генетических эффектов облучения лежит повреждение клеточных структур, отвечающих за наследственность: половых органов —

яичников и семенников. Эффект облучения, как было сказано, зависит от величины поглощённой дозы и пространственно-временного распределения её в организме. Облучение может вызвать повреждения от незначительных, не дающих клинической картины, до смертельных. Как однократное острое, так и пролонгированное, дробное или хроническое облучение в дозе, отличной от нуля, по современным представлениям, может увеличивать риск отдалённых стохастических эффектов — развития раковых опухолей и генетических нарушений.

Впервые Ашурбековой Т.Н. Стальмаковой В.П. и Исаевой Н.Г. в начале 2000 гг. было обращено внимание на связь приуроченности высокой частоты онкологических заболеваний в Дагестане к районам повышенной сейсмической активности [11]. При этом возникла необходимость тщательного изучения причинно-следственных связей этого явления. С этой целью нами было выполнено дополнительное тщательное обследование очаговой зоны в окрестностях села Кабир, Курахского района Южного Дагестана с определением радиоактивности горных пород, почв, сельскохозяйственных продуктов, выращенных на данной территории (пшеницы и фасоли) а так же костных остатков животных местного происхождения из скотомогильников и всех источников водоснабжения, как в самом селе, так и в его окрестностях.

Таблица 1

Показатели гамма-излучения и мощности экспозиционной дозы в объектах с. Кабир Курахского района.

Объект исследования	Радиация (гамма-излучение)	Мощность экспозици- онной дозы мкР/час
Каменный карьер старый:		
Поверхностный	1,03	17,0
Глубинный	5,15	20,0
Каменный карьер 1 (песчаник) новый	5,15-4,12	25,8-24,6
Каменный карьер 2 (обвал)	2,06	25,8
Горные породы возле «Фан-Су»	8,25-7,22	23,7-24,7
Глинистые сланцы - аргиллиты	4,12-5,15	20,6-23,7
Глина	2,06-3,09	18,6-20,6
Почва – поле	3,09-5,15	18,6-20,6
Источник воды возле карьера	2,01-1,03	16,5-19,6
Родник «Чилин-Булах»	3,09	18,6
Родник «Дженет-Булах»	0	8,76
Родник «Мехги-Булах»	0	12,4
Источник «Кара-Су»	1,03	16,5
Источник «Фан-Су»	8,25	23,7
Зерно	0	13,9
Фасоль	-	12,4
Картофель	-	20,9
Балки	3,09-5,15	18,6-20,6
Норма СанПиН 2.3.2.1078-01		до 30

Судя по данным таблицы 1, сильных превышений допустимых норм излучения здесь не обнаружено, но учитывая что при повседневном многолетнем употреблении продуктов питания, питьевой воды даже не высокие концентрации радиоактивных элементов могут накапливаться в организмах человека, животных и растений. Таким образом, нельзя исключать, что именно это воздействие негативно влияет на здоровье местного населения, вызывая учащение случаев онкозаболеваемости в этом регионе.

Кроме того, данные измерения проводились в период сейсмического затишья, следовательно, данный уровень гамма-излучения может считаться фоновым. А в период подготовки сейсмических событий, а так же некоторое время после их свершения, как нами было показано выше на других примерах, уровень гамма излучения может резко повышаться, в результате чего местное население, животные, птицы и растительность получают дополнительную дозу излучения. Только на памяти одного поколения, в окрестностях с. Кабир произошло два сильных землетрясения $K=16\div 17$, и в 10-15 км от него, в окрестностях селения Рычал в 1966 году произошло Касумкентское землетрясение $K=14$. А в 30-40 км от с. Кабир, в районе селения Ахты, регулярно происходят более мелкие землетрясения. Все эти населенные пункты расположены на территории Южно-Дагестанского транскавказского поперечного поднятия, отличающегося очень высокой сейсмической активностью.

Однако влияние небольших доз излучения может быть не только негативным. С древности известен лечебный эффект радоновых источников, воды которых используют для принятия ванн, питья и просто кратковременного нахождения в так называемых радоновых пещерах. Радоновые ванны с природными и искусственными радоновыми водами – одна из самых распространенных процедур, которые в настоящее время применяются в санаториях и спа-центрах на многих курортах России и мира. Радоновые воды применяются не только в виде ванн, но и в виде лужей, ополений, питьевого лечения. Радоновые ванны и другие бальнеопроцедуры улучшают микроциркуляцию в коже, нормализуют работу сердца, выравнивают артериальное давление, повышают иммунокомпетентность, оказывают противовоспалительное действие, нормализуют морфологический состав и свертываемость крови, стимулируют процессы регенерации тканей, оказывают нормализующее действие на основной обмен. В XX веке было открыто и освоено множество источников с радоновыми водами по всему миру, курорты начали строить сначала в Германии, Австрии и Италии [14].

Первый радоновый российский курорт Белокуриха был построен в 1867 году. В 1905 г. И.А. Багашев опубликовал работу, содержащую описание 165 минеральных источников Забайкалья и результаты 61 анализа этих источников, в том числе и на радиоактивность [15]. Р.И. Свинне в 1910 г. исследовал радиоактивность водных источников Латвии, Эстонии, Псковской и Новгородской губерний. Инженером-технологом Э.Э. Карстенсом в 1907 г. была определена радиоактивность 26 минеральных источников и составлена таблица активностей Пятигорских, Ессентукских, Железноводских, Кисловодских минеральных источников [14]. Термальные и минеральные источники Южного Дагестана так же используются населением с глубокой древности. Их лечебный эффект обусловлен не только минеральным составом с набором ряда микроэлементов, но и наличием радиоактивной составляющей. Механизм возникновения лечебного эффекта малых доз радионотерапии объясняется законом Арндта – Шулца, открытым в 1855 г.: слабые раздражения стимулируют жизнедеятельность, средние поддерживают, сильные тормозят, сверхсильные разрушают ее.

Выводы:

1. Факт возникновения радиогеохимических аномалий в связи с сейсмичностью неоднократно описан в литературе большим количеством авторов, и возникновение таких аномалий отмечено во многих сейсмоактивных регионах. Однако на данный момент нельзя говорить о прогнозной роли данных аномалий, так как в зависимости от особенностей конкретных объектов исследований, картина возникновения и развития этих аномалий может быть неоднозначна.

2. В областях повышенной трещиноватости, в зонах глубоких разрывных нарушений, в окрестностях действующих или заброшенных скважин фоновый уровень гамма-излучения может сохраняться на достаточно высоком уровне, в результате постоянного подтока глубинных флюидов, содержащих радиоактивные компоненты. А в связи с сейсмическими событиями в этих областях, как правило, происходит резкое повышение радиоактивного излучения, при этом продолжительность и площадь развития аномалии зависят от энергии (силы) конкретного сейсмического события.

3. Фундаментальное значение этих исследований в том, что люди, проживающие в непосредственной близости от подобных мест, а также животные, и даже сельскохозяй-

ственные продукты, для полива которых используется вода, содержащая радиоактивные элементы, регулярно подвергаются воздействию радиоактивного излучения. Несмотря на то, что чаще всего уровень гамма-излучения не превышает допустимых норм, но, учитывая, что это воздействие оказывается длительное время, в течение всей жизни, на разных этапах онтогенетического развития, по нашему мнению, это не может не оказывать определенного влияния на здоровье местного населения и всю экосистему в целом. А в геологическом времени подобные области облучения могли являться очагами возникновения мутаций и, возможно, оказывали влияние на ход эволюции.

Литература

1. Газалиев И.М., Айтеков М-П.Б., Бабаев М.Р., Идрисов И.А. Радиоэкологические аспекты добычи нефти и газа в Дагестане. Вестник ДНЦ АН №55 2014г. С.27-30.
2. Агамирзоев Р.А., Касумов И.А., Гюль Э.К. и др. Шемахинские землетрясения 4-6 августа 1975г – Сейсмол.бюллетень Кавказа Тбилиси. Мецниерба 1977г.
3. Агамирзоев Р.А. Золотовицкая Т.А. Исмаил-Заде Т.А. и др. Поиски предвестников землетрясений в Азербайджане – Поиски предвестников землетрясений. Ташкент Фан 1976г. С.213-219
4. Зубков С.И. Радоновые предвестники землетрясений – вулканология и сейсмология 1981г №6 С.74-105.
5. Оспанов А.Б. Об одной из особенностей прогнозирования землетрясений по аномалиям радона в подземных водах. В сб. науч. тр.: Гидрогеохимические предвестники землетрясений. М.: Наука, 1985.
6. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Радиационная биофизика. М., 1979. 240 с.
7. Эйдус Л.Х. Физико-химические основы радиобиологических процессов и защиты от излучений. М., 1972. 240 с.
8. Осика Д.Г., Черкашин В.И. Энергетика и Флюидодинамика сейсмичности. М. Наука 2008г. 244с.
9. Чалов П.И., Тузова Т.В., Алехина В.М. Изотопные параметры вод разломов земной коры в сейсмически активной зоне. Фрунзе, «Илим» 1980г.
10. Мавлянов Г.А., Уломов В.И. Поиски предвестников землетрясений в Узбекистане. Поиски предвестников землетрясений, «ФАН» Ташкент 1976г.
11. Стальмакова В.П., Ашурбекова Т.Н., Исаева Н.Г., Атаева Р.Д. Факторы влияющие на качество окружающей среды в экологически проблемных районах Дагестана. Материалы конференции к 75летию ДГСХА, Махачкала 2007.
12. Бочаров Е.Г. Иванов Ю.В. Глубинная геодинамика как фактор повышенной онкозаболеваемости / Современная геодинамика, глубинное строение и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов. Материалы международной конференции. Воронеж 2001г.
13. Осика Д.Г. Флюидный режим сейсмоактивных областей. М.: Наука, 1981г. 204с.
14. Радоновые воды в курортном лечении. История, эффективность, показания. Радоновые курорты России и мира <http://sankurtur.ru/methods/376>
15. Багашев И. А. Минеральные источники Забайкалья: Приложение к Запискам Читинского отделения Приамурского отдела Российского географического общества. М.: изд. М. Д. Бутина, 1905. 159 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В СВЯЗИ С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

Осика Д.Г., Отинова А.Ю., Пономарева Н.Л.
Институт геологии ДНЦ РАН

В развитие многопланового и всестороннего изучения флюидного режима сейсмически активных областей для разработки химических, гидрогеодинамических, энергетических и биологических методов прогноза землетрясений возникла необходимость изучения динамики подземных водно-газовых систем в связи с сейсмичностью, в том числе и на изотопном уровне.

Впервые с изотопными аномалиями в подземных водно-газовых системах сейсмически-активных областей авторы столкнулись при исследовании флюидов мезокайнозойских отложений Южного Дагестана. На изотопно-геохимические аномалии по величине отношения $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ Г.И.Войтов, Д.Г.Осика и Т.Г. Гречухина обратили внимание при изучении закономерностей распределения попутных газов газонефтяных месторождений [2]. Был обнаружен приток радиогенного эндогенного изотопа ^{40}Ar из высокотемпературных зон в приповерхностные слои земной коры и в атмосферу.

На жесткий термальный режим, в условиях которого формируются механические смеси газов Южного Дагестана, указывают величины отношений $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ (таблица 1), которые варьируют в исключительно широких пределах (от 925 до 4228). Это значение резко (почти на порядок) выходит за величины отношений, свойственных, за редким исключением, газам газовых месторождений мира (300-600), что свидетельствует о связях эндогенных газов из астеносферы с газогеохимическими аномалиями приповерхностных отложений в процессе их формирования.

Таблица 1.

Величины отношений $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ в некоторых газах Южного Дагестана.

Место отбора	№ скважины	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$
Дузлак	1-бис	3244
Берикей	1-АЗН	4228
Дагестанские Огни	24	1557
Хошмензил	15	995
То же	21	925
Ачи-Су	129	370
Сели	49	1973
То же	48	1557
“	14	1480
В атмосферном воздухе	--	296
В газовых и нефтяных месторождениях мира	--	300-700

При этом газы ядра восточной антиклинали (площади Берикей, Дузлак, Дагестанские Огни), характеризующегося наиболее интенсивной разгрузкой тепла, хлор-кальциевых высокотермальных вод и газов самого пестрого химического состава, содержат и наибольшее количество радиогенного ^{40}Ar .

По содержанию дейтерия (1,05+1,07 у сл.ед.) хлор-кальциевые воды осадочного чехла Южного Дагестана являются первично седиментационными, разбавленными водами метеорного происхождения, что находится в согласии с ранее высказанными предположениями. Степень этого разбавления довольно постоянна и составляет 0,35-0,4 объема метеорных вод на 1 объем океанических вод, захороненных в момент осадконакопления. В то же время, условия сохранности седиментационных вод рассматриваемого артезианского бассейна либо благоприятны по сравнению с другими бассейнами территории бывшего Советского Союза, или же воды постоянно подпитываются ювенильной составляющей, суще-

ственно обогащенной тяжелым водородом (дейтерием) по сравнению с принятым стандартом – водой московского водопровода. На сводной гистограмме рядов распределения относительного содержания дейтерия в подземных водах образцы, отобранные в Южном Дагестане, систематически располагаются на правой нисходящей ветви гистограммы. (рис.2 а).



Рис. 1. Диаграмма Крейга изотопного состава газа мезо-кайнозойских отложений Дагестана.

Радиогенный аргон может выделиться из кристаллической решетки калий-аргоновых минералов, таких как глаукоциты, гидрослюды и т.д. только при расплавлении, что возможно лишь в подкоровых условиях астеносферы.

Очевидно, корни разрывных нарушений, разбивающие осадочный чехол мезо-кайнозойского возраста, уходят на большие глубины, в области высоких температур. Сильным аргументом в пользу последнего, помимо химического состава газов и температуры изливающихся вод, является изотопный состав углерода углекислоты и аргона.

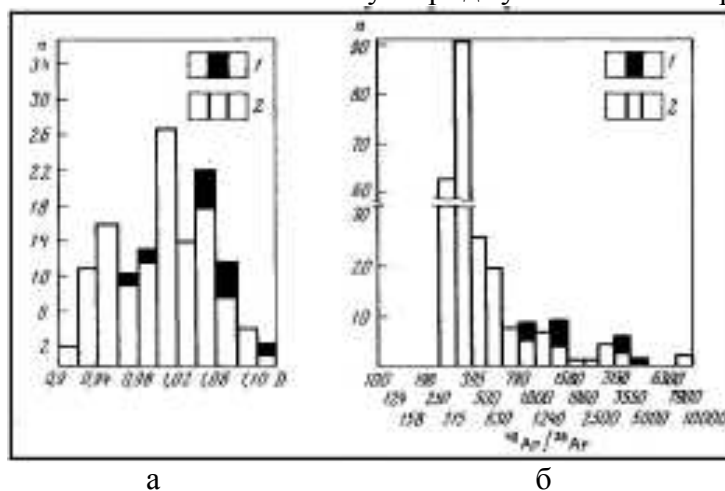


Рис.2: Распределение а- дейтерия в подземных водах б- отношения $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ в газах газовых и нефтяных месторождений . 1- Южный Дагестан, 2- другие нефтегазовые бассейны.

Эти исследования были продолжены Газалиевым И.М., где в скважине №20 на площади Берикей это отношение достигло 1200, что не только подтвердило наш более ранний вывод, но и свидетельствует об определяющем влиянии сейсмичности на масштабность субвертикальной разгрузки эндогенных флюидов в обменный бассейн из астеносферы.

Им же в сотрудничестве с Толстихиной И.Н. по результатам изучения изотопии атомов гелия количественно доказывается разгрузка мантийного гелия в атмосферу в пределах восточной антиклинальной зоны Южного Дагестана на площади Берикей, а так же в

Талгах, в области Дагестанского клина и других минеральных источниках Дагестана. [6]. Однако инертные газы, будь то аргон, гелий или их изотопы, являясь индифферентными относительно всей живой природы, совершенно не играют значимой роли в динамике экологической обстановки в биосфере.

Другое дело изотопный состав биологически значимых элементов, из которых состоит основная масса биосферы земли – углерод, кислород, водород, азот, сера, фосфор. На их долю приходится около 98 % живой массы всей биосферы. Остальная масса приходится на микроэлементы, представленные Fe, Mn, Cu, Co, Zn, I, Br, Mo и другими.

Большой интерес представляет вопрос о роли стабильных изотопов биогенных элементов в биохимических и физиологических процессах в живых организмах. Из литературы известны механизмы особенностей протекания биохимических процессов в зависимости от участия в них изотопов, но до наших исследований не было данных о том, как сейсмичность может влиять на изменение изотопного состава компонентов биосферы и оказывать влияние на жизнедеятельность биосферы в долгосрочном смысле [5].

В экологическом плане большой интерес представляют изотопно-геохимические аномалии перечисленных элементов. В процессе мониторинга динамики химического состава подземных водно-газовых систем с целью поиска и установления прогнозных геохимических аномалий и методов оперативного прогноза землетрясений, авторы подвергли изотопно-геохимическому анализу все пробы спонтанных газов подземных вод (за период с начала 1970 г. по 1975г.) для изучения динамики изотопного состава углерода в молекулах CO_2 и CH_4 в газах, а так же атомов водорода в молекулах воды и углеводов, а так же кислорода в молекулах воды и CO_2 .

Впервые сильные систематические вариации изотопного состава углерода CO_2 и CH_4 (до 2% в значениях $\delta^{13}\text{C}$) и резкие изменения химического состава газов из скважин отмечены в конце сентября 1970 г. на структуре Миатлы (Дагестанский клин) при афтершоках $K=9\div 11$ Дагестанского землетрясения 1970 г. Позже такой же характер вариаций изотопного состава углерода CO_2 и CH_4 при релаксациях упругих деформаций горных пород в гипоцентрах землетрясений был отмечен на более широком эмпирическом материале, собранном на Кавказе в 1974-1975 гг.

Оказалось, что существенные вариации содержания изотопа ^{13}C в CO_2 и CH_4 из газовых струй в линейных зонах разрывных тектонических структур наблюдались на расстояниях до 100 км и более от эпицентров землетрясений с глубинами от 20 до 50 км.

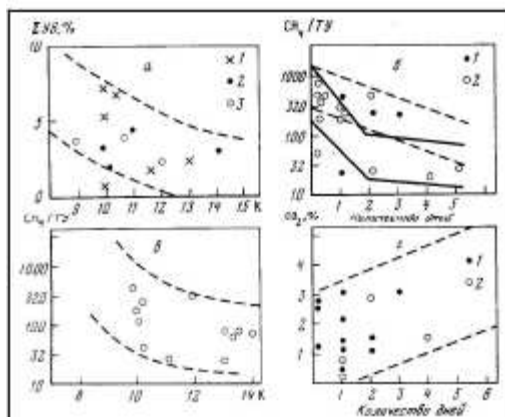
Это свидетельствует о региональном характере процессов подготовки землетрясений, при которых в область разгрузки - атмосферу Земли - возрастает приток глубинного (высокотемпературного) изотопно-тяжелого метана. Оценки показывают, что доля такого метана в субвертикальном потоке газов в момент релаксации упругих деформаций может достигать 75 % и более.

Газы для химического и изотопного анализа отобраны в августе-декабре 1974 г. из газифицирующих термальных (60-62°C) источников минеральных вод гидрокарбонатно-натриевого типа в п. Зурамакент (минерализация около 750 мг/л). Источники расположены в 7-балльной зоне Дагестанского землетрясения 1970 г

В сейсмически спокойные периоды наблюдений, содержание изотопов ^{13}C в углеводородах и CO_2 составляет: CO_2 ($\delta^{13}\text{C} = -2,5\%$) и CH_4 ($\delta^{13}\text{C} = -6,0\%$).

Был отмечен ряд особенностей изменения состава газов в зависимости от времени, предваряющего мелкофокусное землетрясение, или прошедшего после его свершения, а также в зависимости от его энергетического класса. Прежде всего, эти изменения выражаются в дополнительном подтоке в область разгрузки углеводородных газов, интенсивность которого (рис 3) вне зависимости от энергетического класса землетрясения нарастает по мере приближения к моменту релаксации упругих деформаций в очаговой зоне. Увеличивается также соотношение между метаном и тяжелыми углеводородами, т.е. дополнительная составляющая углеводородов представлена, по-видимому, в основном, метаном, хотя доля тяжелых углеводородов заметно возрастает с увеличением энергетического класса землетрясения. После релаксации упругих деформаций в очаговой зоне подток глубинной составляющей газа в область разгрузки во времени изменяется существенно быстрее (судя

по темпу изменения величины отношения CH_4 к сумме ТУ), чем на стадии подготовки очага землетрясения.



А - увеличение содержания углеводородов в составе зависимости от времени. 1 - в день землетрясения, 2 - за один день до, 3 - после основного толчка; б - изменение соотношений между CH_4 и тяжелыми углеводородами в зависимости от времени. 1 - до землетрясения, 2 - после землетрясения; в - характер изменения отношения CH_4 к сумме тяжелых углеводородов в зависимости от энергетического класса землетрясений; г - изменение содержания CO_2 в газах в зависимости от времени 1 - до землетрясения, 2 - после землетрясения.

Рис.3. Изменение некоторых характерных отношений, обусловленных землетрясениями с эпицентрами в районе Чиркейской ГЭС.

Изменения изотопного состава углерода CO_2 и CH_4 , вероятно, отражают нарушения структуры субвертикального потока природных газов в зону разгрузки (в атмосферу Земли), вызванные процессами перераспределения упругих деформаций в гипоцентрах землетрясений. При этом изменяется долевое участие в потоке газов определенных горизонтов, углерод CO_2 и CH_4 которых имеет изотопный состав, отвечающий изотопному равновесию между углеродом CO_2 и CH_4 при фиксированных пластовых температурах. Поскольку почти все землетрясения 1974г. в пределах Дагестанского клина, в период которых были отобраны газы для изучения характера вариаций изотопного состава углерода CO_2 и CH_4 , были мелкофокусными, то не следовало ожидать таких больших колебаний рассматриваемой величины, какие наблюдались при сильных землетрясениях 1970г. в Дагестане (до 2% в величинах $\delta^{13}C$). Действительно, за исключением роя землетрясений $K=9 \div 11$ 10 октября 1974г. с эпицентром в районе Чиркейского водохранилища, когда вариации величины $\delta^{13}C$ достигли 1,5%, изотопный состав углерода CO_2 и CH_4 сравнительно слабо реагировал (рис. 4) на процессы перераспределения упругих деформаций в очаговой зоне мелкофокусных техногенных землетрясений.

Все без исключения живые организмы построены из соединений углерода. Особенностью атомов углерода является их способность соединяться между собой, образуя сколь угодно длинные разветвленные цепи, содержащие миллионы и миллиарды атомов углерода, соединенных с атомами других элементов.

С возникновением жизни единственным источником неорганического углерода, за счет которого образуется все органическое вещество биосферы, является оксид углерода (CO_2), находящийся в атмосфере, а также растворенный в природных водах в виде HCO_3^- . Наиболее мощный механизм усвоения (ассимиляции) углерода (в форме CO_2) - фотосинтез - осуществляется повсеместно зелеными растениями (ежегодно ассимилируется около 100 млрд. т CO_2)

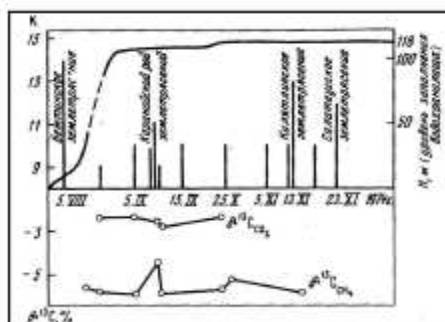


Рис.4. Вариации изотопного состава углерода в CO_2 и CH_4 в газах минеральных источников Зурамакент в связи с землетрясениями, спровоцированными заполнением водохранилища Чиркейской ГЭС.

Вопросы о влиянии тяжелой воды природного уровня на здоровье и продолжительность жизни человека не ставились вплоть до 60-х годов XX века. Советские ученые - физик-ядерщик, профессор Родимов Б.Н. и врач, академик Торопцев И.Н. (Томск) возглавили группу ученых для исследования влияния изотопов дейтерия на жизнедеятельность организмов.

Ученые сделали вывод, что тяжелый изотоп дейтерия водопроводной воды повреждает гены человека, вызывает различные болезни, рак, инициирует старение организма [3].

1980-1985 гг. в отделе гидрогеологии ДагФАН СССР разрабатывалась тема по комплексному изучению изотопии стабильных изотопов углерода в CO_2 и CH_4 , водорода и кислорода в подземных водно-газовых системах мезо-кайнозойских отложений Восточного Предкавказья и Дагестана в частности, с целью изучения закономерностей фоновой и аномальной дегазации и разгрузки подземных вод в обменный бассейн в сейсмостойкие периоды и в связи с местной и региональной сейсмичностью.

По мере разработки этой темы стала ясна необходимость анализа изотопного состава вод поверхностного стока для изучения взаимного влияния подземных и поверхностных вод друг на друга. К тому времени изотопно-геохимическая зональность горно-складчатых систем еще только устанавливалась на базе единичных анализов изотопии водорода и кислорода, которые мы приведем далее.

Региональная изотопно-геохимическая съемка проводилась в процессе экспедиционных полевых работ сотрудниками отдела гидрогеологии ДагФАН СССР: А.Б. Мегаевым, Т.С. Янковской, и Л.Д. Осика.

В процессе комплексного исследования изотопии подземных водно-газовых систем, вод поверхностного стока и атмосферных осадков в пределах Дагестана нами в 1980-1989 гг. были отобраны пробы воды на изотопный анализ со всех больших и малых рек Дагестана и большинства их притоков. Анализ производился в лаборатории стабильных изотопов водорода и кислорода ИВП АН СССР Л.Д. Осика под общим руководством проф. В.И. Ферронского и А.Д. Есикова. См. карту распределения изотопов водорода и кислорода в водах рек Дагестана (рис. 5).

При этом было установлено, что воды истоков рек Самура и Сулака, включая и их крупнейшие притоки Ахты-чай, Аварское, Андийское, Казикумухское и Кара-Койсу, а также их малые притоки, питающиеся водами ледников, снежников и метеорными осадками высокогорий, являются изотопно-легкими ($\delta D = -0,86 \div -0,77\text{‰}$, а $\delta O^{18} = -10,2 \div -8,0\text{‰}$). По мере стока, воды больших рек Дагестана изотопно утяжеляются за счет разгрузки подземных вод и в низовьях становятся изотопно-тяжелыми ($\delta D = -50,0 \div -65,0\text{‰}$, а $\delta O^{18} = -5,6 \div -6,5\text{‰}$).

Воды малых рек – Акташа, Аксая, Ярык-су, Белки, Аргуна, Чиркес-Озень, Шура-Озень, Манас-Озень, Гамри-Озень, Башды-чая, Уллу-чая, Рубас-чая, Рычал-Вап и др. - в их нижнем и среднем течении оказались изотопно-тяжелыми ($\delta D = -56,0 \div -63,0\text{‰}$, а $\delta O^{18} = -5,0 \div -7,1\text{‰}$). Воды рек высокогорий по изотопному составу близки изотопии льда из ледника

Алибек и реки Алибечки (их средневзвешенные значения по В.В. Ветштейну соответственно, составляют ($\delta D = 88\text{‰}$, а $\delta^{18}\text{O} = -12,6\text{‰}$ и $\delta D = -91\text{‰}$, а $\delta^{18}\text{O} = -13,0\text{‰}$).

Совместно с Г.И. Войтовым, Л.Д. Осика, Т.Г. Гречухиной и др. было установлено утяжеление стабильных изотопов водорода и кислорода в водах поверхностного стока водосборного бассейна рек Самура и Гюль-Герычай по мере их продвижения из высокогорья в Каспийское море с поступлением в их русла минеральных вод естественных восходящих источников в районе селений Ахты, Гапцах, Гильяр и многих других.

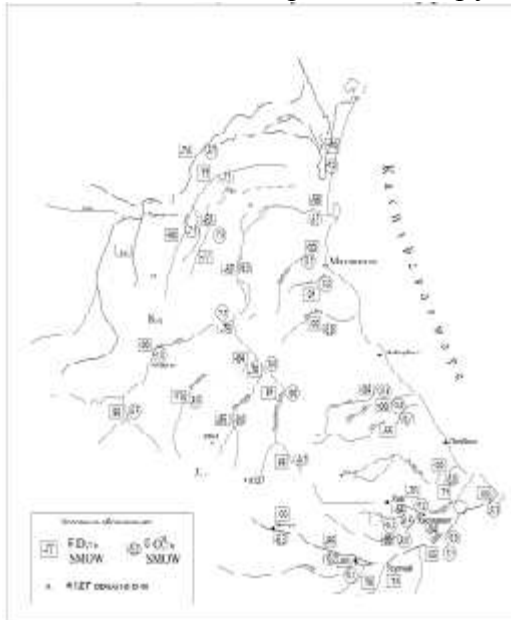


Рис. 5 Карта распределения изотопов водорода и кислорода в водах рек Дагестана.

