



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт геологии
Дагестанского научного центра РАН

ISSN: 2541-9684
№ 3 (82), 2020
Ежеквартальный
научный журнал

**"ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН"**

Издается по решению Ученого совета
Института геологии ДФИЦ РАН
Журнал выходит 4 раза в год.

Зарегистрирован в федеральной службе по надзору в сфере связи и
массовых коммуникаций Российской Федерации (Роскомнадзор)
ПИ № ФС77-67725 от 10 ноября 2016 года

Научно-редакционный совет:

д.т.н., ИПГ ДНЦ РАН,
академик РАН, Коми НЦ УрО РАН
д.г.-м.н., г.н.с., профессор ЮРГПУ (НПИ)
д.г.-м.н., г.н.с., профессор ГИН РАН
академик РАН, ОНЗ РАН
д.г.-м.н., профессор ИГиГ НАН Азербайджана
д.ф.-м.н., профессор, Геофизический институт ВНИЦ РАН,
д.г.-м.н., профессор, ИГиИС НАН Армении
министр природных ресурсов и экологии РД
д.ф.-м.н., Чеченской академии наук
член-корреспондент РАН, ОНЗ РАН
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ
академик РАН
академик РАН, ГИН РАН
д.т.н., д.э.н., профессор
член-корреспондент НАН Азербайджана

Редакционная коллегия:

д.г.-м.н., г.н.с.

к.т.н., с.н.с.

д.т.н., г.н.с.

к.ф.-м.н., с.н.с.

д.т.н., профессор

д.т.н., профессор

д.ф.-м.н., профессор

к.г.-м.н., с.н.с.

д.г.-м.н., г.н.с.

д.б.н., г.н.с., профессор

к.ф.-м.н.

д.ф.-м.н., в.н.с.

к.г.н., с.н.с.

д.ф.-м.н., профессор

к.г.-м.н., с.н.с., (технический редактор)

д.г.-м.н., г.н.с., профессор

к.г.-м.н., с.н.с.

к.ф.-м.н.

к.г.-м.н.

д.т.н., г.н.с., профессор

к.г.-м.н.

к.ф.-м.н., доцент

н.с., (ответственный секретарь)

н.с., (составитель)

Алхасов А.Б.

Асхабов А.М.

Богуш И.А.

Гаврилов Ю.О.

Глико А.О.

Гусейнов Д. Д.

Заалишвили В.Б.

Каранетян Д.К.

Карачаев Н.А.

Керимов И.А.

Морозов Ю.А.

Рабаданов М.Х.

Рундквист Д. В.

Федонкин М.А.

Чагучиев М. Ч.

Алиева Э.Г-М

Черкашин В.И.

(главный редактор)

Мамаев С.А.

(зам. главного редактора)

Абдуллаев Ш.-С.О.

Алиев И.А.

Ахмедов Г.Я.

Ахмедов С.А.

Ашурбеков Н.А.

Газалиев И.М.

Гусейнов А.А.

Залибеков З.Г.

Ибаев Ж.Г.

Идармачев Ш.Г.

Идрисов И.А.

Курбанисмаилов В.С.

Магомедов Р.А.

Маммаев О.А.

Мацапулин В.У.

Таймазов Д.Г.

Темирбекова У.Т.

Тотурбиев Б.Д.

Юсупов А.Р.

Якубов А.З.

Гусейнова А.Ш.

Мамаев А. С.

Материалы журнала отражают точку зрения авторов и не является официальной позицией Института.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

Адрес редакции: 367030, г. Махачкала, ул. М. Ярагского 75
наш сайт в интернете <http://www.igdncran.ru>, e-mail: dangeogis@mail.ru

Тел. 8(8722)62-93-95; факс: 8(8722)62-06-82

© НП Редакция Журнала «Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН»

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Научный журнал "Труды Института геологии ДНЦ РАН" издается Институтом геологии ДФИЦ РАН с 1956 г.

Рецензируемый научный журнал (включен в систему Российского индекса научного цитирования - РИНЦ) посвящен широкому спектру вопросов фундаментальной и прикладной геологии. Его отличие от других аналогичных журналов - в наибольшем охвате тематик в области геологии и геоэкологии. Обсуждаются проблемы, находящиеся на стыке науки и практики, использование современных ГИС-технологий в области наук о Земле.

Информация о журнале, правила для авторов располагаются на сайте <http://www.igdncran.ru>

Научное направление журнала - ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- 25.00.01 Общая и региональная геология
- 25.00.02 Палеонтология и стратиграфия
- 25.00.03 Геотектоника и геодинамика
- 25.00.05 Минералогия, кристаллография
- 25.00.06 Литология
- 25.00.07 Гидрогеология
- 25.00.08 Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение
- 25.00.10 Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых
- 25.00.11 Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения
- 25.00.12 Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений
- 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов
- 25.00.25 Геоморфология и эволюционная география
- 25.00.33 Картография
- 25.00.35 Геоинформатика
- 25.00.36 Геоэкология (по отраслям)

ISSN: 2541-9684

Журнал является рецензируемым.

Журнал выходит 4 раза в год.

Тираж - 200 экземпляров

<http://elibrary.ru/> (РИНЦ)

<http://www.igdncran.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ФОРАМИНИФЕР В ОТЛОЖЕНИЯХ ПОЗДНЕГО МЕЛА НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Исаева Н.А.</i>	5
ЭНДОГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ ОБРАМЛЕНИЯ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА В ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКОЕ ВРЕМЯ <i>Исаков С.И., Мацапулин В.У., Тулышева Е.В.</i>	9
ДИСТАНЦИОННОЕ МИКРОСЕЙСМОРАЙОНИРОВАНИЕ В КАВКАЗСКО-КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ ПО СЕЙСМОГЕОХИМИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ ФЛЮИДОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ <i>Керамова Р.А., Кудрявцева Е.Н., Керамова А.А.</i>	13
ЮЖНО-ЯКУТСКОЕ (20.04.1989) ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ: ТЕКТОНИЧЕСКИЙ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ <i>Стогний В.В., Стогний Г.А.</i>	24
ОПЫТ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА <i>Асманов О.А., Адилев З.А.</i>	31
ГАЗОХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ <i>Алиева А.В.</i>	36
ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗА ПЕРИОД 2009 - 2018 ГОДА. <i>Воронцова Т.М.</i>	44
СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДАГЕСТАНСКОГО СЕКТОРА АКВАТОРИИ СРЕДНЕГО КАСПИЯ В 2019 ГОДУ <i>Павличенко И.Н., Сагателова Е.Ю.</i>	50
ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БЛОКОВ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Магомедов Р.А.</i>	54
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНЫХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРЕДВЕСТНИКОВ - ОСНОВА КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ <i>Боков В.Н., Лебедев С.В.</i>	62
СЕЙСМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН – ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ <i>Мамаев С.А., Черкашин В.И., Магомедов Р.А., Таймазов Д.Г., Мамаев А.С.</i>	67
ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА МЕР, НАПРАВЛЕННЫХ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ БЕСХОЗЯЙНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ <i>Кадиев З.М., Кочетов А.Н.</i>	81

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ДАГЕСТАНЕ <i>Курбанова Л.М., Курбанов А.М.</i>	89
ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА КОНВЕРСИЕЙ ПОПУТНОГО С ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ВОДОЙ МЕТАНА НА СКВАЖИНАХ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА И ПРЕДКАВКАЗЬЯ <i>Ахмедов¹ Г.Я., Курбанисмаилова² А.С.</i>	92
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ОБЛАСТИ ПРЕДГОРНОГО ДАГЕСТАНА <i>Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Мамаев А.С., Юсупов З.А.</i>	98
ПОИСКИ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЛОВУШЕК УВ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ДАГЕСТАНА <i>Меликов М.М., Гаджиева Т.Р.</i>	101

УДК: 551.763.12

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-5-8

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ФОРАМИНИФЕР В ОТЛОЖЕНИЯХ ПОЗДНЕГО МЕЛА
НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Исаева Н.А

Институт геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН

В статье рассматриваются вопросы палеобиологии верхнемеловых бассейнов, дается анализ вертикального распространения фораминифер, приводятся списки фораминифер по ярусам. Описан характер вертикального распространения фораминифер в верхнемеловых отложениях и предоставлены схемы их биостратиграфического расчленения.

Ключевые слова: микробиота, палеобиология, стратиграфия, бентос, планктон, абиотический фактор.

STAGES OF DEVELOPMENT OF FORAMINIFERA IN LATE CRETACEOUS DEPOSITS
IN THE EASTERN CAUCASUS

Isaeva N.A.

Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center RAS

The article deals with the paleobionomy of the Upper Cretaceous basins, provides an analysis of the vertical distribution of foraminifera, lists the foraminifera by stage. The nature of the vertical distribution of foraminifera in the Upper Cretaceous deposits is described and schemes of their biostratigraphic dissection are presented.

Keywords: microbiota, paleobionomy, stratigraphy, benthos, plankton., Abiotic factor.

Меловая система – одна из наиболее крупных подразделений фанерозоя на поверхности Земли. Ее образования установлены на всех континентах и вскрыты бурением на дне океанов. Общий объем отложений мелового периода составляет около 100^6 км^3 (10). Меловая система представлена разнообразными осадочными, магматическими и метаморфическими породами, сформированными в самых различных палеогеографических обстановках, существовавших в условиях разнообразных тектонических режимов. В разработке ярусного деления меловой системы основную роль сыграли исследования А.Д' Орбиньи, Г.Кокана, Е.Реневье и др. Развитие стратиграфии меловой системы нашей страны осуществлено работами А.Д.Архангельского, В.П.Ренгартена, Д.П.Найдина и др. (1).

Развитие морского мелового бассейна происходило на фоне постоянных вертикальных движений, обуславливавших изменение географии бассейна, его глубин, коррелятивно изменялись такие факторы среды, как характер субстрата, прозрачность вод и др. На территории Восточного Кавказа, проявившиеся в меловом периоде тектонические движения, обуславливали смену палеогеографических обстановок. В связи с изменением физико-химических факторов в бассейнах верхнемеловой эпохи происходило изменение общего комплекса фораминифер. Колебание процентного содержания бентосных и планктонных форм по ярусам верхнего мела, а также различное соотношение видов, обладающих песчанистой и известковистой раковиной, отражают в некоторой степени режим существовавшего морского бассейна (2).

Отложения кампанского яруса распространены по всей территории Дагестана. Наибольшие мощности их известны в районах Северного Дагестана. В юго-восточном направлении, как например у с.Аймаки, мощности их уменьшаются. На юге Дагестана у с.Хучни мощность кампанских ярусов вновь возрастает. Литологически кампанские отложения представлены известняками светло-серыми, пелитоморфными, тонкослоистыми с прослоями темно-зеленых и черных глин и мергелей, иногда с примесью песчанистого материала. Особенно характерна песчанность для отложений верхнего кампана, как это наблюдается в разрезах у с.с. Ансалта, Аймаки, Хучни.