Следует отметить, что в начале наших исследований нам ничего не было известно о существовании связи изотопии атомов водорода и кислорода в водах поверхностного стока с биологическими проблемами, включая и вопрос долголетия населения высокогорий.

Было установлено, что изотопно-тяжелая вода оказывает тормозящее влияние на все физико-химические, в том числе и физиологические процессы в организмах, способствуя их старению. Напротив, изотопно-легкая вода оказывает активизирующее влияние на перечисленные реакции, и омолаживающее – на организмы. Отсюда, совершенно очевидно, что повседневное употребление жителями высокогорий изотопно-легкой воды и продуктов питания, выращенных на ней, должно сказываться положительно как на их жизнедеятельности, так и на продолжительности жизни.

Кинетический изотопный эффект основан на разнице скоростей реакций с участием различных изотопных форм, т. е. соединений, полностью аналогичных по составу и строению, но отличающихся присутствием в одной или нескольких позициях разных изотопов данного элемента. В системе взаимодействующих частиц частицы меньшей массы обладают большей скоростью, а молекулы, содержащие легкий изотоп, подвижнее, чем молекулы, содержащие тяжелый изотоп. В соответствии с теорией абсолютных скоростей химических реакций, в реакциях участвуют не все молекулы, а только те из них, которые достигли энергии активации [5]. В результате разницы в скоростях протекания реакций с участием соединений, включающих в себя разные изотопы углерода, кислорода, водорода и др., в организмах начинает наблюдаться дифференциация и фракционирование этих соединений, что в итоге сказывается на функциональном состоянии и здоровье. В ходе исследований, проводимых с 1940 г. [4] было показано, что $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{41}\text{K}$, $\delta^{44}\text{Ca}$ и $\delta^{56}\text{Fe}$ здоровых и больных тканей человека существенно различаются между собой. Кроме того, некоторые исследователи наблюдали временные изменения $\delta^{13}\text{C}$ в тканях организма, вызванные нарушением метаболических процессов.

Тяжелая вода играет значительную роль в различных биологических процессах. Российские исследователи давно обнаружили, что тяжелая вода тормозит рост бактерий, водорослей, грибов, высших растений и культурных тканей животных. А вот вода со сни-

женной до 50 % концентрацией дейтерия (так называемая «бездейтериевая» вода) обладает антимуtagenными свойствами, способствует увеличению биомассы и количества семян, ускоряет развитие половых органов и стимулирует сперматогенез у птиц [3].

В 90 гг. прошлого столетия среди научной общественности получила широкое обсуждение проблема долгожительства населения высокогорий. В связи с этим у авторов возникла идея изучения изотопного состава вод поверхностного стока в Дагестане из всех больших и малых рек и их притоков от истоков в высокогорьях, до устья рек бассейна Каспийского моря. Для проверки этой идеи нами был определен изотопный состав конденсата испаряющейся воды из травосмесей одной пробы близ с. Хнов Ахтынского района и одной пробы в окрестностях с. Инхоквар и Цумадинского района, которые по изотопному составу оказались довольно близкими изотопии воды высокогорий ($\delta D = -90,0 \div -79,2\text{‰}$, а $\delta O^{18} \div -9.2 \div -8.4\text{‰}$).

В противоположность этому конденсаты из травосмесей, взятых в Бабаюртовском районе (близ с. Шава) и Сухокумском районе (около головных сооружений) оказались изотопно-тяжелыми и близкими к изотопии воды низовьев рек Сулака и Терека ($\delta D = -70,0 \div -65,0\text{‰}$, а $\delta O^{18} \div -5,7\text{‰}$).

Так вот почему исхудавший скот, пригнанный на альпийские луга высокогорий с отгонных пастбищ равнинного Дагестана, здесь быстро поправляется и нагуливает свою массу. Дело здесь, не только в обилии кормов, но и в их качестве (изотопном).

В последующие годы эти исследования пополнялись путем дополнительного отбора и анализа некоторых притоков больших рек Дагестана, путем выделения воды из лимфы крови некоторых животных (овец и коз, кур, голубей) Дагестана и в воде, выпаренной из сборов растений, отобранных в различных изотопно-геохимических зонах [1].

Крестьянству давно и хорошо было известно, что после многоснежных зим ожидаются обильные урожаи. И, наоборот, в малоснежные - низкие. В зонах рискованного земледелия и, особенно в аридном климате на поливных землях всегда больше ценили своевременные дожди, чем обильные искусственные поливы. Вероятно, дело здесь не столько в обилии воды, сколько в ее качестве, а именно в ее изотопном составе.

Вертикальная зональность в характере распространения изотопов атомов водорода и кислорода в водах рек многих горных стран уже давно была известна. Она установлена на примере воды из реки Чимбо, стекающей со склонов вулкана Чимбо в Перу, и одной из рек французских Альп. Нами она лишь подтверждается на большом фактическом материале. Но унаследованность изотопии воды поверхностного стока местной растительностью была установлена впервые в [1]. Таким образом, становится ясно, что наиболее подходящими местами для строительства лечебно-профилактических и оздоровительных центров, санаториев и прочего подобного являются именно высокогорья.

Выводы

1. На формирование изотопно-гидрохимических аномалий вод поверхностного стока горно-складчатых областей и их обрамлений определяющее влияние оказывает сейсмичность

2. Выполненные исследования по определению изотопного состава вод поверхностного стока подтверждают ранее установленную по единичным определениям вертикальную изотопно-гидрохимическую зональность распределения вод поверхностного стока для горно-складчатых систем и их обрамлений на большом фактическом материале, благодаря проведенной региональной изотопно-гидрогеологической съемке.

3. В результате определения изотопного состава водорода и кислорода в растениях и крови некоторых животных, обитающих в конкретных гидрохимических зонах, выяснилась явная связь между изотопно-гидрохимической зональностью и продолжительностью жизни местного населения при прочих неравных условиях.

4. В силу того, что сейсмичность имела место на протяжении всей эволюции Земли, а так же по тому, что в году происходят десятки сильных землетрясений по всему миру, и изотопные аномалии, в связи с сильными сейсмическими событиями носят региональный характер, авторы считают, что эти аномалии накладывают существенный отпечаток на все жизненные формы не только в онтогенезе, но и в процессе эволюции.

5. Эндогенная составляющая, представленная изотопно-тяжелыми компонентами, сама по себе неблагоприятна для элементов биосферы, как тормозящая всяческие биологические процессы и вызывающая, как следствие, старение организмов. А изотопно-легкая (экзогенная, атмосферная) составляющая в водах поверхностного стока, которая в основном и употребляется растительными и животными организмами в пищу, более благоприятна для биосферы, так как стимулирует все биологические процессы. По нашему мнению жизнь на Земле возникла уже после того, как самые масштабные процессы горячей эндогенной дегазации планеты завершились, и в водах на поверхности Земли повысилось содержание изотопно-легких компонентов.

Литература

1. Осика Л.Д., Осика Д.Г. Изотопный состав вод поверхностного стока Дагестана // Труды Института геологии ДагФАН СССР. № 18. 1979. Махачкала.
2. Войтов Г.И., Осика Л.Д., Осика Д.Г., Есиков А.Л., Орлова Т.Г. Особенности изотопного стока рек Самур и Гюльгерычай (Южн. Дагестан) // Доклады АН СССР. Т. 292, №3. 1987.
3. Бердышев Г.Д., Варнавский И.Н., Прилипенко В.Д. «Аквабиотика - наука о роли воды в жизненных процессах», Киев, 2003. 128 с.
4. Собонович Э.В., Скульский Н.А., Лысенко О.Б. Повеление изотопов углерода, магния и железа в биологических системах // Сборник материалов II-го Всеукраинского съезда экологов с международным участием. Киев. 2008.
5. Лысенко О.Б., Скульский Н.А., Шатило В.Б., Кошлякова Т.А., Лысенко М.О., Собонович Э.В. Проблемы и перспективы использования внутримолекулярных изотопных соотношений основных биогенных элементов как нового ресурса диагностики патологий разной этиологии // Живые и биокостные системы. № 8, 2014.
6. Газалиев И. М. Изотопно-геохимическая зональность природных газов складчатых районов Дагестана // Известия ВУЗов. Геол. и разведка. № 10, 1987.

*Савиных В.В., Скорняков В.Ю.**Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия*

Существующее управляющее программное обеспечение для озонного спектрофотометра Брюэра создавалось более 30-ти лет назад для компьютеров с операционной системой MS-DOS и имеет плохую совместимость с современными программными и аппаратными платформами. Новое кроссплатформенное программное обеспечение для управления Брюэром способно работать на современных операционных системах для компьютеров, планшетов и смартфонов и одновременно имеет единую кодовую базу. Данные наблюдений и конфигурационные константы спектрофотометра сохраняются в встраиваемой реляционной базе данных SQLite. Ядро приложения написано на основанном на C++ кроссплатформенном фреймворке Qt, а процедуры измерений реализованы на интерпретируемом языке сценариев QtScript и интегрированы в ядро приложения.

Ключевые слова: общее содержание озона, ультрафиолетовая радиация, спектрофотометр Брюэра, автоматизация наблюдений, кроссплатформенные приложения, реляционные базы данных.

The current control software for BrewerOzone Spectrophotometer was created over 30 years ago for MS-DOS computers and has poor compatibility with actual software and hardware platforms. The new cross-platform software for controlling the Brewer is able to run on actual operating systems for computers, tablets and smartphones, and at the same time has a one-code base. The observation data and configuration constants of the spectrophotometer are stored in the embedded relational SQLite database. The core of the application is written in C++ based cross-platform Qt framework, and the observation routines is implemented in Qt Script interpreted scripting language and is integrated into the core of the application.

Keywords: total column ozone, ultraviolet radiation, Brewer Spectrophotometer, automation of observations, cross-platform applications, relational databases.

Введение. Истощение озонового слоя Земли влечёт за собой значительное увеличение потока ультрафиолетовой радиации, повышенное облучение которой представляет большую потенциальную опасность для людей, животных и растений. В 1985 году была принята «Венская конвенция об охране озонового слоя» [1] для поддержки исследований и обмена информацией по проблеме истощения озонового слоя Земли, включая мониторинг общего содержания озона и спектральной солнечной ультрафиолетовой радиации, влияющей на живые организмы. Наблюдаемое первоначально в Антарктиде, а затем и по всей планете, уменьшение содержания озона в стратосфере ускорило реализацию в 1987 году «Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой» [2] для принятия мер по его защите. Около 80-ти наземных станций в 40-ка странах мира, ведущих мониторинг общего содержания озона, оснащены полностью автоматизированными озонными спектрофотометрами Брюэра [3, 4], которые обеспечивают высококачественные данные общего содержания и вертикальных профилей озона, спектральной солнечной ультрафиолетовой радиации, аэрозольной оптической толщи, а также общего содержания диоксида серы и диоксида азота. Система Брюэра состоит из устойчивого к атмосферным воздействиям спектрофотометра, азимутальной следящей системы и треноги (Рис. 1).

Двухосное слежение за Солнцем или Луной, выбор подходящего фильтра, встроенная калибровка длины волны, а также запись данных измерений осуществляется внутренней электроникой инструмента и персональным компьютером, что позволяет проводить круглосуточные автоматизированные наблюдения по заранее составленному расписанию.

Управляющее программное обеспечение для Брюэра [5] создавалось более 30-ти лет назад для персональных компьютеров с 16-разрядной операционной системой MS-DOS, его исходный код написан на разработанном компанией Microsoft интерпретируемом языке программирования GW-BASIC, одном из диалектов языка BASIC, поэтому данное про-

граммное обеспечение сложно использовать на современных многозадачных операционных системах. Оно не запускается на наиболее распространённых 64-разрядных версиях Microsoft Windows и пытается использовать все ресурсы центрального процессора (точнее одного из его ядер) на 32-разрядных Windows, не выполняя при этом никакой полезной работы. Приложения для MS-DOS не запускаются на других программных платформах (например, Apple OS X или GNU/Linux) без использования программ эмуляции, таких как DOSBox [6] или DOSEMU [7], которые создают дополнительные сложности с точным системным временем и загрузкой центрального процессора. Активное ожидание, т.е. бесконечные циклы, применяемое в существующем коде на GW-BASIC для реализации временных задержек, значительно загружает центральный процессор управляющего компьютера, ведёт к высокому энергопотреблению и делает невозможным его адаптацию для планшетов и смартфонов.

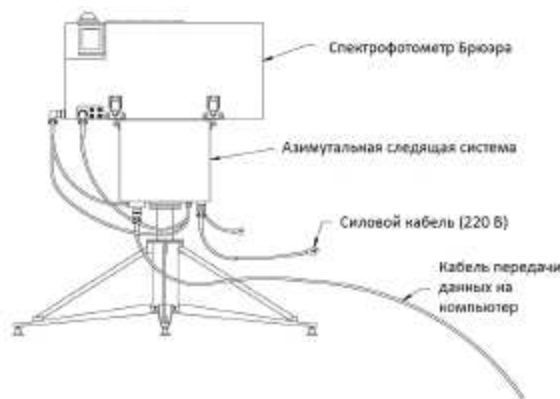


Рис. 1. Система спектрофотометра Брюэра

Новое кроссплатформенное управляющее программное обеспечение для спектрофотометра Брюэра способно работать на современных операционных системах для персональных компьютеров (Microsoft Windows, GNU/Linux и Apple OS X), планшетов и смартфонов (Google Android, Apple iOS и Microsoft Windows RT) и одновременно имеет единую кодовую базу. Чтобы получить приложение для Linux или OS X не нужно вносить изменения в его исходный код, а достаточно использовать соответствующие целевой платформе инструменты сборки.

Используемые методы и подходы. Новое программное обеспечение разрабатывается на стандартном языке программирования C++ [8, 9], его исходный код компилируется, а не интерпретируется, как код GW-BASIC. Структурная методология составления программ на C++ делает простым чтение, поддержку и дальнейшее сопровождение его исходного кода, в отличие от кода GW-BASIC, который выглядит очень запутанным из-за многочисленных безусловных переходов и отсутствия локальных переменных. Ядро программного обеспечения и интерфейс пользователя реализованы на основанном на C++ фреймворке Qt [10, 11], а процедуры наблюдений и калибровочные тесты – на интерпретируемом языке сценариев QtScript, основанном на JavaScript, и интегрированы в ядро приложения. Такой подход позволяет квалифицированным пользователям модифицировать существующие и создавать новые сценарии работы спектрофотометра Брюэра без перекомпиляции ядра приложения. Qt – это кроссплатформенный каркас приложений и интерфейса пользователя для разработки приложений с единой кодовой базой и их развёртывания на ведущих платформах, включая Microsoft Windows, Apple OS X, Google Android и других. Фреймворк Qt позволяет быстро, без использования низкоуровневого программирования реализовать безопасное соединение с прибором через интерфейс COM-порта, доступ к реляционной базе данных, графический интерфейс пользователя, сетевую поддержку и многое другое.

В новом приложении данные наблюдений и все конфигурационные константы спектрофотометра сохраняются в компактной реляционной базе данных SQLite [12, 13], в отличие от программы на GW-BASIC, где вся информация сохраняется в текстовых файлах, которых за год наблюдений может накопиться больше двух тысяч. SQLite – это встроенная в приложение библиотека, которая реализует транзакционный процессор базы данных SQL, требующий минимальной поддержки со стороны операционной системы, без отдельного

серверного процесса и конфигурационных файлов. SQLite читает и пишет непосредственно в обычные дисковые файлы, полная база данных SQL с многочисленными таблицами, индексами, триггерами и представлениями содержится в единственном дисковом файле.

Кодирование и отладка приложения ведётся с использованием кроссплатформенной среды разработки QtCreator [10] в её реализациях для Windows, OS X и Linux, которая поставляется в составе в фреймворка Qt для соответствующих платформ. Компиляция и построение приложения в среде Qt Creator выполняется с помощью подключенных сторонних инструментов сборки: GCC C++ (GNU Compiler Collection) [14] для GNU/Linux, MinGW (Minimalist GNU for Windows – программный порт GCC) и MSVC (Microsoft Visual C++) [15] для Microsoft Windows и Clang [16] для Apple OS X.

Архитектура и интерфейс программного обеспечения. Новое управляющее программное обеспечение спроектировано как самонастраивающееся приложение, которое не требует для своей начальной конфигурации привлечения квалифицированных специалистов из International Ozone Service Inc. (Канада), осуществляющих сервисное обслуживание спектрофотометров Брюэра, или Kipp & Zonen Inc. (Нидерланды), производящих данные спектрофотометры. При первом запуске оно запрашивает у оператора информацию по конкретному спектрофотометру, необходимую для своей инициализации, а затем создаёт файл базы данных и файлы шаблонов для инициализации таблиц базы данных формата, зависящего от модели Брюэра (MkII, MkIII или MkIV). База данных создаётся согласно схеме, которая встроена в исполняемый модуль приложения и состоит из набора SQL-запросов к процессору СУБД, и затем автоматически инициализируется по отредактированным шаблонам со служебной и конфигурационной информацией, соответствующей конкретному спектрофотометру. Шаблоны с конфигурационной информацией встроены в исполняемый модуль в виде ресурсов и генерируются прямым сопоставлением имён параметров полям соответствующих таблиц базы данных с помощью специальных SQL-запросов, возвращающих в качестве результата список имён полей таблицы, которые записываются в шаблоны в качестве параметров.

В приложение заложена возможность одновременного управления несколькими спектрофотометрами Брюэра, ограничение сверху накладывает количество COM-портов, установленных в управляющем компьютере. В данном случае необходимо подготовить конфигурационную информацию для каждого спектрофотометра и добавить её в базу данных приложения. Целостность и непротиворечивость получаемых данных измерений и конфигурационной информации поддерживаются схемой базы данных через наложенные на её таблицы ограничения [17], т.е. элементы определения, ограничивающие вводимые значения, такие как ссылочная целостность, первичные ключи, значения по умолчанию и другие.

При старте приложение выполняет программную инициализацию (Рис. 2), запрашивая конфигурационную информацию по номеру спектрофотометра из соответствующих таблиц базы данных и сохраняя её в своих внутренних динамических структурах. Если во время измерений на спектрофотометре конфигурационная информация в динамических структурах изменяется, то обновляются соответствующие записи в таблицах базы данных. Динамические структуры реализованы как ассоциативные контейнеры, которые хранят пары «ключ-значение». Приложение создаёт ассоциативные контейнеры из пар имён полей и значений для каждого набора инструментальных констант, запрашивая нужную запись из соответствующей таблицы вместе со списком её полей, что делает его масштабируемым при изменении определений таблиц с конфигурационной информацией спектрофотометра.

В новом программном обеспечении реализован асинхронный (не блокирующий) механизм связи с прибором через интерфейс COM-порта, т.е. поток инструкций приложения не блокируется после отправки набора команд внутренней электронике спектрофотометра, ожидая через цикл обработки событий сигнала о получении ответа от прибора. Синхронный режим приводит к «зависанию» интерфейса пользователя, когда Брюэр выполняет продолжительные по времени операции. Основываясь на конфигурационной информации, приложение выполняет аппаратную инициализацию Брюэра, отправляя наборы команд его внутренней электронике через интерфейс COM-порта. Во время аппаратной инициализации приложение проверяет работоспособность внутренних часов Брюэра и его шаговых

двигателей, управляющих системами выбора фильтров, ирисовой диафрагмы, зенитной призмы и азимутальной следящей системы.



Рис.2. Схема работы приложения

Приложение имеет минималистический графический интерфейс пользователя, который состоит из главного меню, панели инструментов, дублирующей часто используемые пункты меню, строки состояния с подсказками по командам меню и панели инструментов, а также консоли в качестве центрального элемента управления для вывода журнала событий, ответов спектрофотометра и другой информации (Рис. 3).

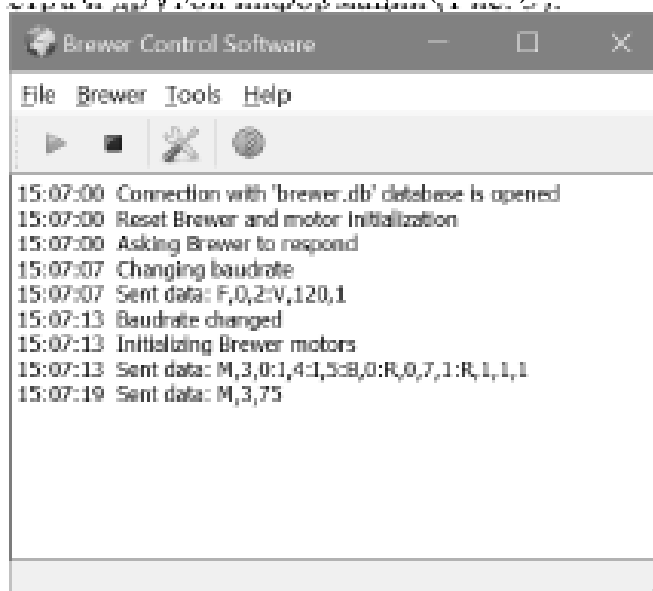


Рис. 3. Главное окно приложения

Расширяемые диалоговые окна, предназначенные для ввода и редактирования конфигурационных констант спектрофотометра, содержат кнопку для переключения между обычным и расширенным представлением и скрывают дополнительные опции до тех пор, пока оператор явным образом не захочет ими воспользоваться. Запуск и остановка наблюдений осуществляется выбором соответствующих пунктов меню или кнопок панели инструментов. Приложение информирует оператора о своих действиях и произошедших событиях выводом сообщений на консоль с указанием времени и деталей произошедшего.

Параллельно развивается консольный вариант приложения для более простого взаимодействия с прибором в режиме отладки процедур измерений и диагностики систем спектрофотометра (Рис. 4).

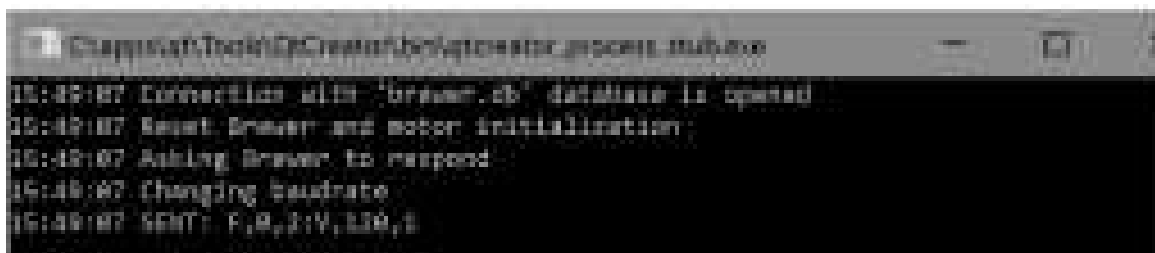


Рис. 4. Консольный вариант приложения

Также консольное приложение может использоваться на платформах без графического интерфейса, например, Microsoft Windows Server с основными серверными компонентами или GNU/Linux в многопользовательском режиме без графического окружения. Приложение содержит справочную систему в формате HTML с перекрёстными ссылками по используемым командам тестов и измерений; команды имеют короткие, интуитивно понятные наименования: *dirsun* (от *directsun*) – наблюдение по прямой солнечной радиации, *zensky* (от *zenithsky*) – наблюдение по рассеянной в зените радиации, *mercal* (от *mercurycalibration*) – калибровка длины волны по внутренней ртутной лампе и другие. В текущей реализации новое программное обеспечение для Брюэра выполняет основные внутренние калибровочные тесты и проводит измерения общего содержания озона и ультрафиолетовой радиации.

Выводы. Новое управляющее программное обеспечение для спектрофотометра Брюэра является кроссплатформенным с единой кодовой базой, масштабируемым с динамически создаваемыми контейнерами для обрабатываемой информации, самонастраиваемым и интерактивным, не требует от оператора знаний форматов конфигурационных файлов и структуры каталогов. Для его создания используются открытые, не предусматривающие лицензионных отчислений, инструменты разработки; исходный код написан на компилируемом языке C++ с использованием парадигм объектно-ориентированного и структурного программирования, распространяется под открытой лицензией и доступен сообществу пользователей спектрофотометров Брюэра. Данные измерений и конфигурационные константы спектрофотометра хранятся в реляционной базе данных, на таблицы которой наложены ограничения, придавая всей получаемой информации целостность и непротиворечивость.

В архитектуру приложения заложены возможность одновременного управления несколькими спектрофотометрами Брюэра через доступные в системе интерфейсы COM-портов, работающих в асинхронном режиме, а также сетевые функции, позволяющие управлять наблюдениями по локальной сети или через Интернет. Приложение имеет минималистический графический и консольный интерфейсы, включает стандартные диалоговые окна выбора файлов и окна сообщений, а также расширяемые диалоговые окна настроек, выводит на консоль детализированную информацию о произошедших событиях, содержит встроенную справочную систему по используемым командам тестов и измерений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-07-00838).

Литература

1. Организация Объединенных Наций. Венская конвенция об охране озонового слоя // URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/ozone.shtml, 1985.
2. Организация Объединенных Наций. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой // URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/montreal_prot.shtml, 1987.
3. Kipp & Zonen Inc. Brewer MkIII Spectrophotometer // URL: <http://www.kippzonen.com/Product/50/Brewer-MkIII-Spectrophotometer>, 2016.
4. Kipp & Zonen Inc. Brewer MkIII Spectrophotometer operator's manual, Rev E. «Kipp & Zonen», 2014. 136p.
5. International Ozone Services Inc. Brewer operating software // URL: http://www.io3.ca/Download/brewer_v4.10.zip, 2015.
6. DOSBox Team. DOSBox emulator // URL: <http://www.dosbox.com/information.php>.

7. DOSEMU Team. DOSEMU// URL: <http://www.dosemu.org/>.
8. Страуструп Б. Язык программирования C++. Специальное издание. /Пер. с англ. М.: «Бином», 2011. 912 с.
9. Лафоре Р. Объектно-ориентированное программирование в C++. Классика ComputerScience. 4-е изд. /Пер. с англ. СПб.: «Питер», 2003. 928 с.
10. Шлее М. Qt 4.8. Профессиональное программирование на C++. /Пер. с англ. СПб.: «БХВ-Петербург», 2012. 912 с.
11. Бланшет Ж., Саммерфилд М. Qt 4: программирование GUI на C++, 2-е изд. /Пер. с англ. М.: «КУДИЦ-ПРЕСС», 2008. 736 с.
12. Allen G., Owens M. The Definitive Guide to SQLite, Second Edition. «Apress», 2010. 367p.
13. Kreibich J. Using SQLite. «O'Reilly», 2010. 525 p.
14. Гриффитс А. GCC. Настольная книга пользователей, программистов и системных администраторов. /Пер. с англ. К.: 000 ТИД «ДС», 2004. 624 с.
15. Хортон А. Visual C++ 2010: полный курс. /Пер. с англ. М.: ООО «ИД Вильямс», 2011. 1216 с.
16. Apple Inc. and others. Clang – URL: <http://clang.llvm.org/>.
17. Грабер М. SQL. /Пер. с англ. М.: «Лори», 2003. 672 с.

ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ ДОБЫЧИ ДЛЯ ПИТЬЕВОГО И ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ТЕРСКО-КУМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА

Ибрагимова¹ Т.И., Самедов¹ Ш.Г., Ибрагимова² З.И.

¹ *Институт геологии ДНЦ РАН*

² *Дагестанский государственный университет*

Рассматриваются проблемы микрокомпонентного загрязнения подземных вод Дагестана. Отмечено, что многолетняя стихийная и бессистемная эксплуатация Терско-Кумского артезианского бассейна в нарастающих темпах привела к истощению запасов и ухудшению состава подземных вод, что требует принятия безотлагательных мер по охране резервных и существующих источников подземных вод, а также их рационального использования. В условиях складывающейся неблагоприятной ситуации вопросы охраны резервных и существующих источников подземных вод, а также их рационального использования приобретают особую значимость, становится особенно актуальным вопросы мышьяковистого, железистого загрязнений, превышение ПДК марганца, фенола в пресных подземных водах.

Ключевые слова: артезианский бассейн (АБ), водоносный комплекс (ВК), подземные воды (ПВ), месторождение пресных подземных вод (МППВ), хозяйственно-питьевое водоснабжение (ХПВ), предельно допустимые концентрации (ПДК).

Problems of microcomponent pollution of ground waters of Dagestan are considered. It is noted that the long-term spontaneous and immethodical usage of the Terek-Kuma artesian basin in running totals has led to reserve depletion and ground water composition degradation. This state requires taking immediate measures on protection of reserve and existing water sources as well as on their methodical usage. In conditions of a developing adverse situation, questions of protection of alternate and existing sources of ground waters well as their rational use get the special importance there are especially actual questions arsenic, ferrous pollution, exceeding the maximum permissible concentration of manganese, phenol in fresh ground water.

Key words: artesian basin, ground water, aquifer system, field of fresh underground waters, utility and drinking water supply, maximum permissible concentrations.