Кампанские отложения содержат большое количество фораминифер, раковины которых в основном хорошей сохранности и больших размеров. Благоприятные биономические условия способствовали их развитию. В отложениях нижнего кампана большое развитие получили фораминиферы, обладающие песчанистой стенкой раковины, что свидетельствует о некотором прогрессирующем обмелении бассейна.

На протяжении всего кампана морской бассейн был неглубоким, благоприятные условия способствовали развитию богатой и разнообразной ассоциации фораминифер. Количество видов составляет 58, количество родов 33. Согласно подсчета процентного состава фораминифер по разрезу с.Аймаки, наблюдается следующее соотношение семейств: бентосные представители занимают 99% от всего комплекса, планктонные формы от общего комплекса занимают 1%. Характерными представителями бентосных форм являются представители семейств *Ataxophragmiidae*, *Buliminidae*, *Discorbidae*. Бентосные формы в основном крупных размеров условия для их существования были благоприятными. Во многих разрезах известняки нижнекампанского подъяруса характеризуются увеличением песчанистости, что свидетельствует о некотором прогрессирующем обмелении бассейна. В нижнекампанское время появляется род *Voloshinovella*, прогрессируют в развитии роды *Orbignyna*, *Cibicidoides*, *Clavulinoides*, *Stensioina* и др. Из планктонных форм появляется новый род *Globotruncanita*. Планктонные формы появились только в моменты кратковременных трансгрессий и в глинистых прослоях, соответствующих периодическому углублению бассейна они встречаются в большом количестве при многочисленности особей каждого вида.

В позднем кампане фиксируется резкое увеличение количества видов до 70, родов до 37. В основном распространены те же виды, что и в нижнем кампане, но отмечается появление рода *Bolivina*, а из планктонных форм *Globotruncanita morozovae* Vass. Значительное распространение здесь получили представители родов *Cibicidoides*, *Clavulinoides*, *Plectina*, *Orbignyna*, *Reussella*, *Barkerina*, *Ataxophragmium*.

Маастрихтские отложения на территории Дагестана распространены неравномерно. Наиболее мощными являются следующие разрезы маастрихта: у с.с. Хучни, Ансалта, Аймаки, Акуша, Леваша. Литология описываемых отложений характеризуется большим разнообразием. Особенно интересными в этом отношении являются разрезы у с.с. Акуша, Аймаки, Ансалта, Хучни. Литологический состав рассматриваемых отложений изменяется от пелитоморфных светло-серых известняков, переслаивающихся с редкими глинистыми прослоями до известняков песчанистых, светло-серых, иногда органогенно-детритовых. В отложениях маастрихтского яруса наблюдаются нарушения в напластовании пород, как результат подводно-оползневых явлений, линзовидные скопления скатанных пород и фаунистических остатков, указывающих на следы древних речных русел или сильных подводных течений. В маастрихте, также как и в кампане, большое развитие получили бентосные представители фораминифер (4). Нижнемаастрихтские отложения характеризуются незначительным возрастанием видов до 72 и родов до 39. В комплексе фораминифер наблюдается ритмичность. Комплексы, состоящие из представителей семейства *Rhizamminidae* и *Ammodiscidae* являющиеся более мелководными, состоящими из представителей семейства *Ataxophragmiidae*. Редко встречаются планктонные формы из рода *Globotruncanita*, *Rugoglobigerina* продолжают развитие также формы из рода *Orbignyna*, *Stensioina* и др.

Из верхнемаастрихтских отложений в развитии фораминифер фиксируется незначительное уменьшение видов до 70, родов до 37. Здесь распространены такие рода как *Verneuilina*, *Bolivina*, *Cibicidoides*, *Stensioina*. Из планктонных форм редко встречаются представители рода *Abathomphalus* и некоторые виды, перешедшие из нижнего маастрихта – это глоботрунканы и ругоглобигерины. Большое распространение получили роды *Rhizammina* и *Ammodiscus* в период прогрессирующего обмеления.

Таблица

Стратиграфическое расчленение верхнемеловых отложений по разрезу у с. Аймаки Охли

Отдел	Ярус	Ярус	Литографическая колонка	Масштаб 1:1000	Мощность (м)	NN слой	Литологическая характеристика	NN образцов	Макрофаунистическая характеристика по данным М.М. Москвина	Макрофаунистическая характеристика
М е л	Д а т	Верхний		930	23	23	Известняки светло-серые с зеленоватым оттенком чередуются с прослоями мергелей (h до 30 см)	NN 1058	Conaster cf. amabilis Post et Moskv., Conaster sphaericus Seanes	Asclitina concolorata (Stubb.), Anomalina praecata Vass., Bulminatiscularis Cuschn et Park, Pseudovalvulina globulenta Moroz, Anomalina danica (Bretz), Eponides megastomus, Eponides pseudogastromus, Clidides sphaerocostatus Gall et Morrey, Stenostoma caucasicum (Stubb.), Gaudyina retusa
		Верхний		900	145	22		NN 1057 1056	Conaster sphaericus Seanes, Echinocorys obliquus Havr., Cycloaster grander (Seem.), Homocaster abichi (Anthab)	Asclitina concolorata (Stubb.), Anomalina praecata Vass., Bulminatiscularis Cuschn et Park, Pseudovalvulina globulenta Moroz, Anomalina danica (Bretz), Eponides megastomus, Eponides pseudogastromus, Clidides sphaerocostatus Gall et Morrey, Stenostoma caucasicum (Stubb.), Gaudyina retusa
	Н и ж н и й	Верхний		850			Известняки светло-серые, плотные с окремными конкрециями. Верхние слои датского яруса (20 м) с сильно нарушенными напластованиями. В известняках встречаются сжи.	1055	Echinocorys edheimi Boehm, Echinogastri Mookv., Conaster sphaericus Seanes.	Bolvynopsis et sp. sericata Orb., Clavulina parvissima Orb., Anomolites incertus Orb., Fabelina rugosa Orb subsp. nov., Heterostoma Moroz, Parvella lens (Bretz.), Marssonella sulcata (Cuschn et Javv), Acanthobolimina sphaerica Moe, Heterostoma gigantea Subb., Pullana jupjupuloba (Ros)
		Верхний		800				1054 (ф.сжи)		
М е л	Д а т	Верхний		750	130	21	Известняки светло-серые, пелитоморфные, мелко-осколчатые с пролоями и полеревыми ступиловыми швами. Верхняя часть 30 м представлена более ушловыми известняками с обильно встречающимися сжи.	1054а	Goleaster minor pool.	Dicella bullata Cursey, Gaudyina retusa Cuschn, Heterostoma gigantea Subb., Clavulina angularis Orb., Stenostoma caucasicum Subb., Anomolites incertus Orb., Fabelina rugosa Orb subsp. nov., Heterostoma Moroz, Parvella lens (Bretz.), Marssonella sulcata (Cuschn et Javv), Demolida dignitas Frank, Gynodina adiosa (Havv), Gaudyina globulenta Cuschn, Bolimina varicosa Bretz, Clavulinoides fibrata sub sp. nov. Cuschn, Globigera pseudoglobulosa Subb., Ramulina globifera Brady.
		Верхний		700						
	Н и ж н и й	Верхний		650						
		Верхний		600	150	19	Известняки светло-серые, пелитоморфные, с прослоями (h = 2-3 см) темно-серых зеленоватых глин		Conaster sphaericus Seanes, Echinocorys obliquus Havr., Cycloaster grander (Seem.), Homocaster abichi (Anthab)	Anomolites incertus Orb., Stenostoma caucasicum Subb., Tritaxia tricarinata Ros, Acanthobolimina preli Ros, Doretina bullata Cursey.
В е р х н и й	М а с т р	Верхний		550						
		Верхний		500						
	Н и ж н и й	Верхний		450	55	18	Известняки светло-серые, слоистые, пелитоморфные с обильным равини иноперамом.	1050 φ 1049	Stenostoma caucasicum Subb., Bolvynopsis et sp. sericata Orb., Anomolites incertus Orb., Acanthobolimina preli Ros, Doretina bullata Cursey.	Pectina convergens Keller, Anomolites incertus Orb., Acanthobolimina digheimsensis sp. n., Bolvynoides laevigata var. laevigata Marf., Anomalina nemeri Keller, Acanthobolimina preli Ros.
		Верхний		400	19	17	Известняки светло-серые, пелитоморфные с включением иноперамом.	1048 1047 1046	Stenostoma caucasicum Subb., Bolvynopsis et sp. sericata Orb., Anomolites incertus Orb., Acanthobolimina preli Ros, Doretina bullata Cursey.	Bolimina triangularis Cuschn et Park, Spiroplectammina anceps (Ros), Acanthobolimina albina (Ros), Clidides volutatus Orb, Marssonella Stenostoma pennanzana Bretz, Fossilicollaria affinis Marz., Anomolites incertus Orb., Bolvynia plana Cursey, Bolvynia kalium Vassil et Mjail.
К а м п а н	Верхний		350	25	15	Известняки слабо окисленные с прослоями зеленых мергелей.	1041, 1044 1039 1038	Stenostoma caucasicum Subb., Bolvynopsis et sp. sericata Orb., Anomolites incertus Orb., Acanthobolimina preli Ros, Doretina bullata Cursey.	Stenostoma pommerana (Bretz.), Anomalina nemeri Keller, Tritaxia tricarinata Ros., Bolvynoides eboreata Cuschn., Fossilicollaria lineata Franke, Demalina incarsa, Neofabelina rugosa (Orb)	
	Н и ж н и й	Верхний		320	55	14	Известняки светло-серые, пелитоморфные зеленовато-серые со ступиловыми швами продольного и поперечного сечения	1037 1036 1035	Heterostoma convergens Keller, Acanthobolimina orbignyiformis Vass. et Mjail., Anomalina nemeri Keller, Stenostoma caucasicum Subb., Anomalina rouleiensis Marf., Anomolites incertus	

Отложения датского яруса на территории Дагестана представлены неравномерно. В одних местах они размыты до основания, в других наблюдается постепенный переход от ниже лежащих отложений маастрихта в датский ярус. Наиболее полные разрезы рассматриваемых отложений представлены у с.с. Ансалта, Леваши, Аймаки. В литологическом отношении они представлены известняками плотными, крепкими серовато-зеленоватой окраски с глинисто-мергелистыми, иногда опесчаненными прослоями. В известняках наблюдаются нарушения в напластовании и почти повсеместно содержатся кремнистые конкреционные включения. В отложениях нижнедатского подъяруса обнаружено большое количество фораминифер, многие из которых являются переходящими их ниже лежащих отложений маастрихта (5), таблица.

В нижнедатское время наблюдается резкое уменьшение количества видов до 54 и родов до 34. Изменение биомических условий бассейна оказало влияние на фораминиферы, происходит вымирание многих представителей семейства *Ataxophragmiidae* – роды *Orbignyna*, *Voloshinovella*. Морская трансгрессия обогатила микрофауну новыми видами, планктонные формы преобладают над бентосными. В нижних слоях датских отложений в комплексе фораминифер в значительных количествах присутствуют и маастрихтские виды. В датское время, особенно в ранней его части, бассейн был мелководным. Это подтверждается также и разнообразным литологическим составом пород. Нижние слои датского яруса откладывались в более мелководной части открытого моря, где среди фораминифер начинают преобладать планктонные формы.

В верхнедатское время происходит еще более резкое уменьшение количества родов до 19 и видов до 29. Здесь наблюдается ритмичность в осадкообразовании. Осадки с преобладанием планктонных форм, отражающих расширение и углубление морского бассейна, чередуются с осадками, где бентосные формы преобладают и представлены они семействами *Discorbidae*, *Textulariidae*, *Ammodiscidae*, *Anomalinidae*.

Рассмотрение развития биоты океана в связи с изменениями абиотических факторов показывает, что длительные интервалы без резких изменений среды, в условиях трансгрессии, активной гидродинамики и разнообразия экологических ниш способствуют увеличению биоразнообразия и количества организмов. Сокращение биоты вызывается быстрым изменением условий, особенно многократной сменой противоположных тенденций (трансгрессия-регрессия, потепление-похолодание и др.).

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310202-6.

Литература

1. Зоны меловой системы в СССР. Нижний отдел. //Отв. ред. В.А.Прозоровский. Л.: Наука, 1989. С.240.
2. Исаева Н.А. Проблемы и решения стратиграфических границ нижнего и верхнего мела (Дагестан) // Материалы конференции «Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России». Тр. ВСЕГЕИ. С.-Петербург. 2016. С.80-82.
3. 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.
4. 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.
5. Самышкина К.Г. Фораминиферы и стратиграфия меловых отложений Восточного Кавказа. //М.: Наука, 1983. С.30-31.

УДК 553.435 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-9-12

ЭНДОГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ ОБРАМЛЕНИЯ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА В ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКОЕ ВРЕМЯ

Исаков С.И., Мацапулин В.У., Тулышева Е.В.

Институт геологии ДФИЦ РАН

Выявленные гидротермально-эксплозивные образования представляют большой интерес для понимания геологии региона. Специфика геологического положения эндогенных проявлений является их территориальная близость к разрывным нарушениям.

Ключевые слова: кайнозой, цеолиты, песчанисто-кварцевая брекчия, проявления, эндогенные процессы

HYDROTHERMAL-SEDIMENTARY SULFIDES OF POLYMETALS IN SANDY-CLAYY SEDIMENTS OF THE JURASSIC DAGESTAN

Isakov S.I., Matsapulin V.U., Tulysheva E.V.

Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS

The revealed hydrothermal-explosive formations are of great interest for understanding the geology of the region. The specificity of the geological position of endogenous manifestations is their territorial proximity to faults.

Keywords: cenozoic, zeolites, sandy-quartz breccia, manifestations, endogenous processes

Территория Дагестана занимает большую часть северного склона альпийского орогена мегантиклинория Восточного Кавказа. В регионе известен юрский базальтоидный магматизм, выделяющийся в виде двух долеритовых поясов – Кахетинский и Казбековский. Наиболее развит первый, прослеживающийся в пределах Главного Кавказского хребта и южного склона Бокского хребта.

Территория, располагающаяся к северу от поясов по направлению к Каспийскому морю, считалась амагматической. Здесь не были отмечены продукты вулканогенного происхождения. И только в южном Дагестане, в нижнем течении рр. Гюльгерычай, Рубасчай, выделялись незначительные проявления пеплового материала в отложениях нижнего миоцена (сармата) и верхнего плиоцена (акчагыл-апшерона). Это отмечается в работах В.П. Ренгартена, В.Д. Голубятникова, Г.К. Керимова, И.Э. Эфендиева, В.Л. Галина, в отложениях мела вулканогенные образования в Центральном Дагестане отмечает Л.И. Горбунова. В районе сел. Хучни (Южный Дагестан) на карте полезных ископаемых Д.В. Дробышев выделяет также проявления пемзы.

Все отмеченные проявления В.П. Ренгартен относил к перенесенным с территории Азербайджана, вслед за ним и другие исследователи считали пепловый материал перенесенным с территории соседней республики. В районе с. Белиджи Г.К. Керимов, И.Э. Эфендиев отмечают следы вулканогенных продуктов позднего кайнозоя и считают, что извержение происходило в акватории Каспия. В.Д. Голубятников, установивший незначительный пласт пеплового материала в сарматских (плиоценовых) отложениях в долине р. Рубасчай, считал (1933) это сарматским проявлением эндогенных процессов в Дагестане [2, 3, 4, 10]. Специальных работ по выявлению источников образования пепловидного материала не проводилось.

В 2006 году в центральном Дагестане, в пределах структуры Дагестанского клина, сотрудниками Института геологии [6], выявлены новые, ранее неизвестные проявления эндогенных процессов в эоценовых, плейстоценовых отложениях, приуроченные к полостям тектонических нарушений. На территории, ранее считавшейся амагматической, выявлены проявления эндогенных процессов, в продуктах которых отмечено присутствие пеплового материала.

Так проявления Буйнакское, Халагорское, локализующиеся среди нижнечетвертичных аллювиально-делювиальных отложений, местами выходят на дневную поверхность. Буйнакский пепловый материал подстилается обособлениями карбонатных пород, в виде своеобразных желваков, единичные обособления отмечаются в пласте самих пеплов. При петрографическом изучении этих обособлений отмечается, что они представлены пелитоморфным карбонатом (кальцитом – легко вскипает при действии HCl), составляющим основную массу породы. На фоне пелитоморфной массы выделяются вкрапленники плагиоклаза, кварца, пироксена, амфибола, обособления вулканического стекла. Исходя из петрографии, геологических условий залегания, полагаем, что эти породы имеют магматическое происхождение и формировались совместно с образованием пеплового материала. Следует отметить, что в двух-трех километрах от рассматриваемого проявления пеплов устанавливаются выходы красноцветов. Они представляют собой пропитывание железистыми (гематит) флюидами рыхлых аллювиально-делювиальных отложений мощностью до 4-5 м, расположенных на той же террасе р. Эрпели-Озень, что и проявления пеплового материала. Подобного рода красноцветы отмечаются в «Долине Гейзеров» на Камчатке в виде действующих источников [7].

Халагорское проявление отмечено среди аллювиально-делювиальных рыхлых четвертичных отложений. Ассоциируется оно на площади Урминской синклинали с проявлением сердолика ($FeO_3 \cdot nH_2O \cdot SiO_2$), верхнемеловыми бентонитовыми глинами, диатомитами, спонголитами, цеолитами эоцена, пластами пеплов выделяющихся в толще эоценовых известняков. В породах высокий показатель ОКТ (опал – кристобалит тридимитовый) до 30-40%, что свидетельствует о высокой кремнеземистости карбонатных пород. Бентониты, цеолиты – результат преобразования вулканических пеплов. По материалам скважин объём кремнезёма на рассматриваемой площади оценивается более чем в один миллиард м³. Такое количество кремнезёма привнесом из вмещающих известняков сложно объяснить. Эти все признаки мы связываем с вероятностью палеовулканических процессов, происходивших на месте.

В песчаных толщах нижнего миоцена (чокрак-карагана), представленных кварцевыми слабосцементированными песчаниками, выявлено несколько проявлений гидротермально-эксплозивного типа, которые нам представляются наиболее интересными.

Бугленские, Нижне Казанищенские – локализуются в тектонических полостях. В карьерах, выявлены тела с белыми песчанисто-кварцевыми брекчиями – с преобразованием песчаников гидротермально-эксплозивными процессами. Здесь трещины наряду с песчано-кварцевыми брекчиями (рис. 1), выполнены глинистым и железистым материалом, отмечаются пласты нагнетания глинистого материала и др.



Трещинно-жильные брекчиевые тела с тончайшими апофизами в песчаниках.

Рис. 1. Брекчиевые тела. Новый песчаный карьер, Буглен

Особое внимание обращено на форму тел, поскольку поступающий под достаточным давлением в верхнюю кору флюид перерабатывает на своем пути любое проницаемое геологическое тело, заполняя в нем «все существующие полости, дефекты и видоизменяя его свойства» [1,9,13,14].

Проявления гидротермально-эксплозивных процессов приурочены к серии Нарат-Тюбинских разломов, отмеченные в долинах рр. Истисув, Шура-Озень и на Буйнакском перевале. Эти проявления аналогичны Буглену и Нижнее Казанище. Но здесь, наряду с белыми песчанисто-кварцевыми брекчиями, отмечаются присутствие в отдельных пробах вулканогенного пеплового материала. По вопросу о положении гидротермально-эксплозивных образований Н. А. Фогельман [12], полагает, что это – подвижные обломочные массы, состоящие главным образом из пород и минералов преимущественно невулканического происхождения, отторгнутых от стенок вулканических камер и каналов.

Подобные эксплозии приводят к проникновению флюида во вмещающую среду, сбросу или экстракции его отдельных ингредиентов, к фиксации переносимого флюидом вещества в новом пространстве, что и приводит к образованию пород и геологических тел со специфическими признаками [8,11,13,15].

Образование последних происходило за счет газо-паро-пепловых флюидов, при взрывных процессах. Об этом свидетельствует наличие интенсивно трещиноватых зон, трещины выполнены дробленным рыхлым, кварцевым песком белого цвета. Структура, текстура, минеральный и химический состав этих пород формируются за счет способности флюидов переносить во взвешенном состоянии обломки глубинных пород и минералов, фрагменты расплавов и продуктов их кристаллизации, обломки вмещающих пород, раскристаллизации флюидной составляющей. Концентрация флюидов и пути их миграции связаны с ослабленными зонами разрывных нарушений в земной коре. Работа взрыва имеет бризантный (измельчающий) характер, приводящий к разрушению среды. Отметим, что повышенная трещиноватость горных пород как раз характерна для зон разрывных нарушений, т.е. бризантный фронт глубинных взрывов флюидов будет направлен по ним к поверхности в сторону уменьшающегося давления [5,15]. Наличие белых песчанисто-кварцевых брекчий (рис. 1) характерно для зон образованных в слабосцементированных песчаниках, в других случаях они отсутствуют.