На территории Республики Дагестан за период наблюдений с 2000 г. выделено 46 участков, водозаборов, площадей, где отмечено изменение химического состава подземных вод ограничивающих их использование для хозяйственно-питьевого водоснабжения, в т.ч. 9 – в 2014 г.

Общая откартированная площадь загрязнения подземных вод в пределах Республики Дагестан составляет 3,8 тыс.км² и по сравнению с 2013 г. уменьшилась на 0,3 тыс.км².

Превышение ПДК отмечено по следующим компонентам, относящимся к четырем классам опасности.

I – чрезвычайно опасные – мышьяк на 21 участке.

II – высокоопасные – бром, кремний, бор, кадмий, барий, свинец, литий, йод на 2-х участках;

III – опасные – марганец, железо, аммоний на 1 участке;

IV – умеренно опасные – нефтепродукты, сульфаты, общая жесткость на 22 участках.[1,4]

Большинство участков и водозаборов, где отмечено загрязнение подземных вод расположены в Восточно-Предкавказском АБ и в его составе Терско-Кумском АБ (Рис. 1). В Терско-Кумском АБ для хозяйственно-питьевого водоснабжения используют подземные воды неоплейстоценовых, эоплейстоценовых и верхнеплиоценовых отложений (хазар-хвалынский, морской бакинский и апшеронский ВК) с природным некондиционным качеством вод, это Ногайский, Тарумовский, Бабаюртовский, Кизлярский и Хасавюртовский районы, города Кизляр и Южно-Сухокумск.

Общий водоотбор по этим водоносным комплексам составляет около 266 тыс.м³/сут на более чем 2,6 тыс. водозаборах.

Интенсивность загрязнения ПВ в пределах РД в основном до 10 ПДК, по классу опасности – чрезвычайно опасные. (Рис. 1) [2]

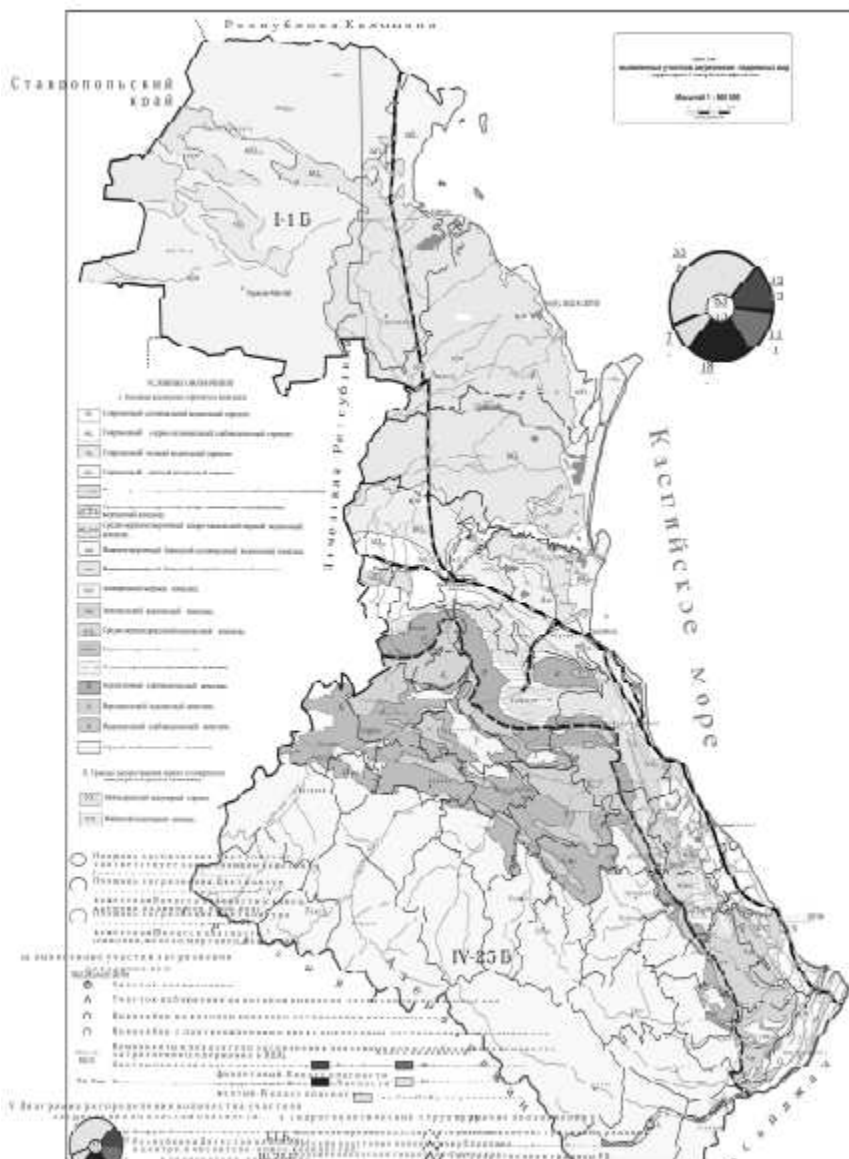


Рис.1 .

Нижнеплейстоценовый ВК. Химический состав подземных вод в пределах ТКАБ за 2014г. был близок к стабильному. В многолетнем разрезе стабильное увеличение сухого остатка фиксируется только в северной части ТКАБ (скв.881, Бажигановский пост). За 2004-2014 гг. сухой остаток увеличился с 0,39 до 0,66 г/дм³.

Содержание мышьяка осталось на уровне 2013 г. (5-11 ПДК), содержание кремния снизилось с 2,2-3,2 ПДК до 1,3-2,8 ПДК, брома - с 5 ПДК до 2,5 ПДК, бора – с 3,2-4,0 ПДК до 1,0-3,8 ПДК.

Верхнеплиоценовых ВК. Гидрохимический режим ПВ апшеронского ВК в пределах ТКАБ в 2014 г. близок к стабильному. Величина сухого остатка колебалась в пределах 0,2-0,9 г/дм³.

В многолетнем разрезе стабильное снижение сухого остатка наблюдается в центральной части ТКАБ (Цветковский и Кочубеевский посты).

В микрокомпонентном составе ПВ ТКАБ по сравнению с 2013 г. не изменилось содержание кремния (1,4-2,7 ПДК), брома (3,5-7,5 ПДК), увеличилось содержание мышьяка

(4-26 ПДК) и бора (3,5-10,6 ПДК). Содержание марганца и йода ниже предельно допустимых норм (табл. 1).

Аналогичный набор микрокомпонентов отмечается и в многолетнем разрезе.

Мышьяк имеет практически повсеместное распространение, его содержание измеряется от 2 до 24-26 ПДК (Бабаюртовский и Северо-Дагестанский посты).

Практически без мышьяка подземные воды развиты только в западной части (локальная область питания). В отдельных пробах мышьяк фиксируется (до 5 ПДК) севернее (скв.907, Бажигановский пост). Каких либо закономерностей в его изменениях не выявлено.[3]

Подземные воды с содержанием бора до 10,6 ПДК (скв.264-К, Северо-Дагестанский 1 пост), также развит почти на всей территории ТКАБ. Минимальные значения, в пределах 1,6-4,0 ПДК, фиксировались в центральной (Цветковский пост) и южной (Бабаюртовский пост) частях ТКАБ. И только в западной части (Терекли-Мектеб-Кунбатарский пост) содержание бора не превышает ПДК (0,30-0,47 мг/дм³), достигая иногда 1,3 ПДК.

Бром в пределах ТКАБ имеет меньшее распространение, чем бор. Он присутствует в северной (Бажигановский и Северо-Дагестанские посты) части ТКАБ с содержанием 3,5-11,5 ПДК, в восточной (Кочубеевский пост) с содержанием 1,5-9,5 ПДК. В западной части ТКАБ содержание брома колеблется в пределах 2,0-5,0 ПДК, а в отдельных пробах ниже ПДК. В южной части ТКАБ (Бабаюртовский пост) бром с содержанием выше ПДК присутствует только в отдельных пробах.

Кремний фиксировался в центральной и южной части ТКАБ постоянно. Его содержание колебалось в пределах 2,0-3,8 ПДК. В западной части, кроме локальной области питания, содержание кремния колебалось в пределах 1,3-2,3 ПДК. В северной части ТКАБ содержание кремния находится ниже ПДК и лишь в отдельных пробах (Северо-Дагестанский пост, скв.39/59, 264-К) его содержание составляло 1,1-2,1 ПДК.

Аммоний фиксировался на всей территории ТКАБ в пределах 1,1-4,2 ПДК. Ниже ПДК содержание аммония только в западной и северной (Бажигановский пост) частях, с максимальным содержанием 0,97 мг/дм³ (0,6 ПДК).[4]

Наибольшие изменения в гидрохимическом состоянии подземных вод отмечены по основным водоносным эксплуатационным комплексам в пределах 5 ранее выделенных площадей и участков, где ранее отмечалось несоответствие качества подземных вод нормативным требованиям, но используемых для питьевого водоснабжения. Из них: Бабаюртовская площадь находится в центральной части ТКАБ; в северной части ТКАБ расположены 3 площади загрязнения – Юго-Западная, Западно-Ногайская, Северо-Ногайская (Дагестанская) и в центральной части ТКАБ Кизлярская.[2,6]

Общая площадь загрязнения по нижнечетвертичному и апшеронскому ВК в пределах выделенных площадей составила 3,8 тыс.км².

Северо-Дагестанская площадь природно-техногенного загрязнения откартирована в пределах Тарумовского и Ногайского районов РД в 2001 г. по результатам инвентаризации высокодебитных скважин в северо-восточной части Терско-Кумского артезианского бассейна.

В пределах Тарумовского района Республики Дагестан установлено продвижение фронта слабосоленых вод апшеронского ВК (с минерализацией 1,5 г/дм³ и более) со стороны Калмыкии. Глубина внедрения некондиционных вод в сторону территории Республики Дагестан составила 3-4 км. В подземных водах отмечено повышенное содержание нефтепродуктов, кремния, бария, мышьяка.

С 2011 г. в пределах Северо-Дагестанской площади природно-техногенного загрязнения продолжено гидрохимическое опробование по двум скважинам Северо-Дагестанских постов. По химическому составу воды пресные, с минерализацией 0,7-0,8 г/дм³, сульфатно-гидрокарбонатные натриевые. В многолетнем разрезе (2011-2014 гг.) по Северо-Дагестанскому посту 1 фиксируется ухудшение качества подземных вод, сухой остаток увеличился с 0,5 до 0,9 г/дм³.

Таблица 1.

Каталог участков загрязнения подземных вод на территории РД за 2013 год

№ п/п	Местоположение участка загрязнения	Источник загрязнения	Загрязняющие компоненты	Индекс водородного горизонта
1	2	3	4	5
1	Кизлярский, ст. г.Кизляр	Нет сведений	Мышьяк, бор, кремний	$Q_1b + N_2^3ap$
2	Тарумовский р-н, ст.Карабаглы, 16 разъезд	Нет сведений	Мышьяк, бор, кремний	$Q_1b + N_2^3ap$
3	Тарумовский р-н,ст.Кочубей	Нет сведений	Мышьяк, бор, кремний, йод, бром, литий	$Q_1b + N_2^3ap$
4	Тарумовский р-н,15 разъезд	Нет сведений	Мышьяк, бор, кремний, бром, аммоний	$Q_1b + N_2^3ap$
5	Тарумовский р-н,17 разъезд	Нет сведений	Мышьяк, бор, кремний, бром, аммоний	Q_1b
6	Кумгоркалинский р-н, ст. Темиргое	Нет сведений	Бор	Q_{1-2}
7	г. Дербент - городской водозабор (Дербент. МППВ)	Селитебная и пром. террит. города. Подтягивание некондиционных вод	Жесткость	$N_1^3S_2$
8	г.Кизляр-водозабор (Кизляр. МППВ)	Нет сведений	Мышьяк	$Q_1b + N_2^3ap$
9	Юго-западная Ногайская площадь с. Терекли-Мектеб	Разработка нефтяных месторождений, нефтепровод «Баку-Тихорецк»	Мышьяк, кремний, сульфаты, жесткость	Q_3hv, Q_1b, N_2^3ap
10	Западно- Ногайская площадь, г.Ю.Сухокумск	Селитебная зона г.Южно-Сухокумск, площади разработки нефтяных месторождений	Аммоний (по азоту), мышьяк, бор	Q_1b, N_2^3ap
11	Северноногайская площадь, с. Кочубей, 32-35 км на север	Эксплуатация подземных вод, подтягивание некондиционных вод со стороны Калмыкии, разработка нефтяных месторождений	Аммоний (по азоту), бор, мышьяк, кремний	N_2^3ap
12	Бабаюртовская площадь, с.Хамамятурт-Бабаюрт-Новокаре-Аксай	Разработка нефтяных месторождений на территории ЧР.	Аммоний (по азоту), бор, мышьяк, кремний, жесткость	Q_2hz, Q_1b, N_2^3ap
13	Кизлярская площадь, с.Цветковка (Цветковский пост)	Оценка влияния техноген. Нагрузки (эксплуатация ПВ,с/х и т.д.) на состоянии ПВ в области транзита ВПАБ. Центральная часть ВПАБ.	Аммоний (по азоту), бор, мышьяк, кремний	Q_2hz, Q_1b, N_2^3ap
14	Нижнесамурская площадь, с. Самур (Самурский пост)	Рудничные отвалы, штольни медноколчеданного месторождения "Кизил-Дере", селитебные зоны населенных пунктов Самур, Яраг-Казмаляр, нефтепровод «Баку-Тихорецк», минеральные МПВ (Гильярское, Ахтынское) в долине р.Самур. Очистные сооружения таможенного пункта пропуска Яраг-Казмаляр	Бериллий, кадмий, бром, свинец, аммоний (по азоту), жесткость	apQ_{2-3}, N_2^3ap
15	Сулакский участок г. Кизилорт (Сулак. МППВ)	Селитебные площади н.п. Кизилортского р-на. промышл. г.Кизилорт, нефтепровод «Баку-Тихорецк»	Аммоний (по азоту), железо	aQ_{2-3}

Ближайший населенный пункт – г. Ю.Сухокумск, с населением более 10,0 тыс.человек, эксплуатирует подземные воды эоплейстоценового (апшеронского) ВК в принудительном режиме. Расположен город в 19 км юго-западнее.

По Северо-Дагестанскому 2 посту (скв.264-К) величина сухого остатка (0,8-0,9 г/дм³) более стабильна.

В микрокомпонентном составе превышение содержания элементов составило: по аммонии 1,4-2,0 ПДК, бром 3,5-7,5 ПДК, бору 3,5-5,0 ПДК, мышьяку до 26 ПДК.

Общая площадь загрязнения подземных вод составляет 2939 км², при общем водотборе на самоизливе 20,52 тыс.м³/сут и уменьшилась по сравнению с 2013 г. на 258 км².

Источниками техногенного воздействия на подземные воды могут являться разрабатываемые в пределах ТКАБ месторождения нефти, а также возможно, что такие содержания микрокомпонентов и природного происхождения.

Бабаюртовская площадь природно-техногенного загрязнения Размеры Бабаюртовской площади природного техногенного загрязнения в 2014г. не изменились в сравнении с 2013 г. и составили 22,2 км².

Наблюдения продолжены по неоплейстоценовому бакинскому и эоплейстоценовому апшеронскому ВК на одном Бабаюртовском посту.

В гидрохимическом состоянии подземных вод отмечено снижение содержания мышьяка до 11 ПДК, кремния до 2,7 ПДК, до 3,3 ПДК, аммония до 2,0 ПДК. Содержание брома в пределах нормы.

Подземные воды используются в объеме 11,5 тыс.м³/сут для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Бабаюртовского района.

Юго-Западная Ногайская площадь. Выделена в Юго-Западной части Ногайского района между н.п. Терекли-Мектеб и Кунбатар. Общая площадь загрязнения подземных вод средне-верхнечетвертичного хазаро-хвалынского, морского нижнечетвертичного бакинского и апшеронского водоносных комплексов составляет 626,4 км² и по сравнению с 2013 г. уменьшилась на 20,3 км².

В 2014 г. по результатам опробования отмечено снижение ПДК по всем микрокомпонентам: мышьяку 4-8 ПДК (I класс опасности), бром 2,0 ПДК (II), бору 1,1 ПДК (II), кремнию 1,4-1,8 ПДК (II), аммоний 1.1-1,3 ПДК (III).

Западно-Ногайская площадь. Выделена в западной части Ногайского района, район г. Южно-Сухокумск. Общая площадь загрязнения подземных вод неоплейстоценового нижнечетвертичного бакинского и эоплейстоценового апшеронского ВК составляет 140,41 км². В подземных водах отмечено: мышьяка до 5,0 ПДК (I), брома до 7,5 ПДК (II). Бора до 4,6 ПДК (II). Кремний и йод не обнаружены.

По сравнению с 2013 г. площадь загрязнения увеличилась на 9,0 км².

Кизлярская площадь. Расположена в Кизлярском районе, в его центральной части. Общая выделенная площадь загрязнения по неоплейстоценовому средне-верхнечетвертичному хазарскому, нижнечетвертичному бакинскому и эоплейстоценовому апшеронскому водоносным комплексам составляет 49,72 км² и по сравнению с 2013 г. увеличилась на 1,8 км².

Превышение отмечено по мышьяку 9-11 ПДК (I), бору 3,8 ПДК (II), кремнию 2,6-2,8 ПДК (II).

В гидрохимическом режиме ПВ в пределах Терско-Кумского АБ отмечено следующее: по нижнеоплейстоценовому (бакинскому) ВК снизилось содержание кремния до 1,3-2,6 ПДК (2,2-3,2 ПДК 2013 г.), содержание мышьяка повысилось до 5-11 ПДК (2-14 ПДК 2013 г.), содержание брома снизилось до предельно допустимых, по эоплейстоценовому (апшеронскому ВК), по сравнению с 2013 г., содержание кремния не изменилось и осталось в пределах 1,4-2,8 ПДК, бора 1,1-10,6 ПДК (3,5-6,0 ПДК 2013 г.), брома 2-6 ПДК (3,5-5 ПДК 2013 г.), мышьяка 4-26 ПДК (10-15 ПДК 2013 г.), концентрация марганца снизилась до предельно допустимых.

По состоянию на 01.01.2013 г. на территории РД выявлено 83 участка загрязнения подземных вод (в основном, природного происхождения), широко используемых для ХПВ населения, в т.ч. по классам опасности: I класс (чрезвычайно опасные) – 21; II класс (высокоопасные) – 2; III класс (опасные) – 11; IV класс (умеренно-опасные) – 22; интенсивность загрязнения, в основном – 10-20 ПДК.[4,5]

Основные изменения гидрогеохимического состояния подземных вод отмечены в Северной части Республики Дагестан, на Кизлярском, Буйнакском и Сулакском МППВ, выявлено 6 новых водозаборов в пределах Кизлярского и Тарумовского районов РД, где зафиксированы загрязняющие вещества I класса опасности. Основными компонентами, загрязняющими подземные воды, являются: мышьяк, бор, бром, кремний, барий, аммиак и др.

С целью преодоления чрезвычайно опасных процессов загрязнения и истощения ресурсов Терско-Кумского артезианского бассейна, который служит единственным источником хозяйственно-бытового водоснабжения городов и сельских районов Восточного Предкавказья, необходима разработка комплекса мер по рациональному использованию подземных вод, изучению генезису и закономерностям распространения, а также поиска методов утилизации загрязняющих веществ из подземных вод.

Литература

1. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Гидрохимическое состояние подземных вод Восточно-Предкавказского артезианского бассейна (в пределах Республики Дагестан) // Вода: химия и экология. № 3, 2014. С.3-10.
2. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Республики Дагестан за 2012 г., Вып. 16, Дагестангеомониторинг, Махачкала, 2013. 160 с.
3. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Экологические аспекты содержания мышьяка в подземных водах равнинной части Дагестана. // Труды Института геологии ДНЦ РАН конференция «Почвы Залибеков З.Г.», Вып. № 64, Махачкала, 2014 г., С. 213
4. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Загрязнение подземных вод равнинной части Дагестана.// Экология и промышленность России, 2015. Т.19.№ 5, С.61-63
5. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И., Бабаев М.Р., Шуайбова Н.Ш., Османова А.Р. Рациональное использование подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна на Северодагестанской равнине Республики Дагестан // Вода: химия и экология № 4, 2016. С.87-92.
6. Схема комплексного использования и охраны водных объектов, включая нормативы допустимого воздействия рек бассейна Каспийского моря на юг от бассейна Терека до государственной границы РФ (российская часть бассейна). М., ЗАО НТЦ «Регионгидропроект», 2012. 313 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
ВОСТОЧНО-ПРЕДКАВКАЗСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА
В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Самедов¹ Ш.Г., Газалиев¹ И.М., Ибрагимова¹ Т.И., Омаров¹ К.М., Ибрагимова² З.И.

¹ Институт геологии ДНЦ РАН

² Дагестанский государственный университет

В статье рассматриваются вопросы влияния всевозрастающей техногенной нагрузки и рационального использования подземных вод. Подземные воды территории республики являются одним из основных, а иногда и единственным источником водоснабжения населения. Интенсивная добыча их для хозяйственно-питьевого, производственно-технического водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ, иногда с водоотбором значительно превышающим потребность, и как следствие в результате многолетней нерегулируемой эксплуатации на предельном гидродинамическом режиме приводит к снижению уровней, уменьшению дебита вплоть до прекращения самоизлива скважин и ухудшению качества подземных вод. В связи с этим, вопросы охраны резервных и существующих источников подземных вод, а также их рационального использования приобретают особую значимость.

Ключевые слова: артезианский бассейн (АБ), водоносный комплекс (ВК), подземные воды (ПВ), пресные подземные воды (ППВ), месторождение пресных подземных вод (МППВ), хозяйственно-питьевое водоснабжение (ХПВ), аллювиально-пролювиальная равнина (АПР), предельно допустимые концентрации (ПДК).

In article are considered of questions of influence of ever-increasing technogenic loading and rational use of ground waters. Ground waters of the territory of the republic are one of the main, and sometimes and the only source of water supply of the population. Their intensive production for utility and drinking water supply, technological water supply, an irrigation of lands and flood of pastures, sometimes with a water intake well above demand and as a consequence as a result of many years of unregulated operation in limiting hydrodynamic regime, by decrease in the levels decrease in flow rate until the end of self-flowing wells, and the deterioration of ground water quality. In this regard, questions of protection of the reserve and existing sources of ground waters, and also their rational use gain the special importance.

Key words: artesian basin, ground water, aquifer system, fresh ground waters, field of fresh underground waters, utility and drinking water supply, alluvial-proluvial flatland, maximum permissible concentrations.

Особенности геолого-гидрогеологических условий территории республики обусловили распространение подземных вод различного целевого назначения: питьевых, технических, минеральных, теплоэнергетических и промышленных.

Для хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения населения и промышленных объектов на территории РД оценены прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных и технических подземных вод в количестве 2334 тыс.м³/сут. Значительные ресурсы пресных подземных вод связаны с Восточно-Предкавказским артезианским бассейном (ВПАБ) и в его составе с Терско-Кумским (ТКАБ), Терско-Каспийским (ТерКАБ) и Кусаро-Дивичинским (КДАБ) артезианскими бассейнами.

Доля подземных вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении Республики Дагестан в 2014 году составила 32 %, обеспеченность ресурсами питьевой воды на 1 человека – 0,69 м³/сут. Разведано 73 месторождений и участков пресных и технических подземных вод, 10 лечебно-минеральных вод, 12 теплоэнергетических и 2 промышленных для извлечения ценных компонентов.[1]

Подземные воды территории республики являются одним из основных, а иногда и единственным источником водоснабжения населения, особенно это актуально для северных районов, где проживает более 900 тыс. человек, а для таких крупных городов и населенных пунктов как г. Кизляр, г. Дербент, г. Дагестанские Огни, г. Южно-Сухокумск, с. Бабаюрт, с. Терекли-Мектеб, с. Тарумовка и др. хозяйственно-питьевое водоснабжение полностью организовано за счет подземных вод.

В последние годы на использование подземных вод переходят и населенные пункты Горного и Предгорного Дагестана, водоснабжение ранее которых осуществлялось за счет родникового и речного стока.

Сегодня на территории Дагестана насчитывается свыше 3,7 тыс. водозаборов подземных вод по которым единовременно в 2014 году было отобрано более 426,7 тыс. м³/сут.

Интенсивная добыча подземных вод для хозяйственно-питьевого, производственно-технического водоснабжения и орошения земель, иногда с водоотбором значительно превышающим потребность, и как следствие в результате многолетней нерегулируемой эксплуатации на предельном гидродинамическом режиме происходит снижение уровней, уменьшение дебита вплоть до прекращения самоизлива скважин и ухудшение качества подземных вод.

В условиях все возрастающей техногенной нагрузки вопросы охраны резервных и существующих источников подземных вод, а также их рационального использования приобретают особую значимость.

Основная техногенная нагрузка на территории Республики Дагестан приходится на подземные воды Восточно-Предкавказского АБ и связана она в первую очередь, с добычей их на скважинных водозаборах и разработкой карьеров нерудного сырья в пределах Терско-Кумского и Терско-Каспийского АБ.[2]

В меньшей степени с водохозяйственной деятельностью в пределах Терско-Кумского и Кусаро-Дивичинского АБ связана эксплуатация месторождений и участков нефтедобывающей отрасли в пределах Терско-Кумского АБ и транспортировкой нефти через всю территорию республики.

Добыча подземных вод на водозаборах приведшая к изменению состояния подземных вод отмечена в пределах Терско-Кумского и Терско-Каспийского АБ.

В пределах Терско-Кумского АБ, расположенного в основном в Северо-Дагестанской низменности, действует 2680 одиночных и групповых водозаборов с водоотбором 288,2 тыс.м³/сут (65% от общего водоотбора по РД), из них 104 с водоотбором более 500 м³/сут. Водоснабжение городов Южно-Сухокумск, Кизляр, с.с.Кочубей, Тарумовка, Терекли-Мектеб, а также н.п. 7 крупных районов Северного Дагестана – Ногайского, Тарумовского, Кизлярского, Бабаюртовского, Хасавюртовского, Кизилюртовского и Кумторкалинского базируется, в основном, на подземных водах.[3]

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения используются неоплейстоценовый ВК морского и аллювиального генезиса (56-83% от общего водопотребления) и эоплейстоценовый ВК. Используются ПВ с минерализацией до 3 г/дм³ с повышенным содержанием мышьяка, железа, брома, кремния, бора, аммония из-за неимения других источников водоснабжения.

Здесь разведаны 41 участок и месторождения ППВ, при этом насчитывается более 1300 «бесхозных скважин» на землях отгонного животноводства, где при нерациональном использовании подземных вод отмечено, как истощение ресурсов, так и загрязнение ПВ.

Наибольшие изменения в состоянии ПВ от интенсивной эксплуатационной нагрузки отмечены в северной части Республики - Северо-Дагестанская депрессионная область в Ногайском и Тарумовском районах. Здесь пробурено более 1000 скважин по которым с 50-х годов прошлого столетия велась интенсивная эксплуатация нижненеоплейстоценового и эоплейстоценового ВК на предельном самоизливе более 40 тыс.м³/сут. В результате сформировалась депрессионная область, где отмечено снижение статического уровня на 17 и более метров, вплоть до прекращения самоизлива по скважинам. [4]

Сегодня сброс подземных вод составляет 71,0 тыс.м³/сут. В большинстве скважин отмечено повышенное содержание мышьяка, аммония, бора, брома, кремния, йода. Площадь депрессионной области и площади загрязнения составила более 2900 км². В пределах Кизлярского водозабора площадь наметившейся депрессионной воронки составила около 820 км², п.Кочубей Тарумовского района около 7,5 км².

В пределах Терско-Каспийского и Кусаро-Дивичинского АБ развита основная инфраструктура республики. Здесь расположены города: Махачкала, где проживает более 700 тыс.чел., Дербент и Каспийск с населением более 100 тыс.чел. в каждом, г. Избербаш с населением более 55 тыс.чел., г. Дагестанские Огни более 30 тыс.человек, г. Буйнакск с населением более 60 тыс.чел. и другие крупные населенные пункты, промышленные предприятия.[5]

Прибрежная полоса Каспийского моря, является перспективной санитарно-курортной зоной. Протяженность береговой зоны в пределах Республики Дагестан составляет 595 км.

Это и ведущий район сельскохозяйственных работ. Своеобразный климат и рельеф создают благоприятные условия для возделывания садов и виноградников.

Для водоснабжения г.г. Дербент, Даг. Огни, Избербаш, Буйнакск, н.п. Карабудакент разведано 19 участков и месторождений пресных подземных вод (МППВ) в пределах Терско-Каспийского и Кусаро-Дивичинского АБ, из которых 16 эксплуатируется, в т.ч. 6 интенсивно – Дербентское, Северо и Центрально-сигнальное, Уллучаевское, Буйнакское, Западно-Присамурское. [5]

Используются подземные воды аллювиального неоплейстоценового, средневерхнеплейстоценового ВК; морского эоплейстоценового; плейстоценового; миоценового (сарматского, конкско-караганского, тархано-чокракского) водоносных комплексов.