Изучение продуктов флюидно-эксплозивных процессов в толщах земной коры это новое, интенсивно развиваемое направление в геологии, поскольку с ними связан широкий спектр полезных компонентов. Они довольно широко распространены не только с магматическими, но и с осадочными породами. Потому изучение выявленных образований имеют геологическое и металлогеническое значение – как поисковые признаки на рудные полезные ископаемые (Cu, Pb, Zn, Au, Pt, Ag) [5,12].

Статья написана в рамках проекта НИОКТР АААА-А17-117021310202-6.

Литература

1. Вартанян Г.С. Флюидосфера Земли //Планета Земля. Тектоника и геодинамика. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. — С. 144–149.
2. Голубятников В.Д. Геология и полезные ископаемые терригенных отложений Дагестана. Госгеолиздат., Л., 1940, М., 202 с.
3. Горбунова Л.И. Вулканические породы в меловых отложениях Дагестана //Литология и полезные ископаемые, 1966, № 2, С. 126-130.
4. Керимов Г.К., Эфендиев И.Э. О следах четвертичного вулканизма на территории Дагестана //ДАН СССР, т. 233, № 2, 1977, с. 352-354.
5. Короновский Н.В., Демина Л.И., Промыслова М.Ю., Мышенкова М.С. Признаки глубинных взрывов флюидов в продуктах самостоятельного центра извержения Битюк-Тюбе (Западное Приэльбрусье) //Вестн. Моск. Ун-Та. Сер. 4. Геология. 2013. № 2. С. 7-15.

6. Мацапулин В.У., Юсупов А.Р. Вулканические пеплы в Дагестане – экологические предвестники в области геодинамики, геоморфологии и поиска полезных ископаемых //Юг России, экология, развитие, Махачкала, №2, 2007, с. 98-104.
7. Нечаев А.М. Долина гейзеров. Логата, М., 2007. С.166.
8. Петров О.В. Геологический словарь. Спб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. Т.1. 432 с.
9. Петров О.В., Шатов В.В., Шарпенко Л.Н., Лукьянова Л.И., Миронов Ю.Б. Флюидоэксплозивные породы как новый тип рудоносных образований //Магматизм и метаморфизм в истории Земли. XI Всероссийское петрографическое совещание с участием зарубежных ученых. Екатеринбург, 2010. Т. 2. С. 126-127.
10. Ренгартен В.П. Очерк месторождений полезных ископаемых и минеральных источников Южного Дагестана. Изв. Геологического комитета, XLVI, 1927, 152 с.
11. Рыбальченко А. Я., Колобянин В. Я., Лукьянова Л. И. и др. О новом типе коренных источников алмазов на Урале //Докл. РАН. 1997. Т. 353. № 1. — С. 90–93.
12. Фогельман Н.А. Рудоносные эксплозивные брекчии криптовулканических аппаратов //ДАН СССР. 1969. Т. 188. № 6. С. 1357–1359.
13. Шарпёнок Л.Н., Голубева И.И., Лукьянова Л.Н., Махлаев Л.В. Флюидолиты как новый тип эндогенных горных пород //Происхождение магматических пород: Материалы Междунар. петрограф. совещ. Т. 2. Апатиты, 2008. С. 281–282.
14. Шарпёнок Л.Н., Лукьянова Л.Н. К систематике и классификации флюидоэксплозивных горных пород //Вулканизм и геодинамика: Мат-лы II Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. Екатеринбург. 2003. С. 744-746.
15. Якобсон К.Э., Казак А.П., Копылова Н.Н., Проскурнин В.Ф., Толмачева Е.В. Атлас структур и текстур флюидно-эксплозивных образований в осадочных отложениях. ВСЕГЕИ. Санкт-Петербург. 42 с.

УДК 55.3179

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-13-23

ДИСТАНЦИОННОЕ МИКРОСЕЙСМОРАЙОНИРОВАНИЕ В КAVKAZCKO-КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ ПО СЕЙСМОГЕОХИМИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ ФЛЮИДОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Керамова Р.А., Кудрявцева Е.Н., Керамова А.А.

Национальная Академия Наук Азербайджана

Республиканский Центр Сейсмологической Службы (РЦСС при НАНА)

В представленной работе отражены результаты, которые не имеют мировых аналогов. В Азербайджане, в 2012 году впервые был разработан новый метод в области прогноза землетрясений - "сканирование сейсмогенных зон на основе круглогодичного мониторинга сейсмогеодинамического режима (СФГД) в Азербайджане". Цель исследований – детализировать координаты очага прогнозируемого землетрясения, на основе выявления и классификации информативных критериев оперативного, дистанционного прогноза землетрясений для различных сейсмоактивных регионов мира. Фундаментом исследований являются сертифицированные на "Авторские права" 10 января 2019 г. две (2) автономные "Автоматизированные технологии № 1 и № 2 для оперативной оценки сейсмической обстановки ($m_l \geq 2.3$) в конкретном регионе и оперативного, дистанционного прогноза сильных землетрясений ($m_b \geq 6.0$) в любом регионе мира, на основе круглогодичного мониторинга сейсмогеодинамического режима флюидов (СФГД) в Азербайджане".

Ключевые слова: круглогодичный мониторинг, сейсмогеодинамический режим флюидов (СФГД), микросейсмическое районирование, микросейсмозона.

DISTANCE MICROSEISMIC ZONING IN CAUCASUS-CASPIAN REGION BY THE SEISMOGEOCHEMICAL CRITERIAS OF THE FLUIDS IN AZERBAIJAN

Keramova R.A., Kudryavtseva E.N., Keramova R.A.

Republican Seismic Survey Center of Azerbaijan National Academy of Sciences (RSSS at ANAS)

The presented work reflects the results that have no analogues in the world. In Azerbaijan, in 2012, a new method was developed for the first time in the field of earthquake prediction - "scanning of seismogenic zones based on year-round monitoring of the seismogeodynamic regime (SFGD) in Azerbaijan". The Fundamentation of the this researches are certificated on January 10, 2019 two (2) autonomous "Automated technologies # 1 and # 2 for rapid assessment of the seismic situation ($m_l \geq 2.3$) in a concrete region and operational, distance of the strong earthquakes ($m_b \geq 6.0$) in any region of the world, based on year-round monitoring of the seismogeodynamic regime of fluids in Azerbaijan".

Keywords: year-round monitoring, seismic-geodynamic regime of the fluids (SFGD), microseismic zoning, microseismic zone.

В 2009-2012 гг., в Азербайджане, в РЦСС при НАНА (отдел "Комплексные геохимические исследования"), впервые в мире был разработан и внедрён новый метод исследований - "выявление микросейсмогенных зон в ранее, хорошо изученных сейсмически активных регионах, только на основе комплексного использования сейсмологического материала и "Базы данных круглогодичного мониторинга сейсмогеодинамического режима флюидов (СФГД)". Он получил название "сканирование сейсмогенных зон по аномалиям в сейсмофлюидогеодинамических (СФГД) полях Азербайджана с целью выявления микросейсмогенных зон".

Цель исследований – конкретизировать местоположение (координаты) очага прогнозируемого землетрясения, на основе выявления и классификации информативных критериев оперативного, дистанционного прогноза землетрясений для различных сейсмоактивных регионов мира. Фундаментом исследований являются сертифицированные 10 января 2019 г. две (2) автономные "Автоматизированные технологии № 1 и № 2 для оперативной оценки сейсмической обстановки ($m_l \geq 2.7$) в конкретном регионе и оперативного, дистанционного прогноза сильных землетрясений ($m_b \geq 6.0$) в любом регионе мира, на основе круглогодичного мониторинга сейсмогеодинамического режима флюидов (СФГД) в Азербайджане".

В 2012 году эта работа была выполнена для самого сейсмоактивного региона Азербайджана – Шамахинского района, в котором в 1902 году произошло катастрофическое землетрясение ($M=9.0$), разрушившее город до основания и сопровождавшееся гибелью 2086 человек. В результате, было выявлено шесть (6-ть) микросейсмогенных зон, которые были идентифицированы на основе данных мониторинга сейсмичности и круглогодичного **СФГД** режима в Азербайджане за длительный период времени (1986-2012 гг.). В последующие годы (2013-2019 гг.), эта работа была выполнена для других сейсмоактивных зон Республики и акватории Каспийского моря. В 2020 году в этом направлении исследований были завершены предварительные результаты комплексного анализа и интерпретации данных за 5 лет (2016-2020 гг.) по сейсмичности в пределах Кавказско-Каспийского региона, стран Анатолийско-Иранского тектонического блока и соответствующих им аномалий только в вариациях круглогодичного **СФГД** мониторинга в Азербайджане.

Рассмотрим, на чём основана методика этих работ [5-7]. Как известно, в течение 1998-2019 гг. нами были разработаны, протестированы и сертифицированы две (2) автономные “Автоматизированные технологии прогноза землетрясений: №1 (“*Identfire*” – с 2008 г.) и №2 (“*Autolog*” – с 2014 г.) [2-4]. Они состоят из математического (Керамова Р.А., 2019) и программного обеспечения (Аббаслы О.А., 2019), которые выполнены на основе четырёх (4) автоматизированных экспресс-методов. Они используются с целью оперативного, трансрегионального, дистанционного сейсмопрогноза в конкретном регионе мира, только на основе круглогодичного **СФГД** мониторинга в Азербайджане”. В результате этих разработок, были решены главные задачи сейсмопрогноза: ежедневно, одновременно, для разных по азимуту очагов прогнозируемых землетрясений, определяются “диапазоны-интервалы” параметров очага: координаты, магнитуда, глубина; время, которое осталось до их реализации.

Однако, необходимо отметить, что при использовании вышеуказанных технологий до 2012, при оперативной обработке ежедневных данных мониторинга, часто возникала следующая ситуация. В частности, на основе использования экспресс-метода идентификации местоположения очага землетрясения, информативные предвестники землетрясений по **СФГД** полям Азербайджана правильно указывали на конкретную сейсмогенную зону региона, т.е. - азимут, но “диапазон-интервал” координат указывался с большой ошибкой. После тщательной интерпретации **СФГД** данных, были выявлены информативные параметры – индикаторы конкретных, локальных очаговых зон (табл. 1.) внутри ранее известных, опубликованных в научной литературе, сейсмогенных зон. Они и были названы микросейсмозонами.

В итоге, на основе комплексного анализа параметров сейсмической обстановки в Кавказско-Каспийском регионе и данных круглогодичного **СФГД** мониторинга флюидов за период 2016-2020 гг., впервые были установлены новые закономерности:

1) очаги землетрясений пространственно распределены в пределах пяти (5-ти) сейсмогенных зон (рис. 1.), которые являются потенциально опасными и представляют угрозу для населения и инфраструктуры стран, сопредельных с Азербайджаном (Россия - Республика Дагестан и Чеченская Республика; Грузия);

2) информативные комбинации аномальных, короткопериодных (1÷7 дней) сейсмогеохимических и сейсмогидрогеодинамических параметров для конкретных сейсмозон являются стабильными и индивидуальными;

3) **СФГД** “портреты” этих микросейсмогенных зон отражают аномальное, короткопериодное изменение сейсмогеодинамического режима флюидов на заключительном этапе (1÷16 дней) подготовки землетрясений (рис. 2.-4.).

Информативные СФГД параметры, которые идентифицируют впервые выявленные микросейсмогенные зоны Кавказско-Каспийского региона. (2016-2020гг.)

Таблица 1.

Название объектов наблюдения	НАЗВАНИЕ МИКРОСЕЙСМОГЕННЫХ ЗОН Кавказско-Каспийского региона (РОССИЯ)					Азербайджан Гусар-Губинская
	Дагестан: Кизилюрт: Избербашская	Дагестан: Кизляр: Хасавюртская	Дагестан: Кубачи: Ахтынская мкс/з	Дагестан - Азербайджан -Грузия (Бежта-Лагодехи- Гахская)	Чечня: Чеченская	
1	2	3	4	5	6	7
Абшеронский полуостров						
Скв. "Шихово - 1"	CO ₃ ≥; Cl≥; Общ.ж≥; Mg≥; Na≥; Мин≥; Fe≤;	Cl≥; Mg≥; Общ.ж≥; Na≥; Мин≥	pH≥; Общ.ж≥; Ca≥; Mg≥; Fe≤;	pH≥≤; Cl≥; Mg≥; Общ.ж.≥; Мин≤; Fe≥; α-поле≥;	Общ.ж≥; Mg≥; Cl≥; Na≥; Мин≥≤;	pH≤; Mg≥; Общ.ж≥
Скв. "Шихово - 2"	Eh≤≤; SO ₄ ≥; Mg≤; Fe≥	Eh≤; Mg≤; SO ₄ ≤	Fe≥; Mg≥; Eh≥; pH≤	SO ₄ ≥; Eh≥; Mg≥;Общ.ж≥; Fe≥; α- поле≥; pH≤	Fe≥; Eh≤; Mg≤; SO ₄ ≤	Fe≤; Na≤; pH≤
Скв. "Сураханы"	Na≥; Mg≤≤; SO ₄ ≥; pH≥; Eh≥; Fe≥; HCO ₃ ≥; Ca ≤; Общ.ж ≤	Fe≥; SO ₄ ≤	Ca≥; HCO ₃ ≥; Eh≥; Na≤; Мин ≤; pH≤	SO ₄ ≤; Мин ≥; Fe≥; Eh≥; Ca ≥; Общ.ж ≥≤; Mg ≥≤; pH ≥	SO ₄ ≤; pH ≤; Fe≥	Мин≤; Cl ≤; SO ₄ ≤
Шамахинский район						
Скв. "Шамахи - 8"	pH≥; CO ₃ ≥; Cl≤; SO ₄ ≥≤; Общ.ж≥; Mg≥; Na≥; Мин≥; Fe≥; He≥	CO ₃ ≥; SO ₄ ≤; Na≥	Fe≥; Ca ≤	CO ₃ ≥; Fe≥; pH ≥; Мин≥≤; Cl ≤; Na≥≤; SO ₄ ≥≤; HCO ₃ ≥; ур.воды≤	Общ.ж ≤; Ca ≤; Eh≤; CO ₃ ≥; Na≥; SO ₄ ≤	Eh≤; HCO ₃ ≥; Cl ≤; Ca ≥
Скв. "Чухурюрд-49"	HCO ₃ ≥; SO ₄ ≤ Общ.ж≥; Mg≥; Na≤; Мин ≤;	-----	Cl≤; Общ.ж≥; Ca≥; Fe≥	pH ≥; Eh≥≤; CO ₃ ≥≤; HCO ₃ ≥; SO ₄ ≤; Ca ≥; Na≥; Мин ≥	CO ₃ ≥; SO ₄ ≥	Mg≥;Общ.ж≥ Ca ≥; CO ₃ ≥

Продолжение таблицы 1.						
1	2	3	4	5	6	7
Скв. "Шамахи - 9"	-----	-----	-----	Mg≥; Ca ≤	-----	pH≥; Eh≤; SO ₄ ≥; Mg≥; Na≥; Мин ≥
Скв. "Шамахи -10"	-----	-----	-----	Ca ≤	-----	Ca ≤
Сиязанский Район						
Скв. "Чап - Чаглы"	SO ₄ ≤; Eh≤	Общ.ж≥; Ca≥; Eh≤	HCO ₃ ≥; Na≥; Мин≥; Cl≥; Mg≥; Eh≥; SO ₄ ≥; pH≤	pH ≥; Na≥; SO ₄ ≥; CO ₃ ≥; Ca ≤; Мин≤	Общ.ж≥; Ca≥; Eh≤	pH≤
Колод. "Бююк-Гамья"				SO ₄ ≥	Mg≤; pH≤	
Шекинский район						
Ист. "Иситмя"	Cl ≤; Eh≤; Ca ≤; SO ₄ ≤; Na≥; Мин ≥	Mg≥; SO ₄ ≥; Мин ≥; Ca ≤; Eh≤	SO ₄ ≥≤; Мин≤; Ca ≤; Eh≤; Cl ≤; pH≤	SO ₄ ≥; Ca ≥≤; Мин≤; Mg≥≤;Общ.ж≤; Cl ≤; Eh≥≤; HCO ₃ ≤; pH≤;	Mg≥;Общ.ж≥; SO ₄ ≥; Мин ≥; Ca ≤; Eh≤	HCO ₃ ≥; SO ₄ ≤
Скв. "Пищевой Комбинат"	Cl ≤	Cl ≤	-----	Eh≤; Na≥≤; pH≤; SO ₄ ≥; HCO ₃ ≥;	Cl ≤	-----
Скв. "Тейбулаг"	-----	-----	-----	SO ₄ ≥; Мин ≥	Общ.ж≥; Na≥	Na≥; Мин ≥; SO ₄ ≤
Лянкяранский район						
Ист. "Тариб"	-----	-----	-----	Eh≤≤; Мин≥≤; HCO ₃ ≥;	-----	-----
Колод. "Осакуджа"	-----	-----	-----	Мин≥	Na≥	
Каспийское море						
Каспий-Абшерон	HCO ₃ ≥; CO ₃ ≥; Na≤; Eh≤	pH≤; Eh≥; CO ₃ ≥; Cl ≤;		pH≤≤; Eh≥; CO ₃ ≥; Cl ≤; Na≥≤; Мин ≥	Eh≤≤; CO ₃ ≥; Cl ≤; pH≤	Cl ≤
Каспий-Лянкяран	SO ₄ ≤; Мин≤			SO ₄ ≥≤; Мин≥		
Каспий-Сиязань	pH≤; HCO ₃ ≥≤; CO ₃ ≥; Cl ≥	Eh≤	-----	HCO ₃ ≥; Мин ≥≤; Na≥≤; SO ₄ ≥; CO ₃ ≥; Mg≥; pH≤	Eh≤	-----

В итоге, на основе разработанного метода “сканирование сейсмогенных зон по аномалиям в сейсмофлюидогеодинимических (СФГД) полях Азербайджана, с целью выявления микро сейсмогенных зон”, в отделе “Комплексные геохимические исследования” РЦСС при НАНА появилась реальная возможность более корректно и достоверно выполнять ежедневно оперативный, трансрегиональный, дистанционный прогноз землетрясений для Кавказско-Каспийского региона. При этом, достоверность сейсмопрогноза для основных сейсмологических параметров следующая: азимут равен 85÷90%, “диапазоны-интервалы” для: координат - 80÷88%; магнитуды - 75÷85%; времени реализации - 90÷98% (табл.2.).

**СТАТИСТИКА ПРАВИЛЬНОГО, ОПЕРАТИВНОГО, ДИСТАНЦИОННОГО
ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В КАВКАЗСКО-КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ
НА ОСНОВЕ КРУГЛОГОДИЧНОГО СФГД РЕЖИМА
В АЗЕРБАЙДЖАНЕ (03.01.2019 ÷ 30.12.2019 г.)**

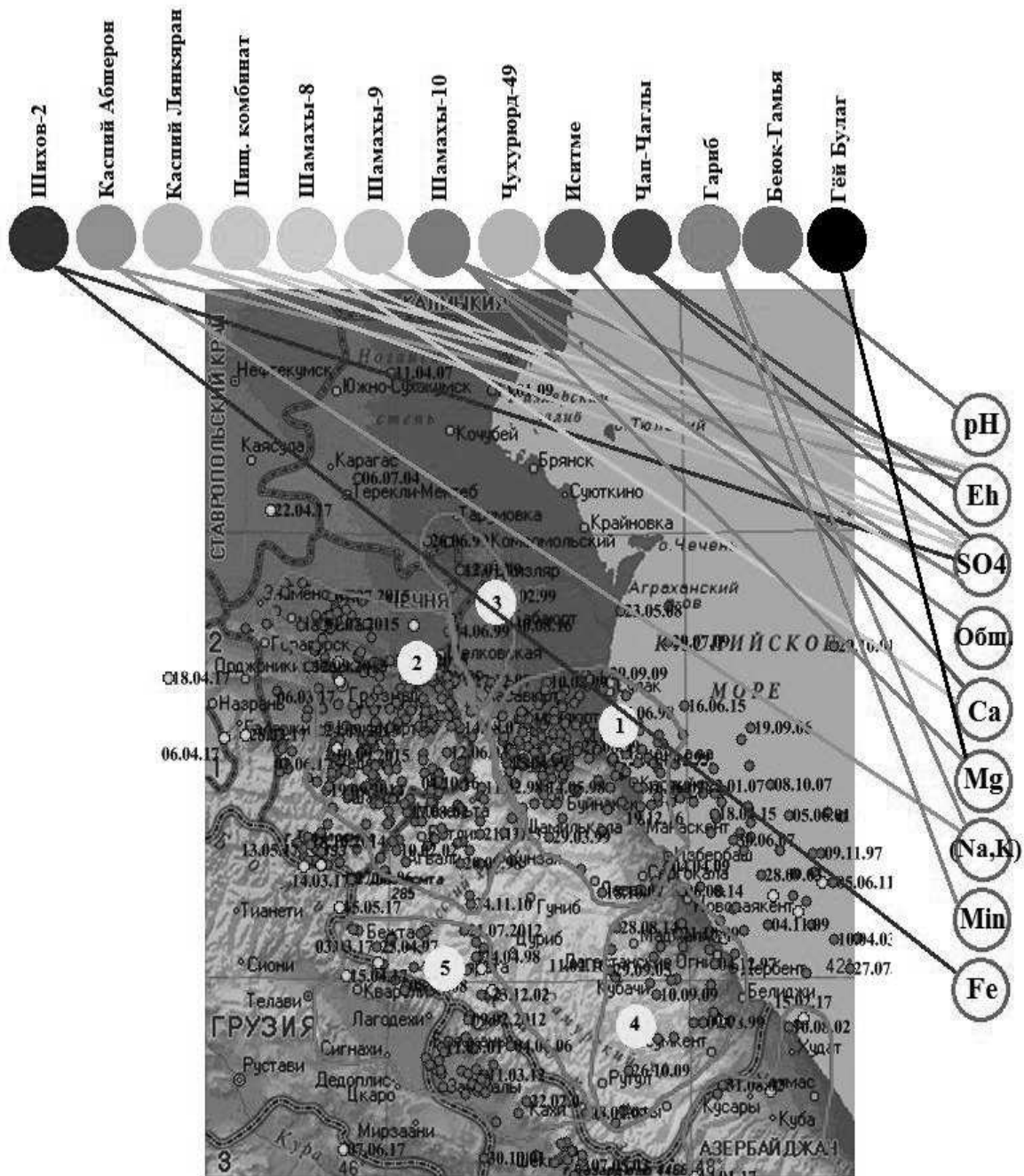
Данные о землетрясениях приведены из Каталогов землетрясений на сайтах:

<http://www.seismology.az> - РЦСС ПРИ НАНА

<http://www.ceme.gsras.ru> - ФИЦ ЕГС РАН (РОССИЯ – г. ОБНИНСК)

Таблица 2.

№	КАВКАЗСКО-КАСПИЙСКИЙ РЕГИОН Россия:(Республика Дагестан и Чеченская Республика; Азербайджан; Грузия	Количество реализованных землетрясений ($m_b \geq 3.0$), % на дату 30.12.2019	Прогноз подтвержден для количества земле- трясений ($m_b \geq 3.0$), % на дату 30.12.2019
1	2	3	4
1	Дагестан ($m_b \geq 3.0$)	22 (100%)	17 (77%)
2	Граница: Азербайджан- Дагестан ($m_b \geq 3.0$)	6 (100%)	2 (33%)
3	Чечня ($m_b \geq 3.0$)	12 (100%)	11 (92%)
4	Грузия ($m_b \geq 3.0$)	56 (100%)	27 (48%)
5	Граница: Азербайджан - Грузия ($m_b \geq 3.0$)	14 (100%)	4 (28.6%)



Условные обозначения микросейсмогенных зон (мкс/з):

1. Кизилорт-Избербашская, 2. Чеченская, 3. Кизляр-Хасавюртская,
4. Кубачи-Ахтынская, 5. Бежта-Лагодехи-Гахская

Рис. 1. Карта распределения впервые выявленных микросейсмогенных зон в пределах Кавказско-Каспийского региона и информативные СФД параметры, идентифицирующие их выявление (2017-2020 гг.). Мегантиклинорий Б.Кавказа: Россия (Дагестан-Чечня) – Грузия - Азербайджан. (Авторы: Керимова Р.А. и Кудрявцева Е.Н.; 2020).

Россия: Республика Дагестан - 128 км к от г. Махачкала, 44 км к С-СВ от г. Загатала (Азербайджан)
 (03.05.2017; $m=5.2$; $M_{max}=5.7$; $K=12$; $h=42$ км; $\phi=41.94$; $\lambda=46.79$) ИГ-1+2

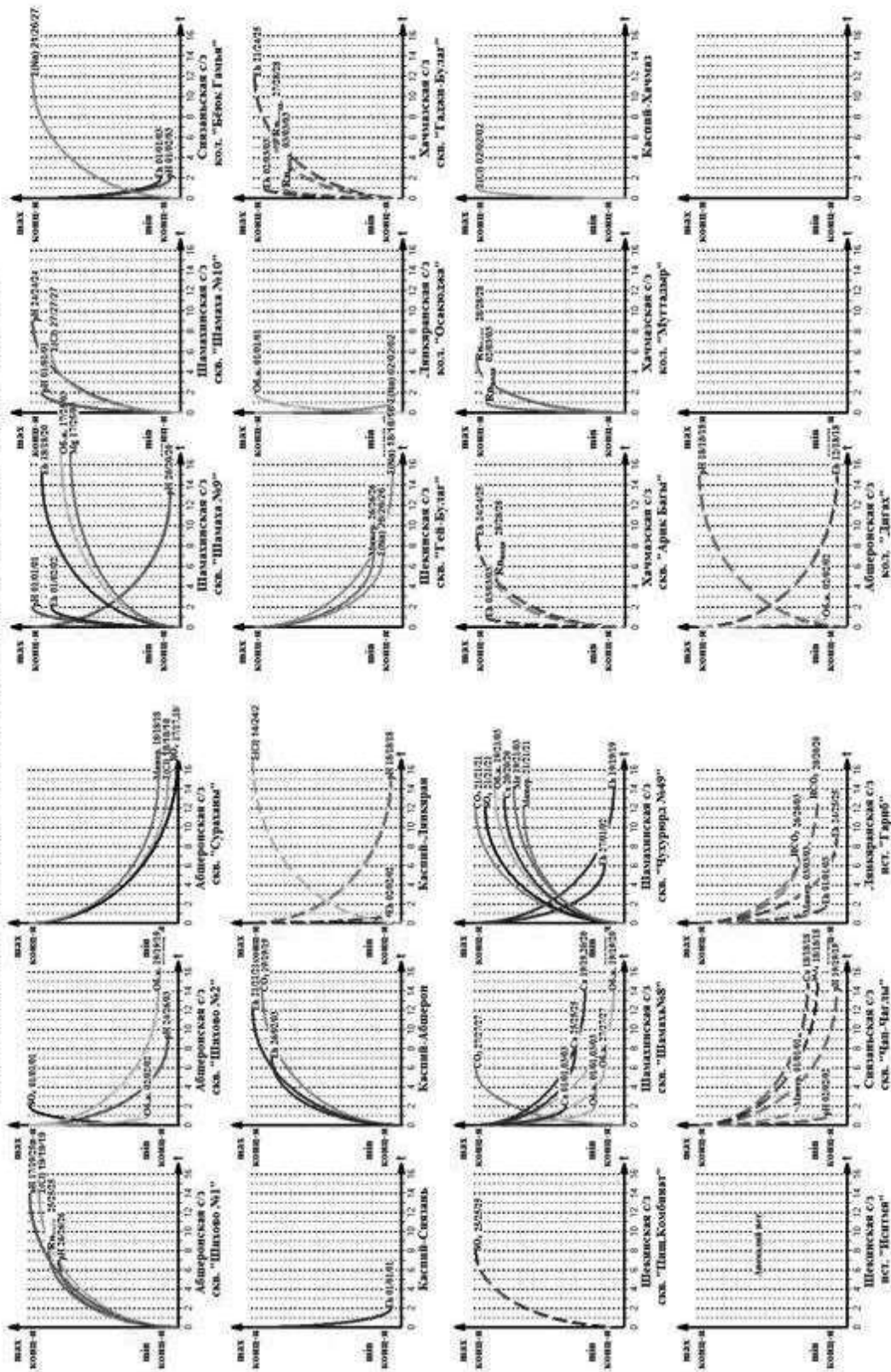


Рис. 2. Эталонный СФГД "портрет" очага землетрясения: Россия – Республика Дагестан. (Автор: Керимова Р.А. – 2001 г.)

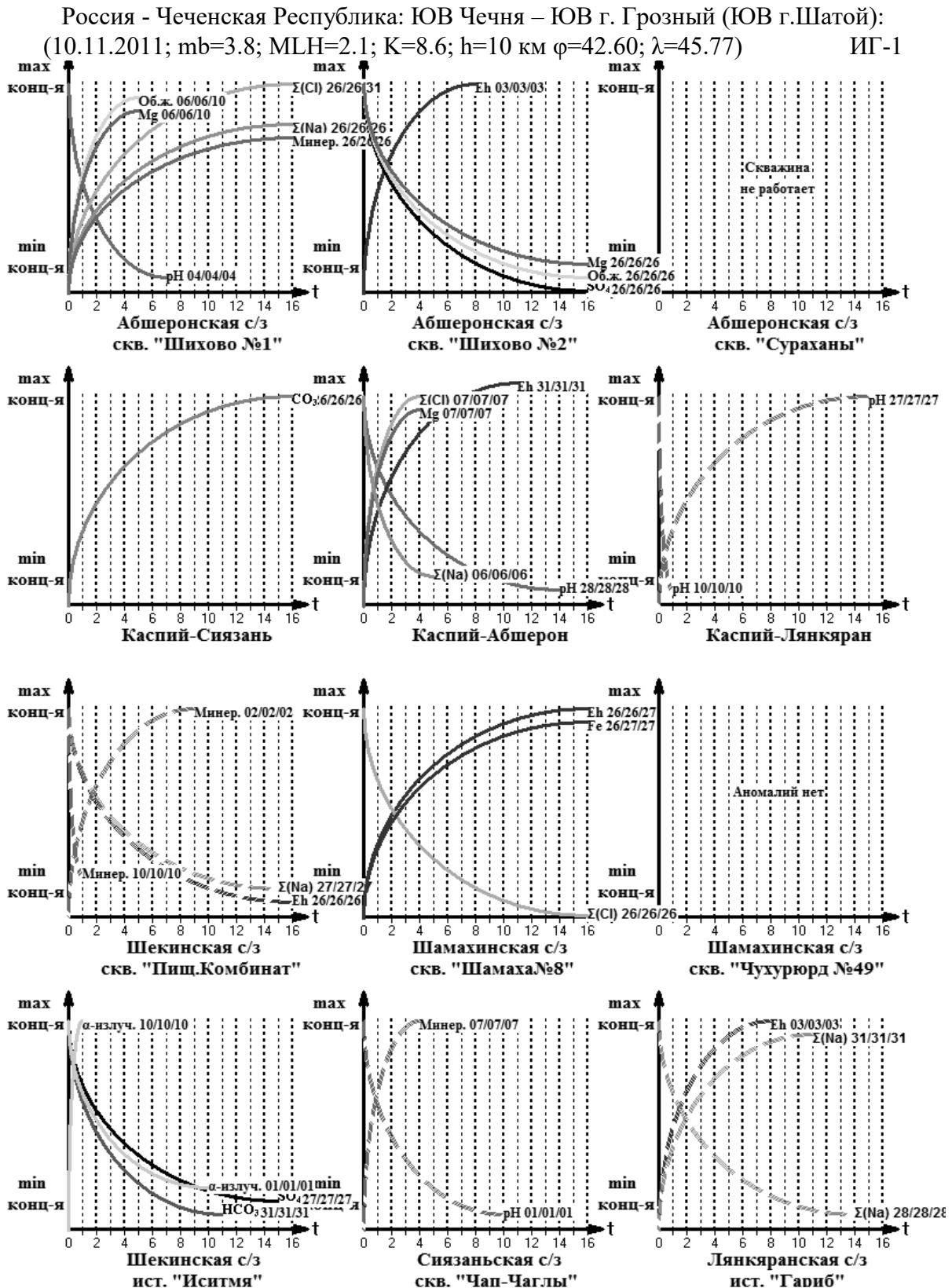


Рис. 3. Идентификационный график (ИГ-1). Эталонный СФГД "портрет" сейсмического очага, который реализовался: Россия - Чеченская Республика: ЮВ Чечня – ЮВ г. Грозный (ЮВ г.Шатой).