Водоотбор составляет 94,5 тыс.м³/сут на 320 водозаборах, в т.ч. на 14 водозаборах более 500 м³/сут. Подземные воды являются главным источником водоснабжения для г. Дербент (более 100 тыс. жителей, культурный памятник ЮНЕСКО), г.г. Дагестанские Огни, Буйнакск, н.п. Дербентского, Каякентского, Буйнакского районов РД.

Интенсивная эксплуатация подземных вод на водозаборах Дербентского, используемого для ХПВ г. Дербент и Буйнакского МППВ используемого для ХПВ г. Буйнакск. привела к образованию депрессионных воронок и подтягиванию некондиционных вод с флангов. Подземные воды не защищены. Периодически в них отмечается повышенное содержание нитратов до 1,04 ПДК и нефтепродуктов, бактериальное загрязнение, в последние годы отмечен барий 1,4 ПДК.[2]

Водохозяйственная деятельность оказывает основное техногенное воздействие на состояние подземных вод в пределах Терско-Кумского и Кусаро-Дивичинского АБ.

На территории Терско-Кумского АБ развиты два основных вида водохозяйственной деятельности, приводящие к развитию техногенного подтопления, заболачиванию и засолению почв:

Первое - ненормированное орошение в районе города Кизляр и других населенных пунктов Кизлярского и Тарумовского районов, где развита обширная ирригационная система на площади 396 тыс.га.

Мелиоративные площади используются для выращивания сельскохозяйственной продукции, в том числе и такой влаголюбивой, как рис.

По данным статотчетности (ФГБУ «Дагводресурсы») в 2014г. для орошения было использовано 2,0 млрд. м³/год воды, что составило около 5,05 тыс.м³ на орошаемый гектар.

По разным оценкам на равнинной и приморской части Дагестана подтоплению подвержено до 50% территории, что составляет свыше 7000 км², а также более 300 населенных пунктов, в т.ч. г. Кизляр (70%), с. Бабаюрт (50%), г. Каспийск (70%), г. Махачкала (40%), п. Глав Сулак (100%) и др.

Второе – интенсивная и нерегулируемая эксплуатация подземных вод и сброс их на поверхность без использования на обширной территории Северного Дагестана. Здесь для водопоя скота с 30-х годов прошлого столетия пробурено более 1300 самоизливающих скважин.

Суммарно неучтенный статотчетностью сброс (потери) подземных вод по самоизливающим скважинам в 2014 г. составил 154,06 тыс.м³/сут, при том, что общее использование ПВ в пределах ТКАБ в 2014 г. составило 288,2 тыс.м³/сут.

Наибольшие потери приходятся на земли хозяйств отгонного животноводства в Бабаюртовском – 53,4 тыс.м³/сут, Ногайском – 42,8 тыс.м³/сут, Тарумовском районах – 28,2 тыс.м³/сут, Кизлярском – 16,3 тыс.м³/сут. Изливаемая скважинами вода затапливает приле-

гающие территории, обуславливает, помимо подтопления территории вторичное засоление почв и грунтов.

В пределах Кусаро-Дивичинского АБ основную техногенную нагрузку на ресурсы подземных вод оказывает водохозяйственная деятельность, связанная с зарегулированием стока р. Самур и не соблюдением норм экологического сброса (попуска).

Значительные ресурсы пресных подземных вод Кусаро-Дивичинского АБ связаны с аллювиально-пролювиальными отложениями конуса выноса р. Самур, образовавшимся на выходе его из предгорий на равнину и для которого основным источником питания являются поверхностные воды р. Самур, разбираемые на орошение и водоснабжение на Самурском гидроузле, построенном в головной части конуса выноса, где осуществляется водозабор в главную оросительную систему Южного Дагестана – Самур-Дербентский канал (СДК) и Самур-Апшеронский канал (САК) Азербайджанской Республики.

Общие прогнозные эксплуатационные ресурсы трансграничной Самур-Кусарской АПР оцениваются в количестве 3400-3500 тыс.м³/сут, в пределах Дагестана Самур-Гюльгерычаевская АПР с прогнозными ресурсами 980,5 тыс.м³/сут.[6]

Взаимосвязь поверхностных и подземных вод прослеживается на всем протяжении реки от истоков до устьевой части.

Объемы отбора вод из реки Самур в створе Самурского гидроузла определены по соглашению между Правительством Российской Федерации и Правительством Азербайджанской Республики подписанному 10 сентября 2010 г. «О рациональном использовании и охране водных ресурсов трансграничной реки Самур», статья 3, п.1. «Делению в равных долях между государствами сторон подлежит объем водных ресурсов, поступающий к началу пограничного участка трансграничной реки Самур, за вычетом экологического попуска, объем которого устанавливается равным 30,5%».[1]

В части подземных вод п.9 «при эксплуатации подземных вод, гидравлически связанных с поверхностными водами трансграничной реки Самур, стороны обеспечивают режим изъятия подземных вод, исключающий понижение уровня грунтовых вод в дельте реки Самур».

С момента подписания в 2010 г. межправительственного соглашения, в 2014 году вновь отмечены нарушения при его выполнении, заключающиеся в уменьшении согласованного сброса, что отразилось и на гидродинамическом режиме подземных вод в пределах КДАБ.

Разработка карьеров нерудного сырья. На территории республики разработка месторождений нерудных полезных ископаемых проводится на более чем 200 участках открытыми карьерами, что приводит к загрязнению первых от поверхности водоносных горизонтов, в некоторых карьерах, после их отработки, устраивают мусорные свалки. Наибольшую угрозу разрабатываемые карьеры представляют для подземных вод Сулакского и Дербентского МППВ, в границах которых сформировались целые горнодобывающие районы.[1]

В пределах Терско-Кумского АБ наименее защищен от техногенного воздействия аллювиальный средне-верхнечетвертичный ВК, являющийся областью питания основных водоносных горизонтов ТКАБ, по которому утверждено Сулакское МППВ с запасами 432,2 тыс.м³/сут.

На гидрохимический режим подземных вод месторождения сегодня наибольшее влияние оказывает разработка карьеров песчано-гравийной смеси (ПГС) в границах самого месторождения с вскрытием подземных вод, а также мусорные свалки в отработанных карьерах, строительство нефтебаз и АЗС, транспортировка нефти по нефтепроводу «Грозный-Баку», проходящего по западной границе месторождения. При такой техногенной нагрузке в последние годы в подземных водах по-прежнему отмечается повышенное содержание аммония до 6,7 ПДК и нефтепродуктов в содержаниях 0,03-0,06 мг/дм³.

В пределах Терско-Каспийский АБ разработка карьеров пильного известняка первого от поверхности водоносного горизонта Дербентского МППВ, используемого для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения г. Дербент, увеличение сельхозплощадей города без канализационной системы, свалки мусора в отработанных карьерах, строительство многочисленных АЗС и размещение складов ГСМ привело к ухудшению качества подземных вод месторождения. Периодически в подземных водах отмечается превышение

по нитратам и нефтепродуктам. Так в подземных водах первого от поверхности водоносного горизонта Дербентского водозабора содержание нитратов составило в 2014 году 45-47 мг/дм³.

Для подземных вод Кусаро-Дивичинского АБ, широко используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения Дагестана и Азербайджана, наибольшую угрозу могут представлять рудничные отвалы и открытые не законсервированные штольни и скважины медно-колчеданного месторождения «Кизил-Дере», откуда периодически в речные воды реки Самур поступают высокотоксичные элементы бериллий, кадмий, свинец, медь, марганец, бор, бром и попадая в подземные воды загрязняют около 500 км² площади в пределах распространения аллювиально-пролювиального ВК трансграничной Самур-Кусарской АПР, к которой приурочено крупнейшее Самур-Вельвеличаевское месторождение пресных подземных вод[6].

Проблемы рационального использования ресурсов подземных вод, разведки их месторождений и эколого-технически грамотной эксплуатации свыше 3000 артезианских скважин остается вне поля зрения республиканских водохозяйственных организаций. Подобная бесхозность служила и служит по сей день главной причиной истощения запасов (на ряде участков), ухудшения состава подземных вод, затопления и засоления приартезианских земель, включая десятки населенных пунктов, и резкого ухудшения санитарно-эпидемиологических условий водоисточников.

В связи с выше сказанным, во избежание дальнейшего расширения и усиления процессов засоления, заболачивания почв и загрязнения подземных вод всего Восточно-Предкавказского артезианского бассейна необходимо принятие следующих первоочередных мер: 1) для ликвидации потерь воды, заболачивания и вторичного засоления почв, в первую очередь, необходимо ликвидировать артезианские скважины, воды которых не используются; 2) на остальных скважинах следует привести в порядок оборудование, устранить утечки воды в резьбовых и фланцевых соединениях и перевести их на краново-диафрагменный режим эксплуатации.

Литература

1. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Республики Дагестан за 2012 г., Вып. 16, Дагестангеомониторинг, Махачкала, 2013 г. с. 160.
2. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Гидрохимическое состояние подземных вод Восточно-Предкавказского артезианского бассейна (в пределах Республики Дагестан).// Вода: химия и экология. № 3, Март 2014 г, с. 3-10.
3. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И., Бабаев М.Р., Шуайбова Н.Ш., Османова А.Р. Рациональное использование подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна на Северодагестанской равнине Республики Дагестан. // «Вода: химия и экология» № 4, апрель 2016 г. С. 87-92.
4. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Загрязнение подземных вод равнинной части Дагестана.// Экология и промышленность России, 2015. Т.19.№ 5, С. 61-63
5. Схема комплексного использования и охраны водных объектов, включая нормативы допустимого воздействия рек бассейна Каспийского моря на юг от бассейна Терека до государственной границы РФ (российская часть бассейна). М., ЗАО НТЦ «Регионгидропроект», 2012 г. с. 313.
6. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Оценка качества водных ресурсов бассейна р. Самур.// Водное хозяйство России. 2014. № 4, С. 4-16.

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ СВИНЦА ИЗ СУЛЬФИДОВ УРУПСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)

Снежко В.В., Снежко В.А., Богомолов Е.С.

Всероссийский научно-исследовательский институт им. А.П. Карпинского (ФГБУ)

В статье приводятся результаты изотопного изучения свинца сульфидов Урупского медноколчеданного месторождения и анализ этих данных.

Ключевые слова: сульфиды, изотопы свинца, медноколчеданное месторождение.

Author's abstract: Isotopes of lead sulfides of Urup copper-pyrite deposit. Results of analysis are provided in this article/

Keywords: Sulphides, isotopes of lead, copper-pyrite deposit.

Урупское медноколчеданное месторождение находится в бассейне р. Уруп на Северо-Западном Кавказе, в пределах тектонической зоны Передового хребта. Оно приурочено к даутской свите ранне-среднедевонского возраста. В Урупском районе, в урупской структурно-вещественной зоне Лабинского блока [6] даутская свита (мощностью до 1700 м) представлена в нижней части базальтами с субсогласными линзовидными телами андезитов, андезидацитов и дацитов, а в верхней части - лавами и туфами кислого состава, ассоциирующими с яшмами и кремнистыми сланцами, реже с туфами смешанного (кислого и среднего) состава и лавами основного состава (до 120 м). Вулканогенные породы свиты, вместе с аналогичными породами залегающей выше пщицерской свиты, а также встречающиеся совместно с ними субвулканические тела, образуют урупский вулканический комплекс натриевых базальтов и риолитов, который относится к риолит-базальтовой контрастно дифференцированной серии [7, 9]. Возраст нижней части свиты по конодонтам и по результатам палеомагнитных исследований [12] определяется на уровне не моложе основания эмского яруса (нижний девон). Нижний возрастной предел вулканитов даутской свиты нельзя считать окончательно обоснованным и отдельные геологи опускают его до верхов силура, не приводя доказательств в пользу этого предположения [5]. Возраст верхней половины даутской свиты опирается на определения радиоларий ранне – среднедевонского облика [10]. На основании этих данных возраст свиты принимается как ранний-средний девон [3].

В отложениях даутской свиты в Урупо-Лабинском рудном районе локализовано несколько месторождений вулканогенно-осадочного генетического типа, медно-колчеданной с золотом формации, наиболее крупным из которых является Урупское мелкоколчеданное месторождение расположенное в левом борту долины р. Уруп. в 2-х км выше устья р. Власенчиха. Рудовмещающий вулканогенно-осадочный комплекс представлен нижней эффузивной (диабазы, риолиты) и верхней туфогенно-осадочной (туфы среднего и кислого состава, кремнистые сланцы) толщами, рудная залежь приурочена к контакту между этими толщами. На месторождении установлено несколько рудных пластообразных залежей, наиболее крупной является Главная рудная залежь, в которой сосредоточены основные запасы медно-колчеданной руды. Руда встречается двух типов - сплошная и вкрапленная. Сплошные руды являются основным промышленным типом руд месторождения и состоят из пирита (до 80%), халькопирита (10-50%), борнита (до 30%), примеси сфалерита, блеклых руд, а также кварца, хлорита и карбоната [4]. Из образцов сплошных руд, хранящихся в Минералогическом музее "Кавказгеолсъемки" нам, были любезно предоставлены О.Н. Макеевым 3 пробы для изучения изотопного анализа свинца в сульфиде руды. Изотопный анализ проводился с помощью мультколлекторного термоионизационного масс-спектрометра Thermo Triton, были применены стандартные методики химического разложения образцов и последующей хроматографического выделения свинца. Погрешность измерения изотопных отношений Pb в случае галенита составляла 0.02%.

Подобного анализа на территории Северного Кавказа не проводилось. Ранее изучался главным образом изотопный состав серы сульфидов различных руд [4] и др., а также сингенетических сульфидов вулканогенно-осадочных толщ [8] и др. Реже проводился изо-

топный анализ свинца галенита из полиметаллических месторождений и древних толщ Северного Кавказа [2], к сожалению, в этой работе не приведен фактический материал (результаты анализов), положенный в основу доклада. В литературе также достаточно редко встречаются упоминания о проведении изотопного изучения свинца сульфидов, одной из последних работ, в которой приведены сведения о таком анализе, является работы Бакшеева И.А и др. по золото-молибдено-медно-порфировым месторождениям Баимской рудной зоны, Западная Чукотка [1] и Чугуева А.В. с соавторами по Вернинскому месторождению золота в Байкало-Патомском нагорье [11].

В результате проведенного изотопного изучения сульфидов Урупского месторождения были получены следующие результаты (табл.).

№	Месторождение, тип руды	Образец	Шифр	Pb (ppm)	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ (%)	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ □□ □	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ □□ □
1	Урупское, борнитовая руда	Cu	12/9780	158	18.221	0.04	15.571	0.06	37.779	0.08
2	Урупское, пирит-пирро-тинхалькопиритовая руда со сфалеритом и борнитом	Cu	25/10016	567	18.063	0.083	15.561	0.12	37.772	0.16
3	Урупское, окисленная руда	CuO	14/6621	162	18.090	0.028	15.583	0.04	37.850	0.053

Из таблицы следует, что самое высокое содержание свинца (567 мкг/г) присутствует в халькопирите из массивных неизменных руд, во вторичных медных минералах оно снижается до 158-162 мкг/г. Существенных различий в относительном содержании радиогенного изотопа ^{207}Pb не отмечается, в то же время в окисленной руде относительно более высокое содержание радиогенного изотопа ^{208}Pb , что, возможно связано с дополнительным привнесом радиогенного изотопа ^{208}Pb в процессе окисления.

К сожалению, как указывалось выше, из-за отсутствия в работе Войткевича Г.В. с соавторами [2] результатов проведенного этими авторами анализа, мы не можем сравнить результаты анализов свинца в сульфидах Урупского месторождения с изотопным составом свинца галенитов полиметаллических месторождений и сингенетичного галенита стратифицированных образований Северного Кавказа. На основании близости изотопного состава свинца галенитов из докембрийских, палеозойских и мезозойских толщ вышеупомянутые авторы пришли к выводу о едином и одновозрастном источнике свинца, которым служили кристаллические толщи докембрия. Полученные нами результаты о существенных различиях в соотношении изотопов свинца сульфидов в пределах одного месторождения, ставят под сомнение этот вывод.

Расположение фигуративных точек изученных минералов на корреляционных диаграммах $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ относительно кривых эволюции состава свинца основных источников рудного свинца показывает, что формирование руд Урупского месторождения происходило при значительном участии вещества развитой континентальной коры и при незначительном участии вещества современной мантии, на основании чего можно предположить, что руды Урупского месторождения формировались на последних стадиях существования палеозойской островной дуги Передового хребта Северного Кавказа.

Сделанные нами предварительные выводы на основании полученных новых данных об изотопах свинца не противоречат существующим представлениям о генезисе Урупского месторождения, но пополняют наши знания о времени формирования этого месторождения. Для более конкретных выводов необходимо дальнейшее изучение изотопов свинца сульфидов как других месторождений, так и сингенетических сульфидов в стратифицированных толщах Кавказа.

Литература

1. Бакшеев И.А., Николаев Ю.Н., Беяцкий Б.В. и др. Изотопный состав свинца сульфидов и плагиоклазов золото-молибдено-медно-порфировых месторождений Баимской рудной зоны, Западная Чукотка // XX симпозиум по геохимии изотопов. Тез. докл. ГЕОХИ РАН. М. Акварель, 2013. С.35-37.
2. Войткевич Г.В., Лебедько Г.И., Гасанов А.Г., Кобылев Г.А. Изотопы свинца и вопросы рудообразования на Северном Кавказе // Тезисы докл. V конференции по геол. и полезн ископ. Северного Кавказа Ессентуки. 1980. С.280-281.
3. Геологическое строение и полезные ископаемые российской части Кавказа и прилегающих акваторий / В. А. Снежко, Л. Р. Семенова, Б. В. Петров и др. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 519 с. Электрон. издание № 0321102226.
4. Колчеданные месторождения Большого Кавказа. М. «Недра», 1973, 256 с.
5. Лаврищев В.А., Шейков А.А., Андреев В.М. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаб 1:1 000 000. Серия Скифская. Лист К-37 (Сочи), К-38 (Махачкала), К-39. Объяснительная записка. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2011. 431 с.
6. Снежко В.А. Геологическое обоснование схемы структурно-вещественного районирования Большого Кавказа // Региональная геология и минералогия. СПб. ВСЕГЕИ. 2012. № 51. С.52-61.
7. Снежко В.А. Девонские и раннекаменноугольные магматические комплексы // Геологическое строение и полезные ископаемые российской части Кавказа и прилегающих акваторий. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. Электрон. издание № 0321102226. С. 228- 254.
8. Снежко В.А., Рабинович А.Л. Изотопный состав серы сульфидов амфиболитов буульгенской свиты р. Теберда (Северный Кавказ) в связи с вопросами их генезиса // Геохимия. 1974. № 4. С. 627-629.
9. Срабонян М.Х., Снежко В.А., Доля А.Н., Потапенко Ю.Я. Магматические комплексы Северного Кавказа и проблемы их систематики // Основные проблемы геологического изучения и использования недр Северного Кавказа. Ессентуки, 1995. С. 43-63.
10. Чегодаев Л.Д., Снежко В.А., Морозова Ф.И. Биостратиграфическое обоснование и уточнение посистемных стратиграфических схем палеозоя Центрального Кавказа для составления опорной легенды Госгеокарты-50 (отчет по теме А.П.2./ (18) – 411 за 1988-1998 гг. Ессентуки, 1999.
11. Чугаев А.В., Плотинская О.Ю., Котов А.А., Чернышев И.В. Новые данные Rb-Rb изотопного изучения орогенных месторождений Au (месторождение Вернинское, Байкало-Патомское нагорье, Россия) // XX симпозиум по геохимии изотопов. Тез. докл. ГЕОХИ РАН. М: Акварель, 2013. С.369-371.
12. Шевлягин Е.В. Палеомагнетизм фанерозоя и проблемы геологии Северного Кавказа. Изд. Ростовского госуниверситета. 1986. 154с.

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ НА ТЕПЛООБМЕН В ДЕЯТЕЛЬНОМ СЛОЕ ПОЧВЫ

Щербуль З.З.

Институт проблем геотермии ДНЦ РАН

В статье рассматривается задача о возникновении локальных температурных аномалий, связанных с эксплуатацией геотермальных скважин, и их влиянии на теплообмен в приповерхностном слое Земли.

Ключевые слова: тепловое загрязнение, деятельный слой почвы, геотермальная скважина.

This paper considers the problem of emergence of local temperature anomalies due to using geothermal wells, and of their influence on heat exchange in subsurface Earth layers.

Keywords: thermal pollution, active layer, geothermal well

Одним из видов антропогенного воздействия на окружающую среду является тепловое загрязнение атмосферы, почвы, природных поверхностных и подземных вод. Создаваемые искусственными источниками тепловых полей температурные аномалии по степени влияния на региональные экосистемы в ряде случаев могут быть соизмеримы с природными тепловыми процессами.

В пределах мегаполисов к искусственным источникам тепловых полей относятся промышленные предприятия, теплотрассы, обогреваемые подземные туннели и сооружения, производства, сбрасывающие горячие воды в подземные горизонты и открытые водоемы. Каждый из источников техногенного теплового загрязнения среды имеет свою зону геоэкологического влияния, зависящую от его интенсивности. Суммарное воздействие подобных источников тепловой энергии может привести к формированию геотермальной аномалии со значительным превышением температуры над фоновой, которая способствует росту агрессивности грунтовой толщи и подземных вод по отношению к железобетонным и металлическим конструкциям, химической и биохимической коррозии и которая, при определенных условиях, способна повлиять на состояние микроклимата территории. К ряду мощных искусственных источников тепловой энергии, усиливающих техногенное тепловое загрязнение геологической среды города, можно отнести и находящиеся в его черте эксплуатирующиеся геотермальные скважины.

Для того, чтобы оценить какое влияние оказывают температурные аномалии локального характера, связанные с эксплуатируемыми геотермальными скважинами, на теплообмен деятельного слоя почвы, рассмотрим модель разреза приповерхностной части толщи, содержащей грунтовую воду (рис.1).

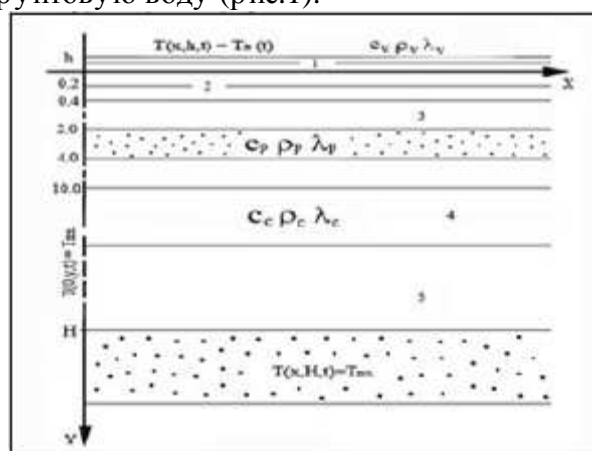


Рис.1. Профильный разрез водонасыщенного пласта и кровли

На левой границе рассматриваемой области - добывающая скважина, на глубине H нижняя граница совпадает с горизонтальным эксплуатируемым водонасыщенным пластом,

верхняя граница области проходит по воздуху, на расстоянии h от поверхности почвы, а правая граница удалена на значительное расстояние.

Предположим, что 1) температура в нижнем водоносном пласте остается постоянной, равной $T_{пл.}$; 2) температура воды в скважине также постоянна и равна пластовой с начального момента времени; 3) температура воздуха на верхней границе области $T_b(t)$ совпадает с фактической среднесуточной температурой воздуха; 4) уровень грунтовых вод H_1 находится на глубине 2м (в среднем по указанному району от 2 до 4 м).

Учитывая, что для каждого месяца величины средних амплитуд колебания внутрисуточной температуры уже на глубине 0,4м составляют менее 10% величин амплитуд колебания среднесуточных температур и с глубиной это соотношение уменьшается [1], в рассматриваемой задаче колебания внутрисуточных температур учитывать не будут.

Имея данные годовых среднесуточных температур воздуха, поверхности и почвы на глубинах; 0,05м; 0,2м; 0,4м; 0,8м; 1,2м; 1,6м, в качестве начального температурного поля берется температурное поле, фиксируемое на момент начала расчёта. Годовой ход среднесуточных температур воздуха и почвы на глубинах в естественных условиях приведён в [1].

Предположим также, что, начиная с глубины 1,6м, где температура фактическая, до глубины H , где температура постоянная, равная $T_{пл.}$, температура распределяется по линейному закону.

Начальные и граничные условия для уравнений теплопроводности можно записать в следующем виде:

- 1) $T(x,y,t)|_{t=0} = T_0(y)$;
- 2) на нижней границе $T(x,y,t)|_{y=H} = T_{пл.}$;
- 3) на левой границе $T(x,y,t)|_{x=0} = T_{пл.}$;
- 4) на верхней границе $T(x,y,t)|_{y=h} = T_b(t)$;
- 5) на правой границе $\partial T / \partial x |_{x=L} = 0$;

$$6) ;$$

$$7) \alpha_c \frac{\partial T}{\partial y} |_{y=H_1} - \alpha_c \frac{\partial T}{\partial y} |_{y=H_1} ;$$

$$(9)$$

$$8) \alpha_c \frac{\partial T}{\partial y} |_{y=H_1+m} - \alpha_p \frac{\partial T}{\partial y} |_{y=H_1+m} .$$

$$(10)$$

H_1 и m – глубина и мощность пласта, содержащего грунтовые воды.

Результаты наблюдений над годовыми колебаниями температуры по Махачкале позволяют рассчитать коэффициенты температуропроводности для сухой почвы.

Таблица 1.

Амплитуды годовых колебаний температуры на поверхности и на глубинах

Глубина, м	Поверхность	0,2м	0,4м	0,8м	1,2м	1,6м
Амплитуда, °С	19,0	12,8	10,7	8,4	7,5	5,8

Коэффициент температуропроводности почвы по данным годовых наблюдений за колебаниями температур равен $0,2 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Как показывают расчёты коэффициентов температуропроводности по данным амплитуд среднемесячных колебаний температуры (с периодом $\omega = 2,4 \times 10^{-6} \text{ 1/сек}$) для деятельного слоя почвы, температуропроводность в весенние и осенние месяцы оказывается почти на порядок выше (рис.3), достигая максимума в октябре-ноябре. Полученная зависимость достаточно хорошо коррелируется с суммарным количеством осадков, которые в октябре-ноябре также достигают максимальных значений.

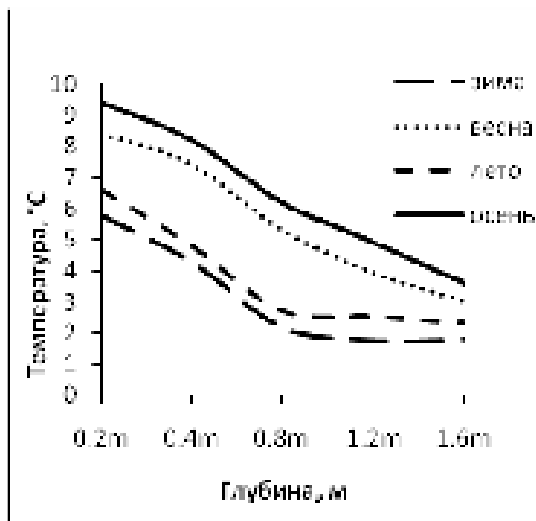


Рис.2. Изменение максимальных амплитуд колебания среднесуточных температур с глубиной

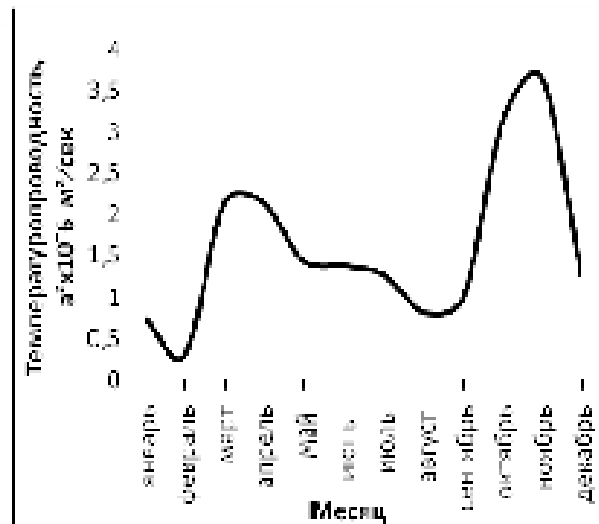


Рис.3. Температуропроводность деятельного слоя почв

Таким образом, 1) для приповерхностной зоны коэффициент температуропроводности в расчётах будет определяться в соответствии с зависимостью на рис. 3; 2) в водонасыщенном пласте α_p берётся равным $10^{-6} \text{ м}^2/\text{сек}$; 3) от подошвы пласта, содержащего грунтовую воду, до эксплуатационного пласта, учитывая, что песчанистость разреза в районе Махачкалы составляет в среднем 57% (по данным 12 скважин) α_c составит в расчётах $0,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{сек}$ (т.к. прослойки песка в глинистой толще содержат напорные воды).

Для численного решения задачи (1) – (10) построим неравномерную сетку, где по оси x-ов для всех зон от 1 до 5 (рис.1) шаг Δx одинаковый; по оси y-ов шаги Δy_m для зон 1-5 равны соответственно 0,05м; 0,2м; 0,4м; 10м; 50м; временной шаг определяется из условия устойчивости [3].

Т.к. численное решение поставленной задачи проводится по явной схеме, то аппроксимация для внутренних точек областей с определенным шагом по Y будет выглядеть следующим образом:

$$T_{n,i}^{k+1} - T_{n,i}^k + \alpha_{\mu}^2 \Delta t \left[\frac{T_{n,i+1}^k - 2T_{n,i}^k + T_{n,i-1}^k}{\Delta x^2} + \frac{T_{n,i+1}^k - 2T_{n,i}^k + T_{n,i-1}^k}{\Delta y^2} \right], \quad (11)$$

$$T_{n,i}^{k+1} - T_{n,i}^k + \alpha_c^2 \Delta t \left[\frac{T_{n,i+1}^k - 2T_{n,i}^k + T_{n,i-1}^k}{\Delta x^2} + \frac{T_{n,i+1}^k - 2T_{n,i}^k + T_{n,i-1}^k}{\Delta y_n^2} \right] \quad (12)$$

Аппроксимация на границах двух областей с разными шагами по Y (при переходе от Δy_n к Δy_{n+1}) запишется в виде:

$$T_{n,i}^{k+1} - T_{n,i}^k + \alpha_c^2 \Delta t \left[\frac{T_{n,i+1}^k - 2T_{n,i}^k + T_{n,i-1}^k}{\Delta x^2} + \frac{2T_{n,i-1}^k}{\Delta y_n (\Delta y_n + \Delta y_{n+1})} - \frac{2T_{n,i}^k}{\Delta y_n \cdot \Delta y_{n+1}} + \frac{2T_{n,i+1}^k}{(\Delta y_n + \Delta y_{n+1}) \Delta y_{n+1}} \right] \quad (13)$$

Приведём некоторые результаты расчетов, приняв глубину добывающей скважины $H = 1000 \text{ м}$ и температуру пластовой воды $T_{пл.} = 150^\circ \text{С}$.

На рис.4 показана картина изменения температурного поля по сравнению с фоновой, характерной для начала января, через один год после начала эксплуатации добывающей скважины. Минимальные начальные среднесуточные температуры поверхности почвы в январе достигали -7°С , а в среднемесечном разрезе не превышали 1°С ; значения температур через год работы скважины изменяются на поверхности от 150°С на устье скважины до 2°С на расстоянии 3м от скважины и дальше, снижаясь постепенно, до $1,7^\circ \text{С}$ на расстоянии 8 метров. Получается, что в зимнее время порядка 200 м^2 площади вокруг скважины уже будет незамерзающей, а температура грунтовых вод в радиусе 5 метров будет превышать 40°С .

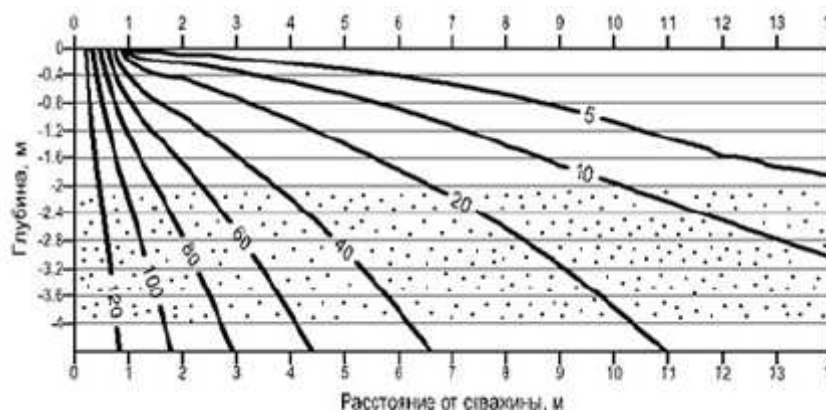


Рис. 4. Изменение температурного поля в приповерхностном слое через 1 год эксплуатации геотермальной скважины

Результаты расчётов также показали, что, при отсутствии конвективной составляющей, наличие водонасыщенной прослойки незначительной мощности на глубинах, соответствующих уровню грунтовых вод в данном районе, существенно не влияет на изменённое в результате эксплуатации температурное поле приповерхностного слоя.

На рис.5(1,2) обозначены полученные зависимости среднегодовой температуры и изменения среднегодовой температуры от глубины слоя через один год после начала эксплуатации геотермальной скважины на разных расстояниях от её устья: 1) в радиусе одного метра на глубине 0,2м температура возрастает в 2раза, на глубине 1,6м – более чем в 6 раза; 2) в радиусе четырёх метров на глубине 0,2м температура возрастает на 3°C, на глубине 1,6м – в 2 раза; 3) на расстоянии 8м от скважины температура изменяется от долей градуса на глубине 0,2м до 5°C на глубине 1,6м. Таким образом, можно видеть, что радиус теплового возмущения от работы одиночной скважины через год эксплуатации достигает 8 м на поверхности почвы, возрастая с глубиной, и при дальнейших расчетах существенно не меняется. В течение двух лет эксплуатации скважины суммарные годовые температуры также стабилизируются.

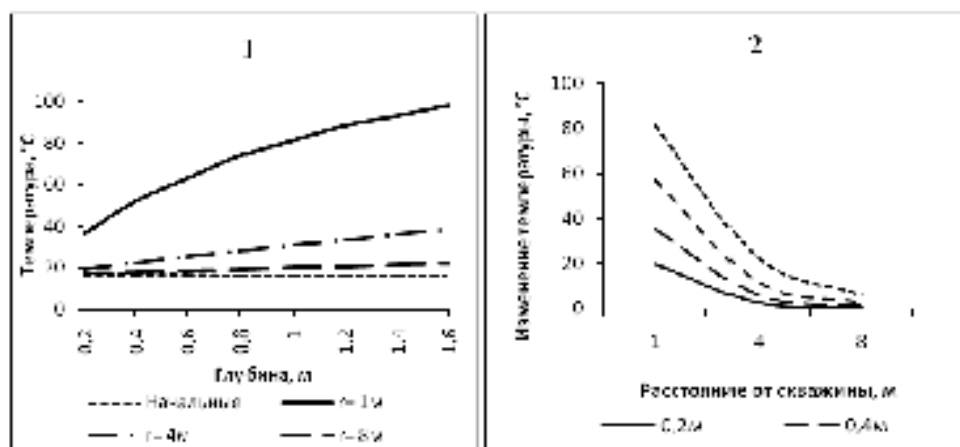


Рис.5. Кривые, характеризующие измененное температурное поле у поверхности. 1 – среднегодовые температуры на глубинах через 1 год эксплуатации скважины; 2 – изменение температуры на глубинах через 1 год эксплуатации скважины

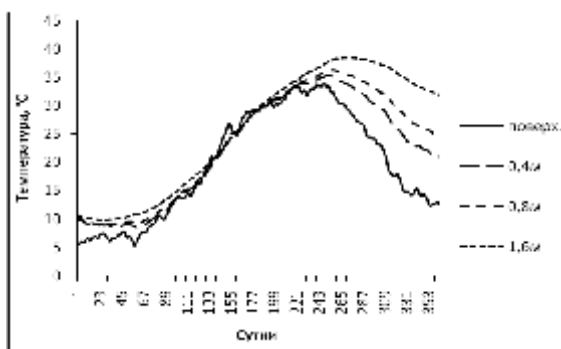


Рис. 6. Изменение температуры деятельного слоя почвы на расстоянии 8 метров от скважины в течение года её эксплуатации.

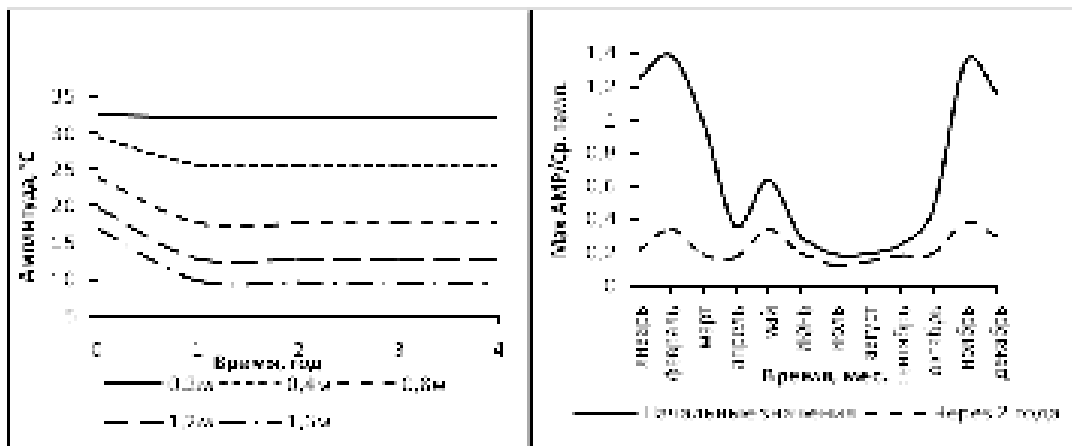


Рис. 7. Изменение амплитуды годовых колебаний температуры на расстоянии одного метра от скважины

Рис.8. Отношение максимальной амплитуды колебания температуры к средней температуре на глубине 0,2м и на расстоянии 1 м

Что касается амплитуды колебания температуры, то, как видно на рисунке 7, для максимальных абсолютных значений амплитуды в годовом разрезе снижение происходит в течение одного года и составляет 5°C на глубине 0,4м, возрастая до 8°C на глубине 1,6м.

Рассматривая отношение максимальных месячных амплитуд колебания к среднемесячным температурам на глубинах, можно убедиться, что максимумы на графиках зависимостей этих отношений от времени для начальных значений и расчётных (через 2 года) достигаются в одни и те же месяцы, но величины этих соотношений снижаются в разы. На рисунке 8 данные параметры приведены для глубины 0,2м и расстояния 1 м от эксплуатационной скважины.

Таким образом, можно сделать следующие выводы: 1) эксплуатация геотермальной скважины уже через год приводит к снижению амплитуд колебания годовых температур в деятельном слое почвы, что в сочетании с увеличением среднегодовых температур по всему разрезу прискважинной зоны приводит к значительной нивелировке отношения максимальной амплитуды колебания к средней температуре слоя в указанном радиусе теплового влияния; 2) сравнение решений задач теплопереноса для однородной сухой горной породы [1] и для толщи, содержащей водонасыщенный пласт, показывает, что наличие безнапорного горизонта грунтовых вод незначительной мощности, при условии отсутствия конвекции, существенно не повлияет на изменённое в результате эксплуатации температурное поле приповерхностного слоя.

Литература

1. Щербуль З.З. Влияние эксплуатации геотермальной скважины на активизацию теплообмена в приповерхностном слое Земли.// Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы. Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов // Выпуск 5. Махачкала, АЛЕФ, 2015. Том 2. С.20-25. Материалы IV Международной конференции 21-24 сентября 2015 г. С.20-25.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1972. 736с.
3. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1973. 400 с.

¹Гусейнов М.М., ²Мацапулин В.У., ²Исаков С.И., ¹Казанова Э., ¹Черненко В.Г.

¹ФГБУН Институт физики им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН

²ФГБУН Институт геологии ДНЦ РАН,

Методом мёссбауэровской спектроскопии исследованы образцы красноватов из месторождения красноватых пигментов в верховьях правого притока р. Черкез-Озень, расположенного вблизи санатория Талги (республика Дагестан). Мёссбауэровские спектры ядер ⁵⁷Fe в них представляют собой суперпозицию нескольких секстетов и дублетов. Фазовый анализ показал содержание в них фракций магнитных минералов и естественно-го железа в разных валентных состояниях, процентное содержание которых изменяется с температурой. Определены значения сверхтонких эффективных магнитных полей и измерены их температурные зависимости.

Ключевые слова: мёссбауэровская спектроскопия, минералы, горная порода, сверхтонкие взаимодействия, красноваты

By method of Mössbauer spectroscopy to study samples of Krasnotsvetov field of red pigments in the upper right tributary of the river. Cerkez-Ozen, located near the sanatorium Talgi (Republic of Dagestan). Mös-sbauerovskie spectra of ⁵⁷Fe nuclei in them represent a superposition of several sextets and doublets. The phase analysis showed a content of the fractions of magnetic minerals and natural iron in different valence states, the percentage of con-content of which varies with temperature. The values of the hyperfine-tive effectiveness of magnetic fields and measured their temperature dependence.

Keywords: Mössbauer spectroscopy, minerals, rocks, hyperfine interactions, krasnotsvetov.

Введение. Красноваты и другие горные породы привлекают все больший интерес геологов, физиков, химиков в связи возросшим арсеналом экспериментальных методик. Одним из всё более широко используемым в последнее время является Мёссбауэровская спектроскопия, которая дает информацию локального характера, часто не доступную для других методик. Исследованные в данной работе красноваты отобраны из месторождения вблизи курорта Талги в долине р. Черкез-Озень [1]. Сложено оно песчано-глинистыми отложениями горизонтов рики и муцидакальского майкопской свиты. Продуктивный слой представлен однородной глинистой массой мощностью до 1,55 м, средняя мощность 0,5 м.

Нами обследован участок месторождения в верховьях правого притока р. Черкез-Озень, расположенного сразу после санатория Талги. Основная залежь месторождения (верховья р. Черкез-Озень) нами не обследована ввиду ее задренованности и недоступности для опробования. Общее описание участка месторождения характеризуется следующим. На поверхность выходит вертикальная линза (длинной стороной) железистых красноватов, вмещающие породы – аргиллиты содержат кристаллы гипса в виде блесков. Эти породы сменяются трещиноватыми аргиллитами светлого цвета. По тектоническим трещинам в них развиты светложелтые измененные породы. Основные руды – это массивные красноваты, плотные породы, представляющие собой брекчию, в которой мелкие обломочки осветленных аргиллитов цементируются железистым веществом красного цвета (гематит, гетит). Размер обломочков – доли сантиметра, редко чуть больше, в ее массе отмечаются редкие причудливые по форме пустоты размером до 0,5-1,0 см. внутренность пустот покрыта веществом черного цвета (окислы марганца?). В других случаях руда также брекчиевидная, но щебенка, дресва цементируются более темным материалом, также возможно за счет примесей марганца.

На протяжении ручья, во влиянии рудного тела красноватов отмечается покраснение почвенного слоя, а в устьевой части ручья установлен бугор, сложенный обломками кристаллического гипса. То и другое, по нашему мнению, снос материала с красноватов. Разновидности рудного материала подверглись аналитическим определениям химического состава и элементов-примесей. Результаты приведены в таблице 1. По данным приведенных

анализов можно предположить, что в руде основную массу составляют гематит (Fe_2O_3), кварц (SiO_2), повышенные содержания меди, цинка, коррелируют с повышенным содержанием серы – вероятно, присутствуют халькопирит – CuFeS_2 ; сфалерит ZnS , пирит – FeS_2 , полевые шпаты – в незначительном количестве.

Таблица 1.

Химсостав и микроэлементы в образцах красноцветов месторождения Талги.

№№ п/п	№№ образцов Компоненты	3	4	4'	5	6	6'
2	TiO_2	0.452	0.693	0.23	0.192	0.525	0.35
3	Al_2O_3	13.13	27.8	2.6	6.50	12.87	-
4	Fe_2O_3	45.15	46.348	27.0	41.53	40.245	27.0
5	CaO	0.007	0.018	-	0.038	0.015	-
6	MgO	0.281	0.285	-	0.097	0.209	-
7	Na_2O	0.559	0.277	-	0.284	0.264	-
8	K_2O	0.946	0.825	1.1	0.367	0.570	1.0
9	ZnO	0.015	0.013	-	0.022	0.020	-
10	S	1.0	-	-	-	-	13.0
Содержание в г/т							
11	As	10	17	-	13	19	-
12	Cu	22	42	-	25	6613	-
13	Mn	150	160	-	180	180	-
14	Ni	180	140	-	110	210	-
15	Cr	60	10	-	100	70	-
16	Hg	1	1	-	2	2	-
17	Y	-	-	990	-	-	-
18	Sb	-	160	-	-	-	210
19	Sn	-	-	90	-	-	130
20	Cd	-	-	110	-	-	130
21	Ag	0.40	0.39	-	0.22	0.28	-
22	Au	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-
23	Pt	0.25	0.27	-	0.25	0.3	-
24	Pd	0.35	0.32	-	0.35	0.36	-

3,4, 4 – красноцветы, 5,6, 6 – более темная руда. 3,4,5,6 – определения атомно-абсорбционным методом, 4, 6 – определения рентгено-флюоресцентным методом.

Железо, кварц, видимо, привносились гидротермальными растворами. Обращает на себя внимание повышенное содержание меди – 0,66% в образце №6. На промышленном месторождении Кизил-Дере среднее содержание меди составляет около 2,25%. В более темных рудах происходит повышение марганца.

А вообще, установленные элементы-примеси As, Cu, Mn, Ni, Cr, Hg, Y, Sb, Sn, Ag, Au, Cd, Pt, Pd – характерны для эндогенных процессов, вопреки представлениям о формировании месторождения за счет окисления сидеритовых конкреций, залежей или за счет ожелезненных песчаников. Но ожелезненные песчаники тоже должны от чего-то происходить. По содержанию в рудах гипса месторождение сходно с проявлениями красноцветов Эрпели-Озень и на перекрестке дорог Буйнакск-Дубки, Буйнакск-Кизилюрт. На побережье Миатлинского водохранилища отмечаются проявления, в которых аргиллиты минерализованы прожилками гребенчатого гипса и ожелезнены. В проявлениях содержится благородные металлы на уровне содержания их в Талгинских красноцветах.

В налетах чёрного цвета на гальках проявления красноцветов Эрпели-Озень отмечается резкое увеличение Mn – до 20%, кобальта до 1 кг/т, повышенные содержания Mn отмечены в проявлениях вулканогенного материала Белиджи, Дербент. Повышенные содержания элементов Cu – 3 кг/т, Zn – 150 г/т, As – 200 г/т, Ba – 1 кг/т, Ni – 300 г/т, Mn – 10 кг/т, Cr – 80 г/т, отмечены в проявлении пеплового материала Белиджи. Перечисленные проявления

эндогенного материала и красноцветов по увеличению отмеченных элементов-примесей имеют сходство с красноцветами Талги.

Эксперимент и результаты.

Для определения фазового состава и валентного состояния атомов Fe в исследуемых красноцветах был использован метод мёссбаэровской спектроскопии. Мёссбаэровские спектры (МС) снимались на многоканальном спектрометре MS-1104Em в геометрии поглощения в режиме постоянных ускорений. Встроенная в спектрометр программа UnivemMS позволяла с высокой точностью регистрировать и проводить модельную расшифровку сложных спектров. Источником гамма-излучения служил $^{57}\text{Co}(\text{Cr})$ активностью 1.14 ГБк. Калибровка спектрометра проводилась по спектру эталонного поглотителя $\alpha\text{-Fe}$. Применение данного метода для решения указанных выше задач обусловлен тем, что мёссбаэровская спектроскопия, обладая колоссальной чувствительностью к изменению энергии гамма-квантов, позволяет получить микроскопическую (локальную) информацию в сочетании с кооперативными явлениями в конденсированных средах. Состояние мёссбаэровских атомов (ядер) в твёрдых телах определяются природой их окружения – локальной неоднородностью, природой окружающих атомов, кристаллической симметрией, давлением, температурой, магнитными и электрическими полями. А основными источниками физико-химической информации, извлекаемой из мёссбаэровских спектров ядер ^{57}Fe в исследуемых объётах, являются: сверхтонкое эффективное магнитное поле Hn в области расположения ядра; сдвиг «центра тяжести спектра» Is, состоящий из изомерного Is и температурного It составляющих; квадрупольное смещение/расщепление компонент сверхтонкой структуры Qs; ширины линий парциальных спектров G. Значения сверхтонкого магнитного поля позволяют получить информацию об особенностях электрической и магнитной структурах исследуемых образцов. Сдвиг мёссбаэровской линии Is, обусловлен электростатическим взаимодействием ядра с его окружением, что позволяет получать информацию об электронной конфигурации как исследуемого атома, так и атомов его окружения. Квадрупольное расщепление компонент спектра Qs обусловлено электрическим взаимодействием квадрупольного момента ядра с градиентом электрического поля кристалла, зависящего от симметрии окружения. Эти параметры в совокупности дают достаточно полную информацию о физико-химических процессах в таких сложных объектах как осадочные горные породы и минералы.

Горные породы – это сложные по химическому составу, структуре, содержанию минералов и их взаимодействию вещество разного агрегатного состояния, физические свойства которого во многом сформированы и внешними факторами воздействия в течение разных геологических периодов их генезиса. Из магнитных фракций горные породы представлены магнетитом (Fe_3O_4 - ферримагнетик), гематитом (Fe_2O_3 - слабый ферромагнетик.), самородным железом (ферромагнетик) и другими магнитными минералами (гетит, вюстит...). которые обычно имеют размеры порядка микронов и больше. Красноцветы также содержат магнитные минералы магнетит и гематит (табл.2), однако несмотря на ферромагнитную природу этих минералов, макроскопические образцы красноцветов не проявляют магнитные свойства – не реагируют на поле бытового постоянного магнита [2]. Дело в том, что макроскопические частицы магнетика разбиваются на магнитные домены - области с разными направлениями намагниченности, так, чтобы обеспечить энергетически выгодное состояние (рис.5), Для ориентации доменов в одном направлении и возникновения самопроизвольной намагниченности требуются достаточно сильные магнитные поля. Отличная от нуля намагниченность достигается, когда магнитные моменты образца закреплены преимущественно в одном направлении (однодоменность), что энергетически выгодным оказывается для наноразмерных частиц [3]. Наши образцы представляли собой измельчённый в агатовой ступе порошок двух красноцветов из окрестностей с.Талги.

Расшифровка спектров была проведена с требованием минимума χ^2 , которая зависит от качества спектров и достигалась при введении не менее 5-6 секстетов и не менее трёх дублетов в модельную расшифровку огибающей экспериментального спектра. На рис.1 приведены М-спектры ядер ^{57}Fe в образце из красноцвета «Талги 1» при разных температурах.

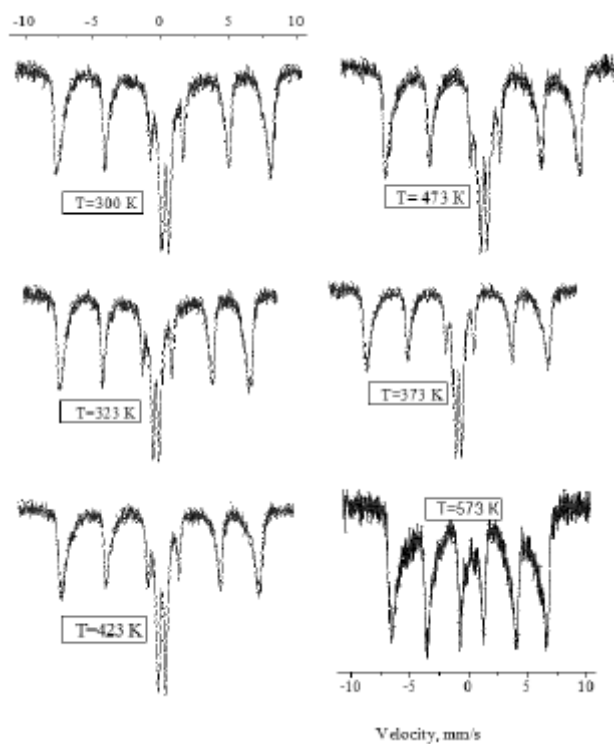


Рис. 1. Мёссбауэровские спектры ядер ^{57}Fe в красноцвете «Талги 1» при разных температурах

Пример модельной расшифровки спектра при $T=423\text{ K}$ приведена на рис.2. На рис. 3. приведены температурные зависимости изомерных сдвигов I_s и квадратурных расщеплений Q_s спектров ядер ^{57}Fe в нём.

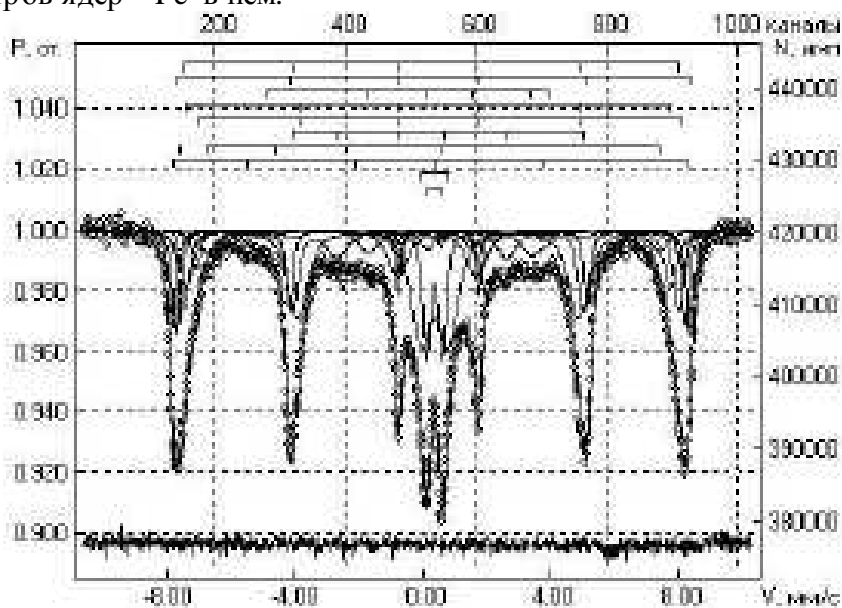


Рис.2. Пример модельной расшифровки М-спектра при $T=473\text{ K}$.

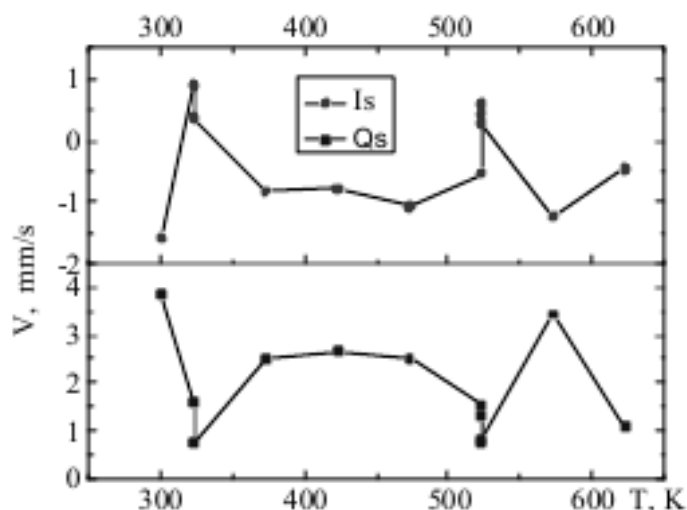


Рис.3. Температурные зависимости максимальных значений Q_s и I_s спектров ядер ^{57}Fe в красноцвете «Талги 1».

Температурная зависимость минимальных и максимальных значений эффективных магнитных полей H_n в области расположения ядер железа приведена на рис. 4.

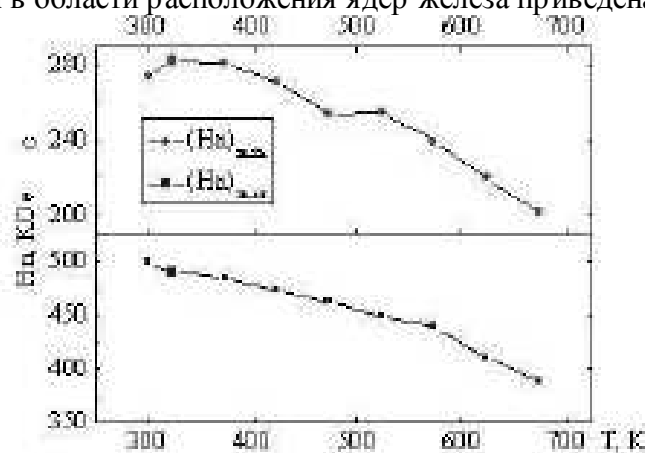


Рис.4. Температурная зависимость минимальных и максимальных значений эффективных магнитных полей на ядрах ^{57}Fe в красноцвете «Талги1».

В таблице 2. приведены данные параметров М-спектров – I_s , Q_s , H_n , G – ширины отдельной компоненты спектра, f – величины эффекта безотдачного поглощения гамма-квантов, S – площади под отдельной линией спектра, χ^2 – остаточный член минимизации функционала, стремящийся к единице при улучшении соответствия экспериментального и расчетного спектров, а в таблице 3 - содержание минералов в красноцвете «Талги 1» в зависимости от температуры.

Таблица 2.