(Автор: Керамова Р.А. – 2001 г.). Юж. Грузия - г. Марнеули
 (11.04.2002; mb=4.1; h=10 км; $M_{pv}=4.0$; K=9.1; $\varphi=41.4$; $\lambda=44.8$) ИГ-1

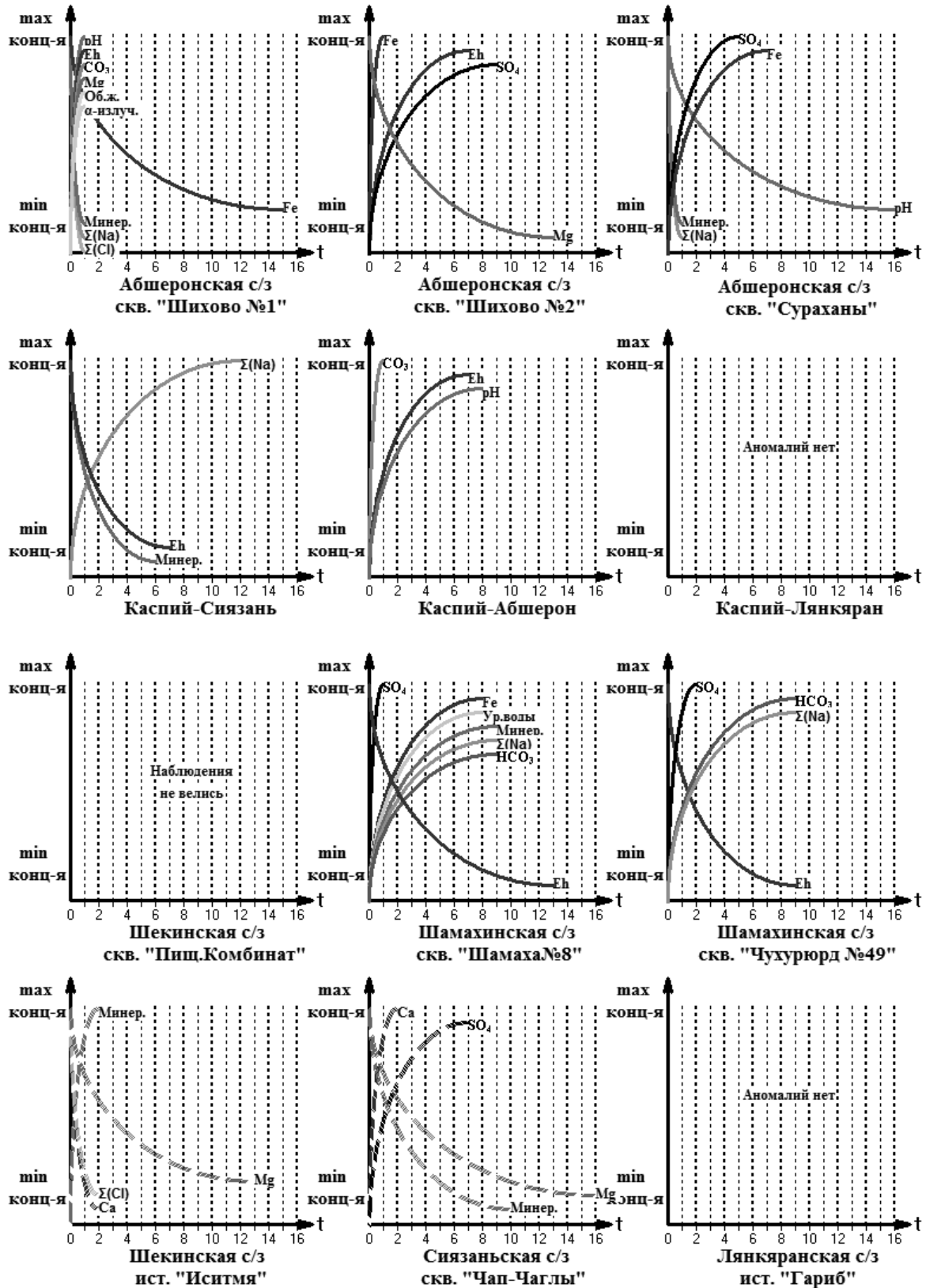
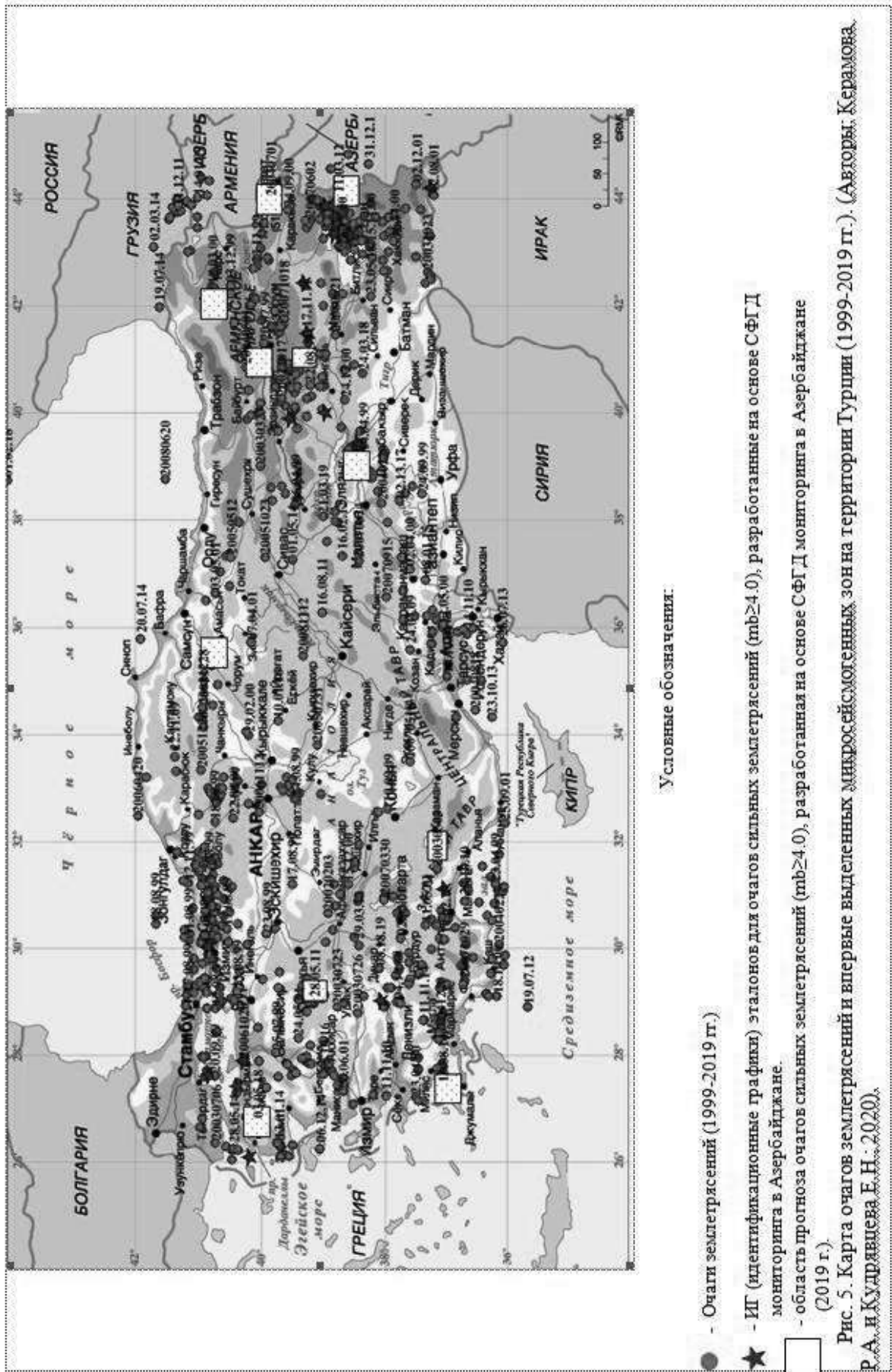
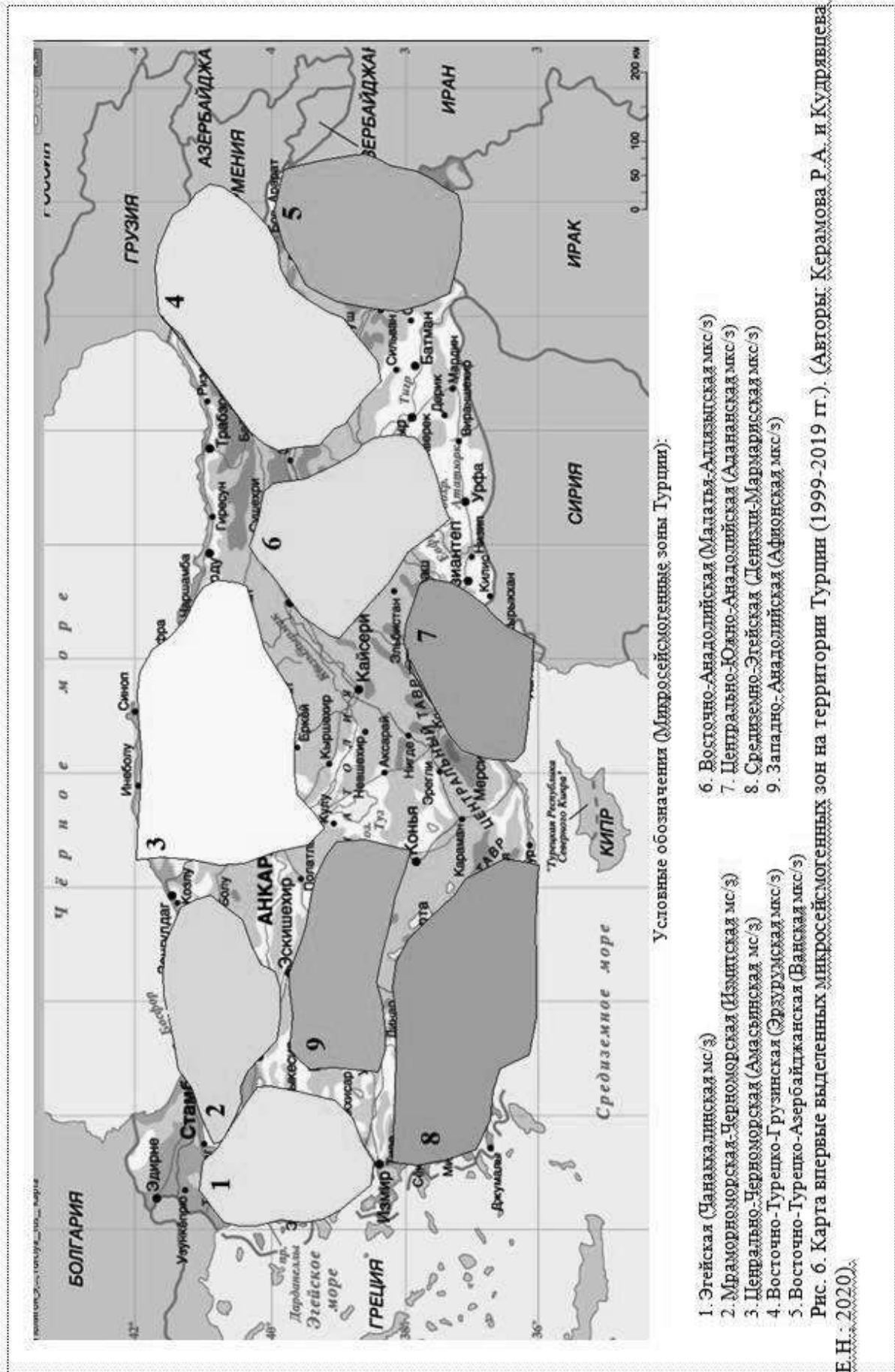