Параметры мёссбауровских спектров ^{57}Fe в образце «Талги 1» при разных температурах

T, K	I_s , mms^{-1}	Q_s , mms^{-1}	H_n , kOe	G , mm^{-1}	f , %	S , %	χ^2
300	1.5957	3.8588	499.90	0.7108	9.620	3.51	1.295
323	0.9081	1.5681	489.17	0.2155	12.560	4.54	1.192
373	0.8255	2.4965	484.97	0.2664	15.073	0.00	1.143
423	1.0834	2.6756	473.57	0.2301	14.272	4.10	1.093
473	1.0840	2.5142	461.97	0.3115	11.211	10.34	1.151
523	0.1676	1.5470	444.30	0.6707	7.197	1.84	1.199
573	0.2734	1.7966	439.03	0.5127	6.874	8.89	1.174
623	0.1470	1.0697	410.80	0.1746	6.395	0.90	1.223

673	0.1977	1.2032	391.30	0.1746	6.031	0.35	1.124
-----	--------	--------	--------	--------	-------	------	-------

Таблица 3.

Содержание фаз в красноцвете «Талги 1» при разных температурах, %

Т. К	FeOОН+FeOnH (гетит)	Fe ₂ O ₃ (гематит)	Fe ₃ O ₄ (магнетит)	α-Fe	FeO (вюстит)
300	35.0 ± 0.6	12.4±0.3	51.4 ± 0.3	0.9±0.9	0.2±0.2
323	28.8 ± 2.2	0.0 ± 0.0	70.7 ± 2.7	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0
373	35.3 ±3.1	0.0 ± 0.0	64.3 ±3.5	0.0 ± 0.0	0.4 ± 0.4
423	39.2 ± 4.8	0.0 ±0.0	60.8 ± 4.9	0.0 ± 0.0	0.0 ±0.0
523	38.7 ± 2.1	0.0 ±0.0	59.4 ± 4.0	0.2 ± 0.2	1.8 ± 1.8
573	60.2 ± 0.8	0.0 ± 0.0	34.3 ± 0.2	1.7 ± 0.4	3.8 ±0.1
623	66.1 ±8.5	0.0 ±0.0	18.6 ± 2.2	11.5 ± 6.9	3.8 ± 0.6
673	83.1 ± 0.3	0.0 ± 0.0	2.5 ± 0.6	11.4 ±1.0	3.0 ± 0.1
723	98.5 ± 1.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.5 ± 1.50	0.0 +/- 0.0

Как видно из рис. 1. мёссбауэровские (гамма-резонансные) спектры ядер ⁵⁷Fe в красноцвете представляют собой комбинации из нескольких зеемановских секстетов и квадрупольных дублетов, говорящих о достаточно сильных магнитных и электрических полях в области расположения ядер железа. С ростом температуры вид спектров (оггибающая экспериментального спектра) постепенно видоизменяется, приближаясь при T=723 К к спектру гетита. Выше 473 К происходит структурный фазовый переход при котором практически все ионы железа из узлов решётки с низкой симметрией окружения перекачиваются в позиции с более высокой симметрией, в результате чего интенсивность квадрупольных дублетов резко уменьшается, интенсивность линий секстетов, соответственно, растёт.

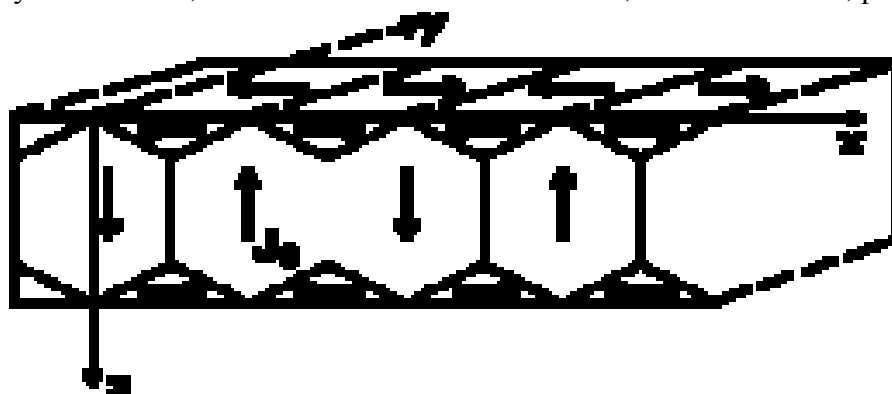


Рис.5. Пример образования доменной структуры ферромагнетика [3].

Из табл.3. видно как с ростом температуры меняется состав минеральных фаз в образце. Так, если состав FeOОН+FeOnH с ростом температуры постепенно растёт, достигая почти 100%, то остальные фазы, по разному изменяясь по объёму, вовсе исчезают, а при 723 К в образце остается только фракция гетита и всего лишь 1.5 % чистого железа.

Максимальные значения Qs и Is спектров ядер ⁵⁷Fe (рис.3.) с ростом температуры изменяются хаотично, но имеют согласованность между собой. По значению изомерных сдвигов они соответствуют валентному состоянию железа Fe³⁺ и Fe²⁺, характерных для магнетита и гематита. Сверхтонкие магнитные поля на ядрах железа монотонно падают с ростом температуры, что согласуется с

Для образца «Талги 2» из другого участка территории наблюдается аналогичная картина поведения указанных выше параметров, с незначительным количественным и качественным расхождением.

Заключение. В горных породах, в том числе и красноцветах вблизи санатория Талги (Республика Дагестан) содержится железо как в чистом виде, так и в составе магнетита, гематита, гетита, и вюстита. Содержание минералов и железа в красноцветах изменяется с температурой так, что к T=723 К в образцах остаётся 98.5 % гетита и 1.5 % альфа-железа.

Электронная конфигурация железа во всём интервале температур остается в состояниях Fe^{3+} и Fe^{2+} .

Литература

1. Алиева Н.Г., Керимов Г.К., Лосева К.Д. Геолого-экономических обзор месторождений неметаллических полезных ископаемых Дагестанской АССР по состоянию на 1.1.1971г. Махачкала, 1972.
2. Трухин В.И., Максимочкин В.И. //Магнетизм горных пород земной коры и особенности эволюции Земли// Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. 2008. № 1.
3. Вонсовский С.В. Магнетизм. Издательство «Наука». М.1971. С. 798

Мустафин С.К.

Башкирский государственный университет

Анализируются материалы по региональным геологическим особенностям россыпной золотоносности территории Южного Урала. Характеризуется состав минерального сырья и генетические типоморфные признаки самородного золота комплексных природных и техногенных россыпей.

Ключевые слова: россыпь, золото, типоморфизм

Materials on theregional geologicalfeatures ofplacer goldin the SouthernUralsare analyzed. The composition ofmineralsand geneticfeatures ofnative goldtypomorphiccomplexnatural and technogenicplacersare characterized.

Keywords: placer, gold, typomorphism

Геолого-геоморфологические особенности развития Уральского региона (провинции) - длительность мезо-кайнозойского континентального этапа, глубокое выветривание коренных пород, широкое выравнивание рельефа - привели к формированию широкого спектра разнообразных возрастных генетических и морфологических типов россыпей.

Наряду с повсеместно развитыми Q россыпями известны месторождения N, P, K, J. Основу сырьевой базы составляют мелкозалегающие россыпи малых и средних долин. По мере их отработки возрастает значение россыпей толщ повышенной мощности (до 50-60 м и более) и техногенных.

На Урале выделяется множество золотоносных зон, изученных с различной степенью детальности, в которых россыпи приурочены к долинам современной и погребенной гидросети (русловые, долинные, террасовые, ложковые, карстовые). В ряде долин проявлена золотоносность, связанная с рыхлыми отложениями мезозойских и третичных депрессий.

Промышленные концентрации золота в депрессиях, как правило, приурочены к горизонталам грубообломочных каолинизированных галечников и песков. MZ-KZ россыпи характеризуются мелким золотом и большим количеством глинистого материала.

Размеры россыпей различны: протяженность - от десятков метров до десятка километров, ширина промышленного контура - до 300-400 м, глубина залегания - до 30 м и более. Самые большие запасы (64,4 %) и добыча (81,9 %) приходятся на Свердловскую область, 20,4 % запасов и 11,4 % добычи - на Челябинскую и 11,1 % запасов - на Пермскую. Запасы и добыча в Оренбургской области и Республике Башкортостан (РБ) невелики.

На территории Южного Урала в пределах РБ известно около 300 россыпей золота. За весь период эксплуатации, составляющий 200 лет из россыпей добыто более 87 т учтённого металла [1].

Промышленные россыпи РБ сосредоточены преимущественно в Авзяно-Белорецком Баймакском, Сибайском и Учалинском рудно-россыпных районах, лишь небольшое количество объектов представлено в Зилаирском.

Различаются россыпи аллювиальные (включая аллювиально-карстовые и озёрно-аллювиальные), делювиальные, элювиальные и переходных типов. Основная часть промышленных запасов металла сосредоточена в аллювиальных россыпях; делювиально-аллювиальные объекты менее продуктивны. Возраст золотоносных отложений неоплейстоценовый NP (QI-QIII), эоплейстоценовый, плиоценовые и миоценовые россыпи развиты слабее.

В морфологическом отношении выделяются: долинные, террасовые и ложковые.

Большинство россыпей восточного склона Башкирского Урала можно являются комплексными по составу минерального сырья, поскольку в них нередко отмечается наличие осмистого иридия в содержаниях до 2-3% относительно содержания самого золота.

В гранулометрическом отношении преобладает золото мелкого (до 0,5 мм) и среднего (0,5-1,0 мм) классов. Россыпи с преобладанием крупного золота немногочисленны;

встречаются самородки весом 400-800 г наиболее крупный из задокументированных – «Ирендыкский медведь» весом 4788 г.

Окатанность россыпного золота различна, встречаются сохранившиеся дендриты, однако чаще преобладает средняя и хорошая.

Слабоокатанное золото нередко в сростках с кварцем обычно приурочено к вершинам ложковых россыпей. Пробы самородного золота различных россыпей региона колеблется от 800 до 960.

В золотоносных аллювиальных отложениях, локализованных в широких разработанных долинах рек Миасс и Урал доля обломков валунно-галечной размерности определяется 20-30%, для отложений объектов расположенных в зоне резко расчленённого рельефа (долина р. Авзян) она намного выше – 40-65%.

Доля обломков гравийно-песчаной размерности колеблется от 20 до 50%, а глинисто-алевритовая составляющей – 20-40% соответственно; в делювиально-аллювиальных россыпях переходящих в аллювиальные доля последней возрастает, достигая 65%.

В целиковых россыпях концентрация золота приплотиковая пластовая. Максимальные содержания металла устанавливаются в струях, сложенных грубообломочным аллювием с глинистым заполнителем. В плане россыпи лентовидные, с шириной промышленного контура до 20-40 м в долинах водотоков I-II порядков, 100-300 м в долинах III-IV порядков.

Протяжённость россыпей колеблется от 1,5 – 2 км до 6-10 км. На участке долины верхнего течения р. Миасс, сближенная группа россыпей объединена в единый дражный полигон.

Мощность продуктивного слоя тяготеющего к тальвегам и палеотальвегам долин не превышает 2-3 м, редко достигая 4-6 м. Глубина залегания россыпи составляет 2-12 м, возрастая в палеоврезах 15-70 м.

Наиболее крупные россыпи перемыты с применением современной высокопроизводительной техники – гидроразмывками и драгами. Однако анализ результатов разведки и эксплуатации россыпей территории показал, что ресурсы россыпного золота РБ далеко не исчерпаны.

Прирост запасов металла возможен на флангах известных месторождений, в межблоковых и бортовых целиках, за счёт недозащищенных плотиков, вскрышных лежалых отвалов старых разрезов, «гловок» гале-эфельных отвалов. В геоморфологическом отношении благоприятными для обнаружения новых россыпей в регионе являются долины с корытообразным поперечным профилем, врезанные в умеренно приподнятые морфоструктуры с грядово-мелкосопочным и столовым рельефом.

Для долин I-IV порядков благоприятным признаком развития россыпной золотоносности является наличие хорошо разработанной лестницы террас – от первой надпойменной позднеплейстоценовой до высоких плиоцен-миоценовых.

Наиболее распространенной примесью самородного золота является Ag, подчинённое значение имеют постоянно присутствующие примеси: Cu, Fe, Pb, Hg, реже встречаются элементы-примеси обусловленные составом руд – As, Sb, Zn, Bi, Te, Se, редкие примеси – Pt, Pd, Os и Ir[2].

В комплексной россыпи Тарлау (бассейн р. Урал) выявлены важные в генетическом отношении агрегаты минеральных фаз: туламинита Pt_2FeCu в сростках с хромпикотитом $(Mg,Fe)Cr_2O_4$; самородного иридия с ферроплатиной (Pt_3Fe) ; самородного иридия с серпентином $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$; рутенистого осмия с форстеритом $Mg_2[SiO_4]$; иридийского осмия с форстеритом; а также отдельных фаз рутенистого иридия и самородного осмия.

Иридомин из россыпи содержит (мас. %): Ru (8,53-9,56), незначительные примеси Cu (0,6) и Fe (0,42). Элементы-примеси в самородном золоте служат надёжными индикаторами состава среды минералообразования. Этот признак сохраняется и в золоте россыпей, что позволяет определить коренной источник металла.

Для ряда россыпных месторождений отмечается весьма существенная, в отдельных случаях до 75% и более, доля весьма мелкого (– 0,25 + 0,1 мм), тонкого (– 0,1 + 0,05 мм) и пылевидного (– 0,05 + 0,01 мм) классов самородного золота от общей массы металла.

Такое золото гидравлическим способом не извлекается и накапливается в эфельных отвалах, формируя техногенные месторождения. Ранее мелкое золото извлекали амальгамацией.

Техногенная амальгама золота установленная в эфельных отвалах россыпи долины р. Авзян. отвечает по составу фазе Au_6Hg_5 (рентгеновская плотность $\rho=16,872 \text{ г/см}^3$). Зёрна самородного золота покрыты техногенной плёнкой состава Au_6Hg_5 , Au_5Hg_8 , обладающей специфической коррозионной структурой поверхности.

Современные центробежные концентраторы и винтовые шлюзы отличаются высокой производительностью при минимальном техногенном воздействии на окружающую среду.

Результаты изучения распределения и форм нахождения золота в минеральном сырье коренных источников питания россыпей различных регионов, указывают на наличие наночастиц, актуальность учёта которых сегодня подтверждается специализированными исследованиями[2].

Оптимизация региональных минерогенических исследований рудно-россыпных районов Южного Урала и отдельных объектов, включая разнотипные комплексные по составу минерального сырья современные россыпи сегодня требует сочетания возможностей ГИС- и нанотехнологий.

Литература

1. Казаков П.В., Салихов Д.Н. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (россыпное золото). Часть 2. – Уфа: Гилем, 2006. – 288 с.
2. Мустафин С.К. Комплексные россыпи Южного Урала: геология месторождений и типоморфизм самородного золота. В сб.: «Россыпи и месторождения кор выветривания : изучение, освоение и экология». Мат-лы XV международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. Пермь: ПГНИУ, 2015. – С. 163-165.

СЕЙСМОГРАВИТАЦИОННЫЕ МОРФОСТРУКТУРЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА И ЧЕРНОМОРСКОЙ ВПАДИНЫ

Попков В.И.¹, Крицкая О.Ю.¹, Остапенко А.А.¹, Дементьева И.Е.¹, Быхалова О.Н.²

¹Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

² Государственный природный заповедник «Утриш», г. Анапа, Россия

Рассмотрены сейсмогравитационные деформации Черноморского побережья Кавказа. Показано, что на протяжении от п. Сукко до м. Мысхако южный склон Северо-Западного Кавказа претерпел тотальную сеймотектоническую переработку. Проведенные полевые исследования, а также дешифрирование космических снимков позволили составить детальную карту сейсмогравитационных деформаций южного склона Северо-Западного Кавказа, существенно уточнить их морфометрические параметры, изучить характер слагающих данные образования отложений, а также провести типизацию структур и наметить последовательность их образования.

Ключевые слова: сеймотектоника, сейсмогравитационные деформации, оползни, морфоструктуры.

Seismogravitational strain considered the Black Sea coast. It is shown that for n on. Succo to m. Myskhako southern slope of the North-West Caucasus has undergone total seismotectonic processing. Field studies and interpretation of satellite images allowed for a detailed map of the southern slope deformations seismogravitational Northwest Caucasus, have updated the morphometric parameters, examine the nature of the data making up the deposits, as well as spend typing patterns and outline the sequence of their formation.

Keywords: seismotectonics, seismogravitational strain, landslides, morphological structure.

Зона сочленения Черноморской впадины и складчато-орогенных сооружений Северо-Западного Кавказа характеризуется высокой современной геодинамической активностью, обусловленной процессами псевдосубдукции, что привело не только к формированию кайнозойской аккреционной призмы в Туапсинском краевом прогибе [1, 5], но и обусловило ее сейсмичность. Одним из наиболее активных участков является побережье между городами Анапа и Новороссийск. Здесь же сосредоточены уникальные для южного склона Кавказа крупные обвально-оползневые структуры, которые по ряду характерных признаков можно отнести к сейсмогравитационным деформациям.

Несмотря на масштабность этого явления, изучены деформации недостаточно. Нет единства среди исследователей во взглядах не только о количестве деформаций, их границах, но и о генезисе и условиях образования. При этом диапазон мнений достаточно широк: одни авторы считают их сеймотектоническими, другие – сугубо гравитационными [2-4, 6, 9]. Проведенные нами исследования позволили существенно уточнить их морфометрические параметры, изучить характер слагающих данные образования отложений, а также провести типизацию структур и наметить последовательность их образования [6-9]. Основные результаты следующие.

Установлено, что южный склон Северо-Западного Кавказа на участке Черноморского побережья между устьем р. Сукко и м. Мысхако подвергся тотальной сеймотектонической переработке, практически не оставившей здесь «живого места». Общая площадь территории, на которой образовались оползни в исследуемом районе, составила величину около 110–120 км². На данном участке побережья протяженностью 35 км расположено более десяти крупных сейсмогравитационных форм.

Выделены следующие основные типы сейсмогравитационных деформаций, определяющих морфоструктурный облик описываемой территории:

- сложнопоstrоенные сейсмически возбужденные гравитационные потоки полностью дезинтегрированных коренных горных пород (по механизму движения ближе к обвалам);
- консеквентно-детрузивные оползни с большой энергией (смешанный механизм обваливания и оползания);

- типичные консеквентные оползни скольжения, имеющие блоковое строение, как правило, развитые на периферии крупных сейсмогравитационных деформаций.

Все крупные сейсмогравитационные деформации относятся к первым двум типам.

Сейсмогравитационные потоки сложены песчано-глинисто-щебенистым материалом, представляющим собой своеобразный матрикс, в который включены совершенно не окатанные обломки и глыбы песчаника и алевролита, а также блоки коренных пород, сохранивших свою исходную слоистую структуру. Размеры последних колеблются от первых до нескольких десятков метров. Языки оползневых тел, подходящих к береговой линии, легко разрушаются волнами, тонкообломочный материал уносится в море, а на пляже остаются остроугольные глыбы.

Для обвально-оползневых тел характерен типичный для таких образований бугристый рельеф, отчетливо читающийся на космоснимках. Хорошо индицирует эти структуры и эрозионная сеть. Более древние и проработанные эрозионные долины коренных склонов резко срезаются границами отрыва и в пределах оползневых тел они отсутствуют. Здесь может иметь место своя сеть небольших слабо выраженных более молодых временных водотоков.

Выделяется три и наиболее крупных сейсмогравитационных потока: Утришский, Малый Утришский и заключенный между ними Лагунный (рис.1).



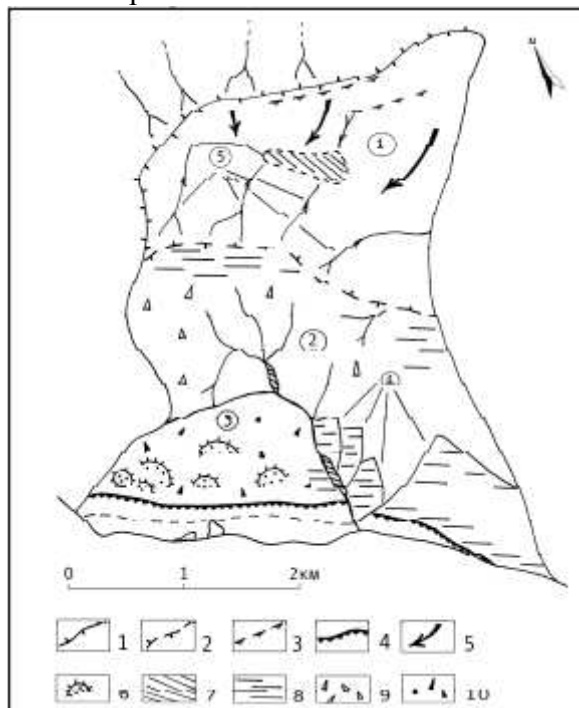
Рис. 1. Крупнейшие сейсмогравитационные формы района исследований. Оползни: Большого Утриша (1), Лагунный (2), Малого Утриша (3)

Значительная часть оползневых тел располагается в море, формируя крупные веерообразно-мозаичные подводные формы рельефа на продолжении обоих Утришских мысов, прослеживающиеся до глубины 50 м. Амплитуда высот у всех обвально-оползневых структур примерно одинаковая – около 500 м (включая подводную часть).

Морфологические особенности могут быть рассмотрены на примере наиболее типичных для данной территории сейсмогравитационных форм.

Лагунный оползень (рис. 2) приурочен к участку берега с так называемыми лагунами – сухими или занятыми водой понижениями, отделенными от моря береговыми баррами. В движение была вовлечена вся южная часть склона, начиная с Навагирского хребта. В результате длина только сухопутной части оползня составляет 4,5 км, а вместе с подводной

частью – около 6 км. В верхней водораздельной части произошло смещение горных вершин и фрагментов склонов хребтов.



1 – современный водораздел хр. Навагир; 2 – водораздел, сместившийся в результате сейсмических событий; 3 – зоны отрыва и скольжения верхней части хр. Навагир; 4 – уступ фронтальной части оползня, приуроченный к предположительному сейсмогенному разрыву; 5 – направления движения сейсмогравитационной структуры; 6 – сейсмогравитационные отторженцы; 7 – дно котловин, образовавшихся в результате сейсмогравитационных смещений; 8 – участки слабо нарушенного залегания коренных пород; 9 – породы средней степени дезинтеграции; 10 – максимально дезинтегрированные породы. Цифры в кружочках – различные морфоструктуры, описание см. в тексте.

Рис. 2. Схема основных морфологических элементов сейсмогравитационной структуры Лагунной.

Смещение горных масс при происходило по пологим поверхностям, обычно совпадающим с плоскостями напластования флишевой толщи под воздействием горизонтальных составляющих сил сейсмических толчков (углы падения породот 5° до 16°). Линия отрыва данной структуры на водораздельной части хр. Навагир выражена в виде вытянутого рва с плоским дном и относительно пологим склоном, который протягивается на расстояние около 300-400 м, а затем постепенно сглаживается (участок № 1 на рис. 2).

Пологий склон постепенно переходит в замкнутую котловину, образовавшуюся из-за отрыва и смещения русел водотоков и перекрытия стока оползневыми массами. Представляет собой заболоченный участок размером примерно 700 на 500 м, иногда заполняемый водой. Расстояние ее от линии отрыва (рва) около 500 м.

Далее следует слабо участок со слабо нарушенным залеганием пород, к которому приурочены смещенные с северного склона хр. Навагир фрагменты русел водотоков на расстоянии от 100 до 700 м (с разворотом бывшей водораздельной части хребта по часовой стрелке). В настоящее время эти долины разгружаются в котловину Сухого Лимана (на рис. 2 смещенные долины обозначены № 5). Сами долины хорошо проработаны, в днищах обнажаются коренные породы. Протяженность этого участка около 1200 м. Здесь практически полностью сохранился дооползневой рельеф, а горные породы при смещении еще не испытывали значительных разрушений и деформаций.

Ниже по склону отмечается типичная оползневая часть сейсмогравитационной структуры (участок № 2 на рис. 2). Здесь преобладает бугристый рельеф, отмечаются фрагменты значительно переработанной до оползневой русловой сети, сохранившейся в виде отдельных «слепых» участков долин. Современная эрозионная сеть здесь развита сла-

бо.

Горные породы здесь присутствуют как в виде дезинтегрированных масс, так и отдельных блоков со слабо нарушенным залеганием. Подобные блоки иногда перегораживают долины и приводят к образованию полузамкнутых котловин. Две такие котловины были обнаружены в Базовой щели. Дно их плоское, долина на таких участках расширяется до 25 – 35 м. В целом рельеф этого участка бугристый, склон по сравнению с предыдущим участком более пологий. Отдельных хорошо выраженных отторженцев нет. Протяженность этого участка также около 1200 м.

Еще ниже оползень переходит в обвал, что приводит к полной дезинтеграции горных пород. Строение этого участка наиболее сложное (№ 3 на рис. 2). Кроме сплошной массы дезинтегрированных горных пород, которые образуют здесь хорошо выраженные языки, отмечаются в значительном количестве отторженцы со слабо нарушенным залеганием коренных пород. Между отторженцами, оползневыми языками и террасами, сложенными коллювиальными отложениями, располагаются небольшие замкнутые и полузамкнутые понижения. Длина этого участка около 1000 м. Фронтальная его часть, расположенная за лагунами на расстоянии 200–300 м от современной береговой линии, представлена крутым достаточно прямолинейным склоном высотой около 80–90 м.

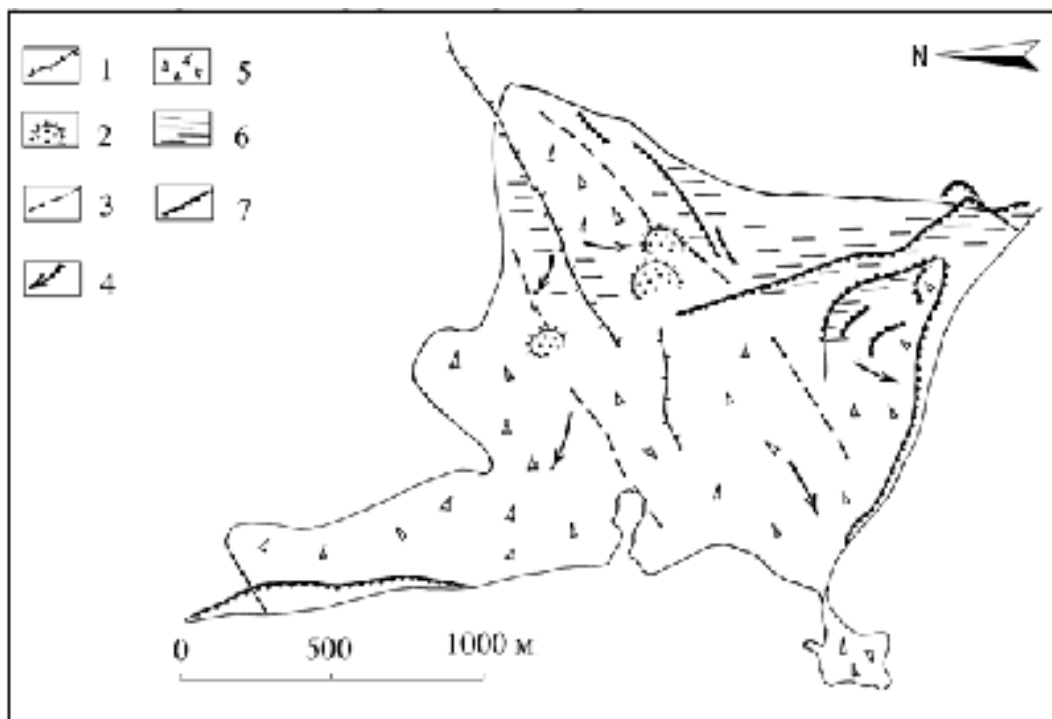
За фронтальным уступом, который, судя по всему, связан с сейсмогенным разломом, следует пологая ступень, протягивающаяся до берега моря на расстояние в 250–300 м. В пределах нее формы рельефа сглажены, выровнены, прикрыты чехлом вторичных рыхлых отложений. Достаточно длительное развитие этого участка подтверждается образованием береговых баров и замкнутых лагун. Материалом для формирования баров служили многочисленные коллювиальные отложения, сброшенные в море при образовании оползня и обвала.

Сейсмогравитационная структура Большого Утриша (рис. 3) находится к северо-западу от Лагунной дислокации. Ее размеры: длина (включая подводную часть) – 3,3 км, ширина – 3,1 км. Подводная граница расположена в 1,3–1,7 км от берега. Морфология этого образования отличается от предыдущей сейсмогравитационной структуры, хотя механизм возникновения и генезис остается прежним.

Сейсмогравитационное смещение склонов здесь происходило по обе стороны от водораздела. Эти смещения отчетливо индицируются на местности вытянутыми понижениями, расположенными перпендикулярно современной береговой линии. В средней части отмечается один хорошо выраженный отторженец. Заканчивается данное понижение у Змеиного озера. Граница его располагается на расстоянии около 500 м от водораздельной линии.

К югу от водораздела отмечается более выраженное в рельефе понижение – Кабанья щель. Это вытянутая вдоль водораздельного хребта котловина с почти плоским дном и бугристым рельефом. Правый борт ее более пологий, левый (противоположный водоразделу) более крутой. В верхней части отмечается вытянутый параллельно склону разрыв, выраженный в рельефе в виде рва. Граница этого понижения располагается также на расстоянии около 500 м от водораздела.

Данная котловина продолжается до самой береговой линии, выходя к ней на расстоянии около 300 м к юго-востоку от м. Утриш. При полевом обследовании котловины был полностью подтвержден ее не эрозионный генезис, так как в ней абсолютно отсутствуют следы эрозионной проработки рельефа.



1 – современный и смещенный водораздел; 2 – сейсмогравитационные отторженцы; 3 – тальвеги оползневых котловин, образовавшихся в результате скольжения и растяжения приводораздельных участков; 4 – направления движения сейсмогравитационной структуры; 5 – дезинтегрированные породы; 6 – участки слабо нарушенного залегания коренных пород; 7 – крутые уступы и обрывы, образовавшиеся в результате сейсмических событий.

Рис. 3 – Схема основных морфологических элементов сейсмогравитационной структуры Большого Утриша.

Примерно посередине, на расстоянии около 900 м от верхней границы оползня, располагается поперечная стенка отрыва высотой около 100–150 м (включая нижнюю коллювиальную часть склона), пересекающая данную структуру и образовавшаяся на более позднем этапе его развития в результате вновь возникших сейсмических толчков. Выше этой стенки отмечается два хорошо выраженных отторженца с сохранившейся структурой пород. Они располагаются симметрично подобному отторженцу в северном понижении оползня на расстоянии около 500 м от него.

В верхней части уступа, пересекающего оползень, видно почти ненарушенное горизонтальное залегание пород палеогенового флиша, перекрытого сильно дезинтегрированной и раздробленной толщей, обрушившейся сверху. В «оторванной» части породы также интенсивно раздроблены. Здесь отмечается чередование блоков коренных пород с падением пластов в сторону моря и типичного для данной территории оползневой коллювии. Уступ далее выходит к береговой линии и образует высокие обрывы блокового строения, оканчивающиеся около 200 м к северо-западу от Водопадной щели. Нижняя часть оползня Большого Утриша, так же как и у Лагунного оползня, имеет достаточно пологий склон и бугристый рельеф. Она имеет протяженность около 700 м.

Сложен оползень полностью дезинтегрированным материалом (за исключением небольшого участка в районе тектонического уступа) преимущественно щебнисто-глыбового состава с примесью песка и глины. Фронтальная часть оползня подвергается интенсивной абразии. Здесь очень активны также обвальные и осыпные процессы.

Между этими интенсивно переработанными участками склона Северо-Западного Кавказа располагаются относительно слабо нарушенные блоки с иной морфоструктурой. Склоны гор и слагающие их флишевые отложения палеогена, хотя и подверглись серьезной сейсмической переработке, но это не привело к таким масштабным разрушениям коренных пород, как в вышеописанных деформациях. В результате здесь широко представлены деформации в виде отседания склонов гор с образованием обратных поверхностных накло-

нов, обвальные, оползне-обвальные, оползневые смещения, каменные осыпи. В береговых склонах и обрывах можно наблюдать небольшие подвисшие скальные оползни соскальзывания.

Строение оползших блоков, сложенных палеогеновым флишем, можно наблюдать в отвесных береговых обрывах. Залегание пород здесь практически не отличается от обычного и если не знать, что мы имеем дело с крупным оползневым блоком, можно принять за коренное. Характерной особенностью является высокая трещиноватость пород. Трещины молодые, близвертикальные, расположенные вдоль азимута смещения блока. Часто по ним происходит выкальвание пород в обрыве с образованием небольших ниш. Вдоль обрывов развиты осыпи и обвалы, в том числе совсем свежие. Размеры глыб могут достигать первых метров. Пляж на таких участках сложен крупной галькой и валунами. В береговых обнажениях виден контакт таких блоков с оползнями первого типа. Контакт резкий без видимых переходов.

К сеймотектоническим дислокациям помимо сейсмогенных уступов можно отнести также сейсмоотторженцы горных вершин и фрагментов склонов хребтов. Смещение горных масс при их образовании происходило по пологим поверхностям, обычно совпадающим с плоскостями напластования флишевой толщи под воздействием горизонтальных составляющих сил сейсмических толчков. Присутствие латеральных тектонических подвижек подтверждается наличием внутрипластовых субгоризонтальных зеркал скольжения. Подобным образом, скорее всего, смещены макушки крупных вершин хребта Навагир между р. Сукко и оз. Абрау. Наиболее отчетливо такие структуры выделяются в верхней части оползня Малого Утриша и в районе котловины Сухого Лимана. В результате таких смещений могут формироваться подпрудные котловины горных озер, например, Сухого Лимана, Абрау. Сорванные вершины хорошо дешифрируются на космоснимках по смещенным и «перевернутым» фрагментам речной и овражной сети.

Изучение прибрежных батиметрических карт показало, что значительная часть оползневых тел продолжается в море, образуя крупные формы рельефа, прослеживающиеся до глубины 50 м (см. рис. 1). Все они располагаются в пределах шельфа, ширина которого в исследуемом районе изменяется от 11 км в северо-западной части до 5 км в юго-восточной и ограничивается изобатой 100 м.

Наиболее отчетливо выделяются в рельефе дна подводные продолжения сейсмогравитационных образований Большого и Малого Утриша. Они представляют собой веерообразно-мозаичные подводные формы рельефа, состоящие из хаотичного нагромождения глыб сейсмогравитационных отложений. По форме они достаточно симметричны относительно направления движения оползня.

В то же время подводная часть Лагунного оползня более сглажена и слабо расчленена, в отличие от оползней Большого и Малого Утриша. Также здесь наблюдается отчетливая ступень на глубине около 9 м, а затем 19 м.

Аналогичные черты имеют и подводные продолжения других крупных сейсмогравитационных структур, расположенных к юго-востоку изучаемого участка побережья. Причем часть из них еще более сглажена и переработана морем, несмотря на то, что на суше морфологические признаки этих оползней выражены отчетливо.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о неоднократном проявлении сейсмических событий в исследуемом регионе. Выявленные нами случаи перекрытия оползневых телами четвертичных террас говорят об очень молодом возрасте последних сейсмических событий.

Масштабы изменения ландшафта указывают на их высокий энергетический класс и вероятное нахождение эпицентров землетрясений в пределах или непосредственной близости от рассмотренной территории. В пользу этого свидетельствуют размеры и плотность сейсмогравитационных деформаций, сорванные горные вершины и смещения склонов, развитие таких структур, как сейсмогравитационные потоки протяженностью в несколько километров, в том числе частично выброшенные в море. Мощности слагающих их дезинтегрированных толщ составляет десятки метров. Учитывая столь высокую степень разрушения исходных палеогеновых флишевых пород, необходимо признать проявление здесь вы-

сокоэнергетических (катастрофических) тектонических событий, возможно неоднократных, приведших к существенному изменению ландшафта земной поверхности.

Литература

1. *Исмагилов Д.Ф., Козлов В.Н., Попков В.И., Терехов А.А.* Геологическое строение Керченско-Таманского шельфа. Ставрополь: СевКавГТУ, 2002. 75 с.
2. *Несмеянов С.А., Шмидт Г.А., Щеглов А.П.* Морфоструктурное положение сейсмодислокаций южного склона Западного Кавказа // Геоморфология. 1987. №3. С. 74-78.
3. *Островский А.Б.* Палеосеймотектонические дислокации на Черноморском побережье Северо-Западного Кавказа в связи с оценкой современной сейсмичности этой территории // Комплексные исследования Черноморской впадины. М.: Наука, 1970. С. 46-58.
4. *Палеосейсмогеология Большого Кавказа* / Под ред. В.П. Солоненко, В.С. Хромовских. М.: Наука, 1979. 187 с.
5. *Попков В.И.* Структурная геология зоны сочленения Черноморской впадины и Кавказа // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсах АН РБ. 2010. №15. С. 21-28.
6. *Попков В.И., Крицкая О.Ю., Остапенко А.А., Дементьева И.Е., Быхалова О.Н.* Сейсмогравитационные деформации южного склона Северо-Западного Кавказа // Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: общие и региональные аспекты. Материалы XLVII Тектонического совещания. Том 2. М.: ГЕОС, 2015. С. 44-49.
7. *Попков В.И., Крицкая О.Ю., Остапенко А.А., Дементьева И.Е., Быхалова О.Н.* Генезис обвально-оползневых структур п-ова Абрау (Северо-Западный Кавказ) // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсах АН РБ. 2015. № 21. С. 107-112.
8. *Попков В.И., Крицкая О.Ю., Остапенко А.А., Быхалова О.Н.* Результаты изучения палеосеймотектонических деформаций и оползневых процессов на территории государственного природного заповедника «Утриш» (Северо-Западный Кавказ) // Геология, география и глобальная энергия. 2015. № 4(59). С47-58.
9. *Попков В.И., Крицкая О.Ю., Остапенко А.А., Дементьева И.Е., Быхалова О.Н.* Сейсмогенные морфоструктуры южного склона Северо-Западного Кавказа // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2015, №3. С. 72-78.

Васьков И.М.

СК ГМИ (ГТУ), г. Владикавказ.

Аннотация. На базе определенных ранее особенностей генезиса катастрофических обвалов, их энергетических составляющих зарождения и развития определена типология взаимосвязанного ряда гравитационных процессов. В зависимости от объемов горных пород, величины энергетических составляющих и времени протекания процессов предложено разделение опасных геологических процессов на 5 классов.

Ключевые слова: катастрофические обвалы, оползни, энергия потенциальная, энергия кинетическая, энергия внутреннего геодинамического напряжения, гравитационные процессы, типы движений.

Процесс постоянного разрушения горных сооружений реализуется в различных видах и формах, которые носят общее название гравитационные процессы. Среди которых выделяются: - обвалы и осыпи; - оползни-обвалы и просто оползни; - сели от высокоплотных гляциальных до наносоводных, а также различные виды водной эрозии. Такая классификация основана на двух положениях: типе механизма перемещения деструктивных масс горных пород и доли участия воды на разных стадиях процесса. Зарождение процесса связывается либо с природным или антропогенным импульсом механического воздействия на геологическую среду, либо с резким изменением её (геологической среды) физико-механических свойств. При этом во всех случаях принимается, что гравитационные процессы зарождаются и развиваются на субстрате горных пород в той или иной степени изменённых (разрушенных) процессами выветривания.

В процессе своего развития гравитационные процессы часто оказывают весьма негативное воздействие на окружающую среду и техногенную инфраструктуру, не редко приводят и к гибели людей, что привело к выделению группы опасных геологических процессов, или ОГП. Изучению ОГП уделялось и уделяется большое внимание исследователей различных научных направлений, в результате чего разработаны и «внутривидовые» классификации рассматриваемых процессов, в т.ч. и обвалов.

В специальной справочной литературе представлены расширенные толкования термина обвал, как процесса.

«Обвал, как и осыпь, относится к гравитационным движениям (перемещениям) *без участия воды*, происходящим на крутом склоне (угол больше угла естественного откоса), вследствие потери сцепления (в результате выветривания) или потери временной опоры (выветривание, эрозия и абразия у основания склона). Крупные блоки пород обрушаются внезапно, это большей частью вызывается сейсмическим толчком» [3].

Для оценки обвалов используют объем обрушившихся горных пород, а именно: обвалы подразделяются на: очень малые – менее 5 м^3 ; малые – $5-50 \text{ м}^3$; средние – $50-1000 \text{ м}^3$; крупные – более 1000 м^3 . При этом в градацию «крупные обвалы» попадают и известные события с объёмами до десятков миллиардов кубических метров (таблица 1). Характерно, что большая их часть называется катастрофическими оползнями, так как их поверхности смещения имеют наклоны значительно меньше углов естественных откосов обвальнo-осыпных отложений. А дальность распространения, движущихся с очень большой скоростью (до 100 и более м/сек.) масс превышает высоту падения не менее чем в 3, а с участием льда - в десятки раз (Уаскаран, Гизельдон, Геналдон, табл. 1). По мнению Хейма [16] при больших катастрофических оползнях коэффициент трения прогрессивно снижается по мере возрастания объёма оползневого тела, если придерживаться простой модели трения. Впоследствии *Scheller* [18] предположил, что скорость оползня увеличивается с ростом его объёма и тогда коэффициент должен уменьшаться при увеличении скорости скольжения. Однако *Scheidegger* [17] на основе анализа опубликованных данных по 33 катастрофическим оползням пришёл к выводу, что никакой корреляции между объёмами оползней, изменяющимися от $3 \times 10^4 \text{ м}^3$ до $2 \times 10^{10} \text{ м}^3$, и скоростями смещения не существует. Ранее *Heim* [16] отметил, что скорость зависит от формы траектории оползня, т.е. от энер-

гии оползня в каждой точке его пути в соответствии с моделью трения. Позже Шейдеггер [15] выдвинул и обосновал предположение о наличии корреляции между объёмом оползня и коэффициентом трения и построил график с двойной логарифмической шкалой, который имел форму прямой линии. Из графика следовало, что уменьшение коэффициента трения от увеличения объёма оползня становится заметным при приближении последнего к значениям $n \times 10^{5-6} \text{ м}^3$. Но далее он, же пишет: «Феноменологическая зависимость между коэффициентом трения и его объёмом не проливает свет на механизм уменьшения трения. Почему оно происходит, остаётся пока загадкой»

Таблица 1.

Параметрические характеристики изученных обвалов

№№ п/п.	Объект его положение	Породы состав	Объём, $n10^6 \text{ м}^3$	Масса, $n10^6 \text{ кг}$	Скорость бвала при падении, м/сек.	Высота падения, м	Путь отторгнутого блока. Горизонтальный/Дальность выброса обвальных масс, м	Кинетическая энергия, Дж.		Примечания	Источник
								Общая/ E_{II}/E_K	Удельная Дж/Лм^3		
1	Саймерре Загрос, Иран	известняки	200000 (Э)	$5,2 \times 10^{13}$ (P)	н/д	1500 (Э)	/16000 (Э)	н/д	н/д	Возраст 2000 лет (Э),	Хромовский [1984]
2	Флимз Альпы, Швейцария	известняк	120000 (Э)	$3,1 \times 10^{13}$ (P)	н/д	800 (P)	/6000 (P)	н/д	н/д	≈12000 лет (Э)	Хромовский [1984]
3	Команский, Заалайский хр., Памир	Диорит, Песчаник, Конгломерат	4500 (P)	$1,35 \times 10^{13}$ (P)	н/д	3500 (Э)	/30000 (Э)	н/д	н/д	-	Хромовский [1984]
4	**Усойский Памир, Таджикистан	Песчаники, алевролиты	22000 (P)	$3,8 \times 10^{12}$ (P)	310 (P)	2000 (P)	5100/5100 (P)	$1,7 \times 10^{17}/1,1 \times 10^{17}$ (P)	$0,4 \times 10^5$ (P)	18.02. 1911г	Васьков [2015]
5	Мантаро Анды, Перу	Песчаник, сланцы	1300 (Э)	$3,5 \times 10^{13}$ (P)	н/д	>1500 (Э)	/8000 (Э)	$1 \times 10^{17}/4,4 \times 10^{15}$	$3,4 \times 10^6$ (P)	25.04. 1974	Хромовский [1984]
6	Яшилькуль Памир, Таджикистан	ранито-гнейсы	1000 (Э)	2×10^{13} (P)	н/д	500 (Э)	/4500 (Э)	н/д	н/д	800 лет	Хромовский [1984]
7	Вайонт Альпы, Италия	Известняки глины	360 (Э)	936 (P)	н/д	≈350 (Э)	н/д	н/д	н/д	9.10. 1963	Хромовский [1984]
8	**Кариухох Кавказ, С.Осетия	Известняки доломиты	350 (P)	$9,1 \times 10^{11}$ (P)	242,5 (P)	1300 (P)	6000 (P)	15×10^{16} (P)	$1,5 \times 10^5$ (P)	Около 10000 лет (Э)	Васьков [2014 ²]
9	Ачикташский, Памир, Таджикистан	Песчаники, Конгломераты	350 (Э)	7×10^{11} (Э)	н/д	1200 (Э)	20000 (Э)	н/д	н/д	н/д	Хромовский [1984]
10	**Пурт Каваказ, С.Осетия	Известняки доломиты	240 (P)	$4,8 \times 10^{11}$ (P)	н/д	300 (Э)	1100 (P)	н/д	н/д	Около 8000 лет (Э)	Васьков [2010 ²]
11	**Геналдон Каваказ, С.Осетия	Вулканиды лед	60 (P)	$1,05 \times 10^{11}$ (P)	185,3 (P)	800 (P)	1100/34800 (P)	$0,8 \times 10^{16}/0,63 \times 10^{13}$ (P)	1×10^5 (P)	20.09. 2002г.	Васьков [2004 ²]
12	**Уаскаран Кордильера Бланка, Перу	граноди-ориты	>50 (Э)	$1,35 \times 10^{11}$ (P)	125 (Э)	1200 (P)	1500/15000 (P)	$0,2 \times 10^{17}/0,21 \times 10^{16}$ (P)	$0,2 \times 10^9$ (P)	31.05. 1970г	Виноградов [2008] Васьков гл. 4
13	Гро-Вентр, Скалистые горы США,	песчаники	48	$1,3 \times 10^{11}$ (P)	0,8-30 (Э)	660	2500	н/д	н/д	23.06. 1925г.	Хромовский [1984]
14	Гольдау, Альпы, Швейцария	Плотные конгломераты	35-40 (Э)	$1,1 \times 10^8$ (P)	н/д	1500	4900	н/д	н/д	02.09. 1806г.	Хромовский [1984]
15	Шерман, Аляска	Песчаники, аргиллиты	25 (Э)	$0,67 \times 10^8$ (P)	н/д	600	6000	н/д	н/д	27.03. 1964г.	Хромовский [1984]
16	Мадисон Скалистые горы, США	Гнейсы, кристалл. сланцы	22,4	$0,6 \times 10^8$ (P)	средняя 45 (Э)	300-450 (Э)	/1600 (Э)	н/д	н/д	17.08. 1959г.	Хромовский [1984]
17	**Бугульта, Кавказ,	вулканиды	14,2 (P)	$0,4 \times 10^8$ (P)	н/д	700 (P)	1200/4100 (P)	$0,1 \times 10^{11}/0,4 \times 10^{10}$	$0,98 \times 10^2$ (P)	Около 10000	Васьков [2011 ⁵]

	С. Осетия									лет	
18	Эльм, Альпы, Швейцария	сланцы	11,6	$0,3 \times 10^8$ (Р)	80-240 (Э)	450	/2400	$/0,5 \times 10^{10}$ (Р)	$0,16 \times 10^3$ (Р)	11.09. 1881г.	Хромовский [1984]

Условные: ** - эталонный объект; н/д – нет данных; оценки: Р – замеры или расчёт; Э – экспертные.

Одним из явных элементов загадки «механизма уменьшения трения» является подмена понятий. Так, как в языках народов, населяющих горные территории, так и в русском языке чётко разделяются понятия:

Обвал – падение тела/тел практически без сопротивления окружающей среды (воздуха), в нашем случае блоков и крупных кусков любых горных пород.

Оползень – медленное перемещение в целом единого геологического тела по некой поверхности с преодолением сопротивления трения скольжения.

В иностранной, в основном англоязычной, литературе в настоящее время применяется исключительно термин «*landslide*», т.е. *скольжение по земле* в буквальном переводе. *Landslide* – оползень, обвал [2], обвал, береговой обвал, оползень [1]). Термин *collaps* (обвал, обрушение [1]) сейчас имеет значение схлопывание, сокращение, взаимоуничтожение/поглощение.

Другой элементной составляющей, не учтенной при прошлых исследованиях, является то, что вне поля зрения оставались данные о формах движения масс (поступательное или вращательное, скольжение деструктивных масс единым телом по поверхности – крип). Связь обвалов больших объёмов и горных ударов, морфология и состав коррелятивных отложений и т.д.

Выявление генетической сущности катастрофических обвалов и их энергетических параметров стало возможным в начале XXI века. В результате детального и всестороннего изучения Геналдонской 2002 года [4] и Уаскаранской 1970 [7] года катастроф, Усойского обвала 1911 г. [13], древнего Кариухоского обвала [12] и комплексного анализа имеющейся информации по другим аналогичным объектам (таблица 1) были выявлены генезис и источники энергии формирования и развития высокоскоростных обвальных процессов больших ($> \text{нх} 10^{6-7} \text{ м}^3$) объёмов.

На основе интегрированного анализа как прежних, так и современных данных логически выстраивается взаимосвязанный ряд гравитационных процессов соответствующих трансформациям различных типов потенциальной энергии: гравитационной энергии поднятого тела – $E_{\text{П}}$ и энергии внутреннего геодинамического напряжения - $E_{\text{ГД}}$ в энергию движения – кинетическую - $E_{\text{К}}$. Не редко наблюдается переход типов движения друг в друга при реализации одного катастрофического события, а именно:

А) для случаев, произошедших в пределах горно-нивальнoй зоны.

обвал блока горных пород на лед → зона транзита блока над поверхностью рельефа → область импактного воздействия на лёд → зона транзита лавинообразного потока → гляциально-коллювиальные коррелятивные отложения ЛОП → зона транзита гляциального селевого потока → коррелятивные гляциально-коллювиальные отложения при распаде селевого потока.

Такое явление наиболее хорошо изучено на примерах Геналдонской 2002 г. и Уаскаранской 1970 г. катастроф [7], древнего ледово-каменного обвала по р. Гизельдон [5].

Б) для катастрофических обрушений массивных горных пород безо льда.

Отторжение и обрушение блока горных пород → зона транзита блока над поверхностью рельефа → область контакта со склоном или днищем долины → дробление обвального тела и образование коррелятивных коллювиальных отложений, не редко в виде завальных плотин.

Примерами таких событий являются обвалы Кариухох, Бугульта [9], Эльм, Усойский [13], Пурт [6].

Параметрические характеристики событий типов **А** и **Б** приведены в таблице 1.

Этапы происхождения и развития процессов типов **А** и **Б** слиты в один акт, внутри которого непрерывно сменяют друг друга в течении короткого (первые десятки минут)

времени типы движения и отложения перемещённых масс горных пород, что связано с импульсным выделением потенциальной энергии из двух источников ($E_{II} + E_{ГД}$) интенсивность до $n \times 10^{17}$ Дж и более.

Выделенные два типа процессов объединяют общность генезиса и механизма зарождения и развития, а именно:

- накопление потенциальной энергии двух типов (E_{II}) и ($E_{ГД}$) при горообразовании;
- началом процесса является акт преобразования потенциальной энергии (E_{II}) и энергии остаточного геодинамического напряжения ($E_{ГД}$) в кинетическую энергию ($E_{К}$);
- большой ($> n \times 10^{6-7} \text{ м}^3$) объём отторгнутого (обрушившегося) блока горных пород;
- отрыв «по целику» отторгнутого блока крепких пород от массива;
- выделение в момент отрыва тонко дисперсной массы – «бешенной муки»;
- начальное перемещение оторванных блоков над поверхностью рельефа;
- изначально высокие скорости движения обвальных масс, до первых сотен м/сек, что обусловлено большими величинами энергетических импульсов E_{II} и $E_{ГД}$ на начальных этапах и первичное бесконтактное перемещение обломков;
- поступательное движение, как единого породного блока, так и его раздробленных в зоне ударного контакта с поверхностью частей в составе ЛОП и гляциального селя в случае присутствия льда.

Уже на начальных этапах исследований было выявлено, что одной из основных причин формирования неустойчивости горных склонов, приводящей к возникновению катастрофических обвалов, являются новейшие подвижки взбросо-надвигового типа. Но, в ряде случаев, при действии указанной тектонической особенности в районе, формируются не гигантские обвалы, а впечатляющие своими объёмами ледниковые пьедесталы [11] и каменные глетчеры [8, 10], которые, при определённых условиях, генерируют разрушительные гляциальные селевые потоки. В указанных главах отмечено, что разрушение фронтальных частей взбросо-надвигов и сохранение напряжённо-равновесного состояния этих склонов происходит за счёт *постоянных* обвалов сравнительно небольших (до тыс. м^3) объёмов. Обломки горных пород *скатываются* на днища ледниковых долин и каров и не производят значимого ударного воздействия. Характерно, что в одних и тех же местах, например в долине ледника Колка, в зависимости от климатических изменений, формируются как ледово-каменные обвалы, так и моренные пьедесталы и каменные глетчеры. Из чего можно сделать вывод как о разделении во времени обвалов и гляциальных селей, так и о выделении энергии $E_{ГД}$ в ничтожно малых количествах, следовательно, можно выделить:

В) цикл процессов в нивальной зоне разделённых во времени, который представляется в следующем виде.

Обвалы объёмом до $n \times 10^{3-4}$ → формирование коллювиально-гляциальных коррелятивных отложений в форме морен пьедесталов и каменных глетчеров объёмом до $n \times 10^{7-8} \text{ м}^3$. Временной разрыв, после которого в пределах данных коррелятивных отложений формируются очаги гляциальных селей, далее → зоны транзита → зоны распада и отложения селевых масс объёмом до $n \times 10^6 \text{ м}^3$.

На «Тектонической схеме Казбек-Джимарайского горного узла», приведённой в монографии «Ледово-каменные обвалы и их прогнозирование» [7], отражена неразрывная связь взбросо-надвигов с истоками ледово-каменных обвалов, морен пьедесталов и каменных глетчеров высокогорной области на северном склоне данного горного массива. На этой же схеме, а также на «Схема геологического строения обвала Пурт» [Васьков, 5, 6], на южном склоне Скалистого хребта прослеживается цепь оползней, генетически связанных с современным поддвигом Скалистого хребта. Тела оползней в верхней части состоят из обломков карбонатных пород (известняков и доломитов) разной крупности, а в нижней эти же породы перемешаны с алевритами автохтона. Т.е. по составу и структуре массы

оползневых тел являются надвиговым меланжем, постоянно выдавливаемым из области дробления на нижележащий склон, увеличивая его неустойчивость, следовательно, обнаруживается следующая последовательность:

Г) постепенная разрядка геодинамического напряжения ($E_{ГД}$) на поверхности сместителя надвига и столь же медленный выход дроблёных пород меланжа на рельеф местности соответственно приводят к перемещению оползневых масс с аналогичной скоростью, то есть:

Современное сдвигение аллохтонных блоков на поверхности → образование и смещение оползней, как коррелятивных отложений.

Кинетическая энергия оползневых масс (скорость около 1 м/год, объём – $n \times 10^6 \text{ м}^3$) находится в пределах $n \times 10^2$ Дж, что ничтожно мало, по сравнению с катастрофическими обвалами (тип А) и их производными, имеющими сравнительные объёмы движущихся масс.

Рассмотренные выше случаи гравитационных катастроф (типы А и Б) происходят достаточно редко, а преобладающим и наиболее часто наблюдаемым видом разрушения скальных горных склонов является отделение от массивов отдельных кусков и блоков горных пород, а затем *скатывание* их вниз, где они накапливаются с образованием углов естественного откоса. При этом первичная эндогенная расчлененность пород (раздробленность, трещиноватость, кливаж) определяется интенсивностью и направленностью тектонических процессов, а также изначальной механической прочностью горных пород, слагающих геологические тела. Происходит разрядка единственно потенциальной энергии поднятого тела ($E_{П}$) при условии контакта с поверхностью, что определяет расход энергии на вращение обломков и их трение о субстрат и друг друга. При этом скорость перемещения обломков и их скоплений зависит от угла склона и физического состояния слагающих его пород. Например: по наклонным скалам камни перемещаются прыжками, отскакивая от дна и стенок кулуаров, вылетая на «свежую» осыпь крупный щебень и глыбы замедляют движение, останавливаются на ней и лишь самые массивные достигают её конца. Попадая же на снег обломки, останавливаются почти сразу. Постоянство и длительность действия таких процессов обеспечивается перманентностью горообразования, приводящего склоны в неустойчивое состояние. Единство способа образования и механизма движения объединяет их в один тип:

Д) склоновые гравитационные процессы, со следующей последовательностью зарождения и развития:

Дезинтеграция горных пород в ходе выветривания → транспортировка продуктов разрушения при действии сил гравитации → аккумуляция материала в виде коррелятивных отложений.

Зарождение и развитие гравитационных процессов определяется следующими геодинамическими соотношениями: скорости горообразования превышают скорости разрушения; скорости горообразования равны скоростям разрушения; скорости горообразования меньше скоростей разрушения; горообразования (воздымание блоков земной коры) не происходит. Эти соотношения отражают ослабление тектонической активности в пределах региона и, соответственно, количественное уменьшение эндогенной энергии (E_E), проходящей через земную кору. В пределах предложенных геодинамических соотношений разнообразие выделенных и изученных видов гравитационных процессов отражает особенности геологического и геоморфологического строения территорий, а так же климата и его изменений.

Выявленные схемы отторжения и перемещения обвальных блоков (типы А и Б), показывают, что общее количество энергии (E_O) при обрушении блоков горных пород складывается из потенциальной энергии ($E_{П}$) и энергии разрядки внутреннего геодинамического напряжения ($E_{ГД}$). На примере Кариухохского и Усойского обвалов было показано, что последний вид энергии ($E_{ГД}$) в виде импульса возникает при отрыве крупных блоков массивных горных пород и достаточен для их перемещения над поверхностью земли

до точки удара, трансформируясь совместно с потенциальной ($E_{П}$) в кинетическую энергию ($E_{К}$). При этом следует отметить, что количественно, выделяемая энергия внутреннего напряжения меньше, чем потенциальная.

Например, в 2004 [4] году впервые был выполнен расчёт потенциальной энергии выделившийся при обвале горных пород Геналдонской катастрофы в количестве $E_{П} = 0,8 \times 10^{16}$ Дж и сравнение с количеством энергии движения ЛОП $E_{К} = 0,7 \times 10^{16}$ Дж. По формальному признаку энергетический баланс имеет место быть. Но в данном контексте не учтена энергия затраченная на: а) перемещение центра масс отторгнутого блока горных пород над поверхностью склона на горизонтальное расстояние 1100 м; б) образование «бешенной муки»; в) дробление горных пород и льда при ударе; г) выделение тепла и топление льда; д) образование фронтальных и тыловых поперечных валов с выбросом материала на левый борт ледника Колка; е) возбуждение продольных волн в массах ЛОП и гляциального селя, упругих сейсмических колебаний в земной коре.

Позже, для этого же случая, по величине замеренного горизонтального перемещения и массы отторгнутого блока была определена минимально необходимая энергия ($E_{ГД}$) для данного процесса, которая приравнивается к кинетической энергии в точке удара. С учётом угла встречи траектории перемещения блока с поверхностью в точке встречи в 45° , $E_{ГД} = 0,63 \times 10^{13} = E_{К}$. Обнаруживается, что в приведённом примере величина кинетической энергии обвальных масс в точке падения на три порядка меньше чем потенциальной. Аналогичное соотношение энергий, в два порядка, отмечается для «оползня» Мантаро [14], таблица 1.

Выводы. Из выше изложенного, с учётом энергетических составляющих и времени протекания процессов, вытекает следующее разделение гравитационных процессов по классам:

1. Класс катастрофических обвалов с подгруппами: **А** – ледово-каменные обвалы нивальной зоны; **Б** – гигантские обвалы зоны положительных температур.

2. Класс обвальных процессов в нивальной зоне (**В**) разделённых во времени с порождаемыми ими катастрофическими гляциальными селями.

3. Класс эндогенных оползней (**Г**), как коррелятивных отложений при постепенной разрядке геодинамического напряжения ($E_{ГД}$) на поверхности сместителя надвига/поддвига.

4. Класс экзогенных склоновых процессов (**Д**) охватывает широкий круг событий, происходящих под действием гравитации в горных породах, преобразованных на поверхности Земли при воздействии всех классов выветривания: физического, химического, биологического. Спектр явлений данного класса наиболее изучен и включает в себя линейку процессов, как бы сменяющих друг друга в пространстве и времени, которую можно изобразить следующим образом:

Обвалы (или оползни) → осыпи → сели грязекаменные → эрозия донная и боковая. Характерно, что в прямом направлении выделенной последовательности гравитационных процессов, углы наклона склонов уменьшаются, а количество воды – увеличивается.

Вся гамма процессов данного класса хорошо изучена, классифицирована, встроена в системы гидрометеорологического мониторинга и мониторинга геологической среды, что позволяет достаточно уверенно прогнозировать возможность возникновения вызванных ими чрезвычайных ситуаций.

Классы 1 и 2 до последнего времени не выделялись и, практически, не изучались, хотя высокая скорость процессов и распространение зон поражения на большие территории при факторе внезапности приводили к жертвам среди населения и разрушению инфраструктуры со значительными экономическими потерями.

Список литературы

1. Англо-Русский технический словарь. Ред. Чернухин А.Е. Государственное технико-теоретическое издательство, Москва, 1934, стр. 1213.
2. Англо-Русский словарь. Ред. Мюллер. Советская энциклопедия, М. 1969, 912 стр.
3. Геологический словарь: в 2 т. / Ответ. ред. К.Н. Паффенгольц. М.: Недра, 1978. Т. 1. 486 с. Т. 2. 456 с.
4. *Васьков И.М.* Возможный механизм обвала и динамика движения ледово-каменных масс в верховьях р. Геналдон (на Центральном Кавказе в сентябре 2002 года) // Вестник Владикавказского научного центра. 2004². Т. 4. № 2. С. 34–45.
5. *Васьков И.М., Валиев А.Л., Гогичев Р.Р.* Палеообвалы в долине р. Гизельдон, Северная Осетия // Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений: Материалы VII Международной научной конференции, Владикавказ, 14–16 сентября 2010² г. Напр. 3, секц. 1. 11 стр.
6. *Васьков И.М.* К вопросу об устойчивости естественных плотин в горных условиях // ГеоРиск. 2011¹ г. № 1. С. 38–42.
7. *Васьков И.М.* Ледово-каменные обвалы и их прогнозирование. Опыт Геналдонской катастрофы, Центральный Кавказ / Монография. LAP LAMBERT Fcademic Publishing. Саабрюкен, Германия, 2011³. 233 с.
8. *Васьков И.М., Валиев А.Л., Мотозюк Г.К.* Ледово-каменные обвалы, ледники и каменные глетчеры долины р. Саджилдон (Центральный Кавказ) // Труды СКГМИ (ГТУ). Вып. 18. Владикавказ: Терек, 2011⁴. С. 93–104.
9. *Васьков И.М., Исаев Э.Г.* Древний обвал в верховьях р. Фиадон (Центральный Кавказ) // Труды СКГМИ (ГТУ). Вып. 18. Владикавказ: Терек, 2011⁵. С. 104–107.
10. *Васьков И.М., Дарчиев В.В., Дулаев А.Т.* К вопросу о динамике каменных глетчеров. Труды СКГМИ (ГТУ). Вып. 18. Владикавказ: Терек, 2011⁶. С. 88–93.
11. *Васьков И.М., Барановский А.Ф.* Особенности строения и развития ледника Донгуз-Орун (Приэльбрусье, Центральный Кавказ) и возможные катастрофы // ГеоРиск. 2013⁵ г. № 4. С. 10–18.
12. *Васьков И.М.* К вопросу о механизмах возникновения и развития крупных обвалов горных пород (на примере обвала Кариухох, Центральный Кавказ) // ГеоРиск. 2014². № 2. С. 46–53.
13. *Васьков И.М.* Проблемы генезиса Усойского завала и дистанционное картографирование // ГеоРиск, 2015, №2. С. 10-15.
14. *Хромовский В.С.* Каменный дракон. М.: Мысль, 1984. С. 95. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://lib.rus.ec/b/185878/read>.
15. *Шейдеггер А.Е.* Физические аспекты природных катастроф. М., 1981. 232 с.
16. *Heim A.* Bergsturm und Menschenleben. Fretz und Wasmuth, Zurich.
17. *Scheidegger, A.E.* Rock Mech., 1973, 5:231.
18. *Scheller, E.,* Geophysikalische Untersuchungen zum Problem des Taminser Bergsturzes. Diss. E. T. H., Zurich. 1970.

Алфавитный указатель авторов

1	<i>Абдуллаев М.Ш.</i>	34	42	<i>Залибеков З.Г.</i>	48
2	<i>Абдулаев Ш.С.О.</i>	189, 195	43	<i>Захаров С.А.</i>	51
3	<i>Адилов З.А.</i>	125	44	<i>Ибаев Ж.Г.</i>	279
4	<i>Абдулмуталимова Т.О.</i>	231	45	<i>Ибрагимова З.И.</i>	324, 330
5	<i>Алиев И.А.</i>	129, 136	46	<i>Ибрагимова Т.И.</i>	324, 330
6	<i>Алиев М.М.</i>	189, 195, 200, 223	47	<i>Идармачев А.Ш.</i>	129, 189, 195, 200
7	<i>Алхулаев К. Г.</i>	236	48	<i>Идармачев И.Ш.</i>	200
8	<i>Антикаева О.И.</i>	144, 149	49	<i>Идармачев Ш.Г.</i>	189, 195
9	<i>Асманов О.А.</i>	125, 154	50	<i>Идрисов И.А.</i>	261
10	<i>Ахмедов А. М.</i>	236	51	<i>Ипполитов А.П.</i>	28
11	<i>Ахмедов Г.Я.</i>	267	52	<i>Исаева М.И.</i>	205
12	<i>Ашурбеков З.И.</i>	125	53	<i>Исаева Н.А.</i>	59
13	<i>Ашурбекова Т.Н.</i>	303	54	<i>Исаева Н.Г.</i>	303
14	<i>Бабаев М. Р.</i>	236	55	<i>Исаков С.И.</i>	76
15	<i>Баркуева Л.С.</i>	107	56	<i>Каграманов Ю.Р.</i>	86
16	<i>Беседина А.Н.</i>	166	57	<i>Казанова Э.</i>	76
17	<i>Богданова Т.Н.</i>	101	58	<i>Калабин В.В.</i>	56
18	<i>Богомоллов Е.С.</i>	335	59	<i>Катаев О.И.</i>	56
19	<i>Богущ И.А.</i>	6	60	<i>Крамаренко Т.Ю.</i>	45
20	<i>Васьков И.М.</i>	360	61	<i>Курбанова Л.М.</i>	271
21	<i>Виноградов Е.А.</i>	166	62	<i>Курбанисмаилова А.С.</i>	267
22	<i>Гаджиева Т.Р.</i>	19	63	<i>Курбанова Г.М.</i>	120
23	<i>Газалиев И. М.</i>	236, 239, 330	64	<i>Кязимов Р.Р.</i>	242
24	<i>Гараев Е.Т.</i>	205	65	<i>Магидов С.Х.</i>	275
25	<i>Гараева Т.Д.</i>	160, 205	66	<i>Магомед-Касумов М.Г.</i>	223
26	<i>Гасанов А.Б.</i>	242	67	<i>Магомедов А.Г.</i>	129, 136
27	<i>Гасанов М.А.</i>	24	68	<i>Магомедов М.Ж.</i>	200
28	<i>Глинских Л.А.</i>	28	69	<i>Магомедов Р.А.</i>	64, 211, 288
29	<i>Горбунова Э.М.</i>	166	70	<i>Мамахатов Т.М.</i>	285
30	<i>Григорьев. А. М.</i>	248	71	<i>Мамаев С.А.</i>	64, 279
31	<i>Григорьев М.А.</i>	248	72	<i>Мамедова Д.Н.</i>	242
32	<i>Гуляев Д.Б.</i>	28	73	<i>Маммаев Б.О.</i>	231, 288
33	<i>Гусейнов А.А.</i>	252	74	<i>Маммаев О.А.</i>	64, 288
34	<i>Гусейнов М.М.</i>	76	75	<i>Мансуров Р.Х.</i>	72
35	<i>Гусейнова А.Ш.</i>	120, 231, 279	76	<i>Мацапулин В.У.</i>	76
36	<i>Гусейханов С. М.</i>	34	77	<i>Мелик-Адамян Т.Г.</i>	86
37	<i>Емельяненко О.А.</i>	41	78	<i>Мелик-Адамян Г.У.</i>	86
38	<i>Ершова Д.К.</i>	41	79	<i>Меликов М.М.</i>	292
39	<i>Ефимьев А.С.</i>	45	80	<i>Меликов Я.М.</i>	292
40	<i>Золова И.В.</i>	56	81	<i>Мусаев М.А.</i>	129, 136, 189
41	<i>Заалишвили В.Б.</i>	174	82	<i>Мусихин В.А.</i>	56

83	<i>Мустафин С.К.</i>	51
84	<i>Муталлимова О.М.</i>	242
85	<i>Новрузов З.А.</i>	160
86	<i>Омаров К.М.</i>	330
87	<i>Осика Д.Г.</i>	303, 310
88	<i>Отинова А.Ю.</i>	303, 310
89	<i>Паливода Н.К.</i>	91, 94
90	<i>Пономарева Н.Л.</i>	310
91	<i>Попков В.И.</i>	217
92	<i>Попков И.В.</i>	217
93	<i>Рамазанов О.М.</i>	231
94	<i>Савиных В.В.</i>	318
95	<i>Самедов Ш.Г.</i>	324, 330
96	<i>Сарычева О.В.</i>	97
97	<i>Свинцов И.С.</i>	166
98	<i>Скорняков В.Ю.</i>	318
99	<i>Снежко В.А.</i>	101, 335
100	<i>Снежко В.В.</i>	335
101	<i>Султанахмедов М.С.</i>	223
102	<i>Таймазов Д.Г.</i>	223, 227
103	<i>Таймазов М.Д.</i>	223, 227
104	<i>Темирбекова У.Т.</i>	107
105	<i>Тулышева Е.В.</i>	76
106	<i>Федюк Р.С.</i>	112
107	<i>Храмов Д.А.</i>	112
108	<i>Черкашин В.И.</i>	6, 34, 120, 136, 195
109	<i>Чернеев А.М.</i>	112
110	<i>Шалбузова Л.В.</i>	115
111	<i>Шарапудинов Т.И.</i>	223
112	<i>Шарафутдинов В.Ф.</i>	56
113	<i>Шлыгин Д.А.</i>	56
114	<i>Шульгина Т.А.</i>	19
115	<i>Щербуль З.З.</i>	338
116	<i>Юсупов А.Р.</i>	6, 34, 76, 120

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИНСТИТУТУ ГЕОЛОГИИ ДНЦ РАН 60 ЛЕТ (<i>прошлое, настоящее и будущее</i>) <i>Черкашин В.И.</i>	3
РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ГОРНОРУДНОГО ТЕХНОГЕНЕЗА КАРАЧАЕВО- ЧЕРКЕССИИ И ДАГЕСТАНА <i>Богущ И.А., Черкашин В.И., Юсупов А.Р.</i>	6
УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ МЕЗОЗОЙСКО- КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ДАГЕСТАНСКОГО СЕКТОРА ЮГА ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ <i>Гаджиева Т.Р., Шульгина Т.А.</i>	19
ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В РЕГИОНЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ <i>Гасанов М.А.</i>	24
ФОРАМИНИФЕРОВЫЕ АССОЦИАЦИИ НА ГРАНИЦЕ БАЙОСА И БАТА НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДАГЕСТАНА <i>Глинских Л.А., Гуляев Д.Б., Ипполитов А.П.</i>	28
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА <i>Гусейханов С. М., Юсупов А.Р., Абдуллаев М.Ш., Черкашин В.И.</i>	34
УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО- ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ БОЛЬШОГО КАВКАЗА <i>Ершова Д.К., Емельяненко О.А.</i>	41
ПОЗДНЕМЕЛОВОЕ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ОКРАИНЕ ОКЕАНА ТЕТИС (НА ОСНОВАНИИ СРАВНЕНИЯ ОБРАЗЦОВ, ОТОБРАННЫХ В ЧЕХИИ И НА ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА) <i>Ефимьев А.С., Крамаренко Т.Ю.</i>	45
О НАУЧНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ ДАГЕСТАНА <i>Залибеков З.Г.</i>	48
СТРОЕНИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ РОССЫПЕЙ АЛМАЗОВ АРКТИКИ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНОВ РЕК АНАБАР И ЛЕНА) <i>Захаров С.А., Мустафин С.К.</i>	51
НЕФТЕГАЗОМАТЕРИНСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ СРЕДНЕГО КАСПИЯ И ЕГО ОБРАМЛЕНИЯ (СРЕДНЕ-КАСПИЙСКИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ БАССЕЙН) <i>Золова И.В., Шлыгин Д.А., Шарафутдинов В.Ф., Катаев О.И., Мусихин В.А., Калабин В.В.</i>	56
ОБСТАНОВКИ ДЕФИЦИТА КИСЛОРОДА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МОРФОЛОГИЮ РАКОВИН МЕЛОВЫХ ФОРАМИНИФЕР	59

<i>Исаева Н.А.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НА ВОСТОЧНОМ КАВКАЗЕ И ПРЕДКАВКАЗЬЕ	64
<i>Маммаев О.А., Магомедов Р.А., Мамаев С.А.</i>	
К ВОПРОСУ О ПОИСКАХ КРУПНООБЪЕМНОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В СЛОЖНЫХ ЗАКРЫТЫХ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТАХ	72
<i>Мансуров Р.Х.</i>	
КРАСНОЦВЕТЫ В МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДАГЕСТАНА И ИХ СВЯЗЬ С ГИДРОТЕРМАЛЬНО-ЭКСПЛОЗИВНЫМИ ПРОЦЕССАМИ	76
<i>Мацапулин В.У., Гусейнов М.М., Тулышева Е.В., Юсупов А.Р., Исаков С.И., Казанова Э.</i>	
ЛАБОРАТОРИИ «РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ» 45 ЛЕТ	82
<i>Мацапулин В.У.</i>	
К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ОКТЕМБЕРЯНСКОЙ ГАЗОНОСНОЙ СВИТЫ АРМЕНИИ	86
<i>Мелик-Адамян Г.У., Каграманов Ю.Р., Мелик-Адамян Т.Г.</i>	
К ВОПРОСУ О ДОКАЗАТЕЛЬСТВАХ ОСАДОЧНОГО ГЕНЕЗИСА КОЛЧЕДАННЫХ РУД ДАГЕСТАНА	91
<i>Паливода Н.К.</i>	
ПСЕВДОДИАБАЗЫ - ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ, ГЕНЕТИЧЕСКИ СВЯЗАННЫЕ С ПРИБРЕЖНО-МОРСКИМ ФОРМИРОВАНИЕМ КОЛЧЕДАННЫХ РУД, И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РУДНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ НУЦУРАКО В ДАГЕСТАНЕ)	94
<i>Паливода Н.К.</i>	
АНАЛИЗ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ	97
<i>Сарычева О.В.</i>	
ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ БАРРЕМ-АЛЬБСКИХ (НИЖНИЙ МЕЛ) ЦЕНТРАЛЬНОГО И ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА	101
<i>Снежко В.А., Богданова Т.Н.</i>	
ФОРАМИНИФЕРЫ БАЙОС-БАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА У с.ДАТУНА	107
<i>Темирбекова У.Т., Баркуева Л.С.</i>	
СТРОИТЕЛЬНО-МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА	112
<i>Федюк Р.С., Храмов Д.А., Чернеев А.М.</i>	
ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПАЛЕОЗОЙСКОМ КОМПЛЕКСЕ ДАГЕСТАНА	115
<i>Шалбузова Л.В.</i>	
ПРИРОДНЫЕ ПАМЯТНИКИ ОБЛАСТИ ВНУТРЕННЕГО СЛАНЦЕВОГО ДАГЕСТАНА	120
<i>Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Курбанова Г.М., Гусейнова А.Ш.</i>	

ГЕОДИНАМИКА, ТЕКТОНИКА И СЕЙСМИЧНОСТЬ

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ ПРЕДВЕСТНИК СЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОСТАНЦИЙ ДАГЕСТАНА	125
<i>Адилов З.А., Асманов О.А., Ашурбеков З.И.</i>	
АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА И ЕЁ ПРОЯВЛЕНИЕ В НАБЛЮДАЕМЫХ ПАРАМЕТРАХ НА СЕТИ ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ДАГЕСТАНА В 2014 г.	129
<i>Алиев И.А., Магомедов А.Г., Мусаев М.А., Идармачев А.Ш.</i>	
АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СЕТИ ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЙ В СЕЙСМОАКТИВНОЙ ОБЛАСТИ ДАГЕСТАНА	136
<i>Алиев И.А., Черкашин В.И., Магомедов А.Г., Мусаев М.А.</i>	
ВАРИАЦИИ СЕЙСМИЧНОСТИ ВБЛИЗИ ОЧАГОВОЙ ЗОНЫ ЧУЙСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ПО ДАННЫМ СЕТЕЙ ВРЕМЕННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ	144
<i>Антикаева О.И.</i>	
ПОЛЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ ВОЛН И СЕЙСМИЧНОСТЬ В СЕЙСМОГЕННОЙ ЗОНЕ ТУВИНСКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ 2011-2012 гг.	149
<i>Антикаева О.И.</i>	
45 ЛЕТ ПОСЛЕ РАЗРУШИТЕЛЬНОГО ДАГЕСТАНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ	154
<i>Асманов О.А.</i>	
МАГНИТОТЕКТОНИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ АРАЗСКОГО БЛОКА МАЛОГО КАВКАЗА (НАХИЧЕВАНСКАЯ АР) ЮРСКОГО ПЕРИОДА	160
<i>Гараева Т.Д., Новрузов З.А.</i>	
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ТРАНСАЗИАТСКОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЯСА В ВАРИАЦИЯХ УРОВНЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МОСКОВСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА	166
<i>Горбунова Э.М., Беседина А.Н., Виноградов Е.А., Свинцов И.С.</i>	
СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВЛАДИКАВКАЗА)	174
<i>Заалишвили В.Б.</i>	
ВАРИАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ГОРНЫХ ПОРОД В СКВАЖИНЕ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В СЕЙСМОАКТИВНОМ РАЙОНЕ ДАГЕСТАНА	189
<i>Идармачев Ш.Г., Алиев М.М., Мусаев М.А., Абдулаев Ш.С.О., Идармачев А.Ш.</i>	
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ВАРИАЦИЯМИ ЭЛЕКТРОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ГОРНЫХ ПОРОД В СКВАЖИНЕ	195
<i>Идармачев Ш.Г., Черкашин В.И., Алиев М.М., Абдулаев Ш.С.О., Идармачев А.Ш.</i>	
СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В РАЙОНЕ ПЛОТИНЫ ЧИРКЕЙСКОЙ ГЭС	200

<i>Алиев М.М., Магомедов М.Ж., Идармачев И.Ш., Идармачев А.Ш.</i>	
ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЯ БЛОКОВ НАХЧЫВАНСКОЙ АВТНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ	205
<i>Исаева М.И., Гараева Т.Д., Гараев Е.Т.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ДИЗЪЮНКТИВНО-ПЛИКАТИВНОЙ ТЕКТОНИКИ ДАГЕСТАНСКОГО СЕКТОРА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА	211
<i>Магомедов Р.А.</i>	
СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСАХ	217
<i>Попков В.И., Попков И.В.</i>	
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ СКВАЖИННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ВБЛИЗИ ЧИРКЕЙСКОГО ГИДРОУЗЛА	223
<i>Алиев М.М., Таймазов Д.Г., Магомед-Касумов М.Г., Шарапудинов Т.И., Султанахмедов М.С., Таймазов М.Д.</i>	
ШИРОКОПОЛОСНЫЙ РЕЗОНАНСНЫЙ СЕЙСМОПРИЕМНИК	227
<i>Таймазов Д.Г., Таймазов М.Д.</i>	
ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЙ НА КАЧЕСТВО ПИТЬЕВЫХ ВОД И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН)	
<i>Абдулмуталимова¹ Т.О., Курбанова¹ Л.М., Гусейнова¹ А.Ш., Рамазанов² О.М., Маммаев¹ Б.О.</i>	
МОЩНОСТЬ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ УРОЧИЩА ЩЮЛЛУ	236
<i>Ахмедов А. М., Алхулаев К. Г., Бабаев М. Р., Газалиев И. М.</i>	
МАНТИЙНЫЕ КОМПОНЕНТЫ В ПРИРОДНЫХ ГАЗАХ ДАГЕСТАНА	239
<i>Газалиев И.М.</i>	
ВАРИАЦИИ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОЛЛЕКТОРОВ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО КАСПИЯ	242
<i>Гасанов А.Б., Кязимов Р.Р., Мамедова Д.Н., Муталлимова О.М.</i>	
ПРИРОДА ФОРМИРОВАНИЯ ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫХ ОСАДОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОЛОДЫХ КАЙНОЗОЙСКИХ ПРОГИБОВ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО БОРТА ЗАПАДНО-КУБАНСКОГО ПРОГИБА)	248
<i>Григорьев М.А., Григорьев. А. М.</i>	
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КОНЦЕПЦИИ ЗАВИСИМОСТИ ИОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ СЛЮДИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ОТ КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ	252
<i>Гусейнов А.А.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ НИЖНЕГО МЕЛА НА АДЫГЕЙСКОМ ВЫСТУПЕ НА ПРИМЕРЕ МАЙКОПСКОГО	257

ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	
<i>Денекин И. А.</i>	
ГИДРОМОРФНЫЕ ПОЧВЫ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ	261
<i>Идрисов И.А.</i>	
К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМАХ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ПРЕДКАВКАЗЬЯ И ПОПУТНЫХ С НИМИ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ	267
<i>Курбанисмаилова А.С., Ахмедов Г.Я.</i>	
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНА СЛАНЦЕВОГО ДАГЕСТАНА	271
<i>Курбанова Л.М.</i>	
ДОБЫЧА НЕФТИ И ДЕБИТЫ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН КАК ИНДИКАТОРЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ	275
<i>Магидов С.Х.</i>	
ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ	279
<i>Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ: ОТ ДАГЕСТАНА ДО САХАЛИНА	285
<i>Мамахатов Т.М.</i>	
ОЦЕНКА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД	288
<i>Маммаев О.А., Маммаев Б.О., Магомедов Р.А.</i>	
ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ	292
<i>Меликов М.М., Меликов Я.М.</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОГЕННЫХ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В СВЯЗИ С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ	303
<i>Осика Д.Г., Аиурбекова Т.Н., Отинова А.Ю., Исаева Н.Г.</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В СВЯЗИ С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ	310
<i>Осика Д.Г., Отинова А.Ю., Пономарева Н.Л.</i>	
НОВОЕ УПРАВЛЯЮЩЕЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОЗОННОГО СПЕКТРОФОТОМЕТРА БРЮЭРА	318
<i>Савиных В.В., Скорняков В.Ю.</i>	
ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ ДОБЫЧИ ДЛЯ ПИТЬЕВОГО И ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ТЕРСКО-КУМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА	324
<i>Ибрагимова Т.И., Самедов Ш.Г., Ибрагимова З.И.</i>	
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ВОСТОЧНО- ПРЕДКАВКАЗСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН	330

<i>Самедов Ш.Г., Газалиев И.М., Ибрагимова Т.И., Омаров К.М., Ибрагимова З.И.</i>	
ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ СВИНЦА ИЗ СУЛЬФИДОВ УРУПСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)	335
<i>Снежко В.В., Снежко В.А., Богомолов Е.С.</i>	
ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ НА ТЕПЛООБМЕН В ДЕЯТЕЛЬНОМ СЛОЕ ПОЧВЫ	337
<i>Щербуль З.З.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ ТАЛГИНСКИХ КРАСНОЦВЕТОВ МЕТОДОМ МЁССБАУЭРОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	343
<i>Гусейнов М.М., Мацапулин В.У., Исаков С.И., Казанова Э., Черненко В.Г.</i>	
ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ТИПОМОРФИЗМ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА КОМПЛЕКСНЫХ РОССЫПЕЙ ЮЖНОГО УРАЛА	350
<i>Мустафин С.К.</i>	
СЕЙСМОГРАВИТАЦИОННЫЕ МОРФОСТРУКТУРЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА И ЧЕРНОМОРСКОЙ ВПАДИНЫ	353
<i>Попков В.И., Крицкая О.Ю., Остапенко А.А., Дементьева И.Е., Быхалова О.Н.</i>	
О КЛАССИФИКАЦИИ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ОБВАЛОВ	360
<i>Васьков И.М.</i>	

Научное издание

**Труды Института геологии ДНЦ РАН
Выпуск № 66**

Издаются по решению ученого совета ИГ ДНЦ РАН

**Геология, геодинамика и экология Кавказа
Сборник статей по материалам научно-практической конференции
(13-17 июня 2016 г.),
посвященной 60-летию основания Института геологии ДНЦ РАН**

Сборник набран, сверстан и отредактирован на компьютерной
базе ГИС-центра Института геологии ДНЦ РАН.

Дизайн – Черкашин В.И.

Верстка – Мамаев С.А., Магомедов Р.А., Ибаев Ж.Г., Идрисов И.А.
Набор – Исаева Н.А., Мамаев Б.О., Гусейнова А.Ш., Таймазов М.Д.

Подписано в печать 03.06.2016 г.

Формат 60x84^{1/8}. Печать ризографная. Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс». Усл. п. л. 46. Тираж 500 экз.



Отпечатано в типографии АЛЕФ, ИП Овчинников М.А.
367000, РД, г. Махачкала, ул. С.Стальского 50
Тел.: +7-903-477-55-64, +7-988-2000-164
www.alefgraf.ru, e-mail: alefgraf@mail.ru