Рис. 4. Идентификационный график (ИГ-1). Эталонный СФГД "портрет" сейсмического очага, который реализовался: Юж. Грузия - г. Марнеули. (Автор: Керимова Р.А. – 2001 г.).





Результаты этих исследований имеют большое значение в практике сейсмопрогнозных работ, т.к. значительно повышают оперативность, надежность и корректность полученных данных. В настоящее время это направление работ продолжается в РЦСС НАНА, позволяя оперативно и дистанционно, только на основе круглогодичного **СФГД** мониторинга в Азербайджане, локализовать и выявлять микросейсмозоны в других конкретных, сейсмоактивных регионах мира. В качестве одного из таких примеров приведем впервые выявленные микросейсмозоны в Турции и Индонезии (рис. 3-4).

Литература

1. Керамова Р.А. - Сейсмичность и геохимические поля флюидов Азербайджана. Автореферат докторской диссертации. М., Институт Физики Земли, 2004. с. 3-63.
2. Керамова Р.А., Кудрявцева Е.Н., Абдулразагова Р.А. - “Важнейшие НАН Азербайджана 2012 г.”.
3. Керамова Р.А., Аббаслы О.А. “Комплексная автоматизированная технология №1 для оперативной оценки сейсмической обстановки и дистанционного, оперативного сейсмопрогноза в любом регионе мира только на основе мониторинга сейсмомодинамического режима флюидов (СФД) в Азербайджане – **“Identfire”**. Агентство Интеллектуальной Собственности Азербайджанской Республики. Свидетельство № 10565 о регистрации произведения (компьютерные программы – DVD). Регистрационный номер: 01 /С-10104-19. Дата регистрации - 10.01.2019.
4. Керамова Р.А., Аббаслы О.А. “Автоматизированная технология № 2 для оперативной оценки сейсмической обстановки и дистанционного, оперативного сейсмопрогноза в любом регионе мира только на основе мониторинга сейсмомодинамического режима флюидов (СФД) в Азербайджане – **“Autolog”**. Агентство Интеллектуальной Собственности Азербайджанской Республики. Свидетельство № 10566 о регистрации произведения (компьютерные программы – DVD). Регистрационный номер: 01 /С-10105-19. Дата регистрации: 10.01.2019.
5. Керамова Р.А. - Новые сейсмозоны Каспия, выявленные по аномалиям в сейсмогеохимических полях флюидов Азербайджана //Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) # 2 (23), 2016 | НАУКИ О ЗЕМЛЕ. (Impact factor). С. 157-162.
6. Keramova RA. - Scan results of seismic zones in the Caspian sea on the seismicfluidogeodynamical (**SFGD**) fields of Azerbaijan. Second European Conference of Earthquake Engineering and Seismology (SEES-2014), Section - **ESK** – 2014. (Türkiyə, İstanbul, 25-29 Avqust, 2014).
7. Keramova RA. - The results of the distance, operational seismic forecasting, which was made in Azerbaijan for the different regions of the world, on the basis of year-round fluid’s monitoring in Azerbaijan. 36-th General Assembly of the European Seismological Commission (2-7 September 2018. Valetta-Malta). ESC 2018, §16–1074. P.343-344. www.escmalta2018.eu.

УДК 550.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-24-30

ЮЖНО-ЯКУТСКОЕ (20.04.1989) ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ:
ТЕКТОНИЧЕСКИЙ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ*Стогний В.В., Стогний Г.А.
Кубанский государственный университет*SOUTH YAKUTSK (20.04.1989) EARTHQUAKE:
TECTONIC AND GEOPHYSICAL ASPECTS*Stogniy V.V., Stogniy G.A.
Kuban State University*

Южно-Якутское землетрясение (ЮЯЗ) с магнитудой 6,6 произошло 20 апреля 1989 г. и сопровождалось серией афтершоков, которых было зарегистрировано с 20 апреля по декабрь 1989 г. более 3 тысяч, в 1990 г. – около 500, а в 1991 г. – более 100 [3, 4]. Регистрация сейсмических событий осуществлялась сетью региональных сейсмических станций (СС), ближайшие из которых к эпицентральной зоне ЮЯЗ – Тунгурча, Усть-Нюкжа, Чульман (рис. 1), которые позволяли без заметных пропусков регистрировать землетрясения с $K \geq 7$. Была развернута также сеть из пяти временных полевых станций на расстоянии от 25 до 75 км от эпицентра ЮЯЗ (рис. 1), в их числе (в скобках – период функционирования временных станций в 1989 г.): Сыллах (9 мая – 5 августа), Кабактан (16 мая – 21 июля), Амедичи (6 мая – 5 августа), Ярога (9 мая – 5 августа), Чокчой (1 июня – 21 июля), с помощью которых осуществлялась регистрация землетрясений начиная с 6-го энергетического класса. На сейсмическом полигоне «Олёкма», расположенной в 90 км юго-западнее эпицентра ЮЯЗ (рис. 1), Проблемной научно-исследовательской лабораторией землетрясений Якутского государственного университета (ПНИЛЗ ЯГУ) в период 1985–1989 гг. выполнялась регистрация вариаций геофизических полей с целью поисков предвестников землетрясений, наиболее представительные материалы в этом плане были получены по данным наблюдений вариаций электромагнитного излучения (ЭМИ) [7]. Таким образом, ЮЯЗ оказалось одним из наиболее сильных в Олёкмо-Становой сейсмической зоне из зарегистрированных в инструментальный период (вторая половина XX века) и наиболее детально изученных. В статье приведены некоторые тектонические и геофизические аспекты данного землетрясения.

Олёкмо-Становая сейсмическая зона и расположенная западнее от неё Байкальская рифтовая зона составляют Байкало-Становой сейсмический пояс, протягивающийся от оз. Байкал до Удской губы Охотского моря [2]. При этом Олёкмо-Становая сейсмическая зона и расположенная к югу от неё субпараллельная Тукурингро-Джагдинская сейсмическая зона, протягивающаяся из Монголии вдоль хребтов Тукурингра–Джагды–Сохтахат в Приамурье до Охотского моря, расположены практически симметрично относительно Каларо-Чогарского глубинного разлома, выделенного и обоснованного по геофизическим данным [10], интерпретируемого как сutura между Евроазиатской и Амурской литосферными плитами. Непосредственно зона Каларо-Чогарского разлома практически асейсмична, а максимумы сейсмической активности наблюдаются на расстоянии примерно в 100 км к северу и югу от неё, в пределах соответственно Олёкмо-Становой и Тукурингро-Джагдинской сейсмических зон. Такой характер распределения сейсмичности связан, по-видимому, с реологическими особенностями как самой зоны Каларо-Чогарского разлома, так и перекрывающими его структурами Станового мегаблока Алдано-Станового щита. Практически асейсмичная зона Каларо-Чогарского межплитного разлома, верхняя часть которой представлена транспрессионной структурой Станового мега-

блока, по-видимому, представляет собой меланж мелких разноглубинных блоков и не является областью накопления напряжений. Природа землетрясений Алдано-Станового щита обусловлена главным образом разрядкой напряжений, вызванных взаимодействием Евразийской и Амурской литосферных плит, фронтальные части которых (на расстоянии до 200 км) представляют собой области максимального сдвига- и надвигообразования [9].

Во второй половине XX века в пределах Олёкмо-Становой сейсмической зоны зарегистрировано несколько землетрясений с магнитудой более 6,0: Нюкжинское (05.01.1958, $M = 6,5$); Олёкминское (14.09.1958, $M = 6,4$); Тас-Юряхское (19.01.1967, $M = 7,0$) и Южно-Якутское (20.04.1989, $M = 6,6$). Эпицентр ЮЯЗ располагается на расстоянии около 100 км северо-восточнее Олёкминской группы, в которую входят Нюкжинское, Олёкминское и Тас-Юряхское землетрясения, а также многочисленные более слабые. Из исторических землетрясений известно Учурское землетрясение (08.08.1895), эпицентр которого располагался в 600 км к востоку от Олёкминской группы, а магнитуда согласно оценке $M \approx 6,5$ [11]. В Байкальской рифтовой зоне зарегистрированы землетрясения с магнитудой, превышающей 7,0: Муйское 1957 г. ($M = 7,6-7,8$) и Моготское 1967 г. ($M = 7,8$).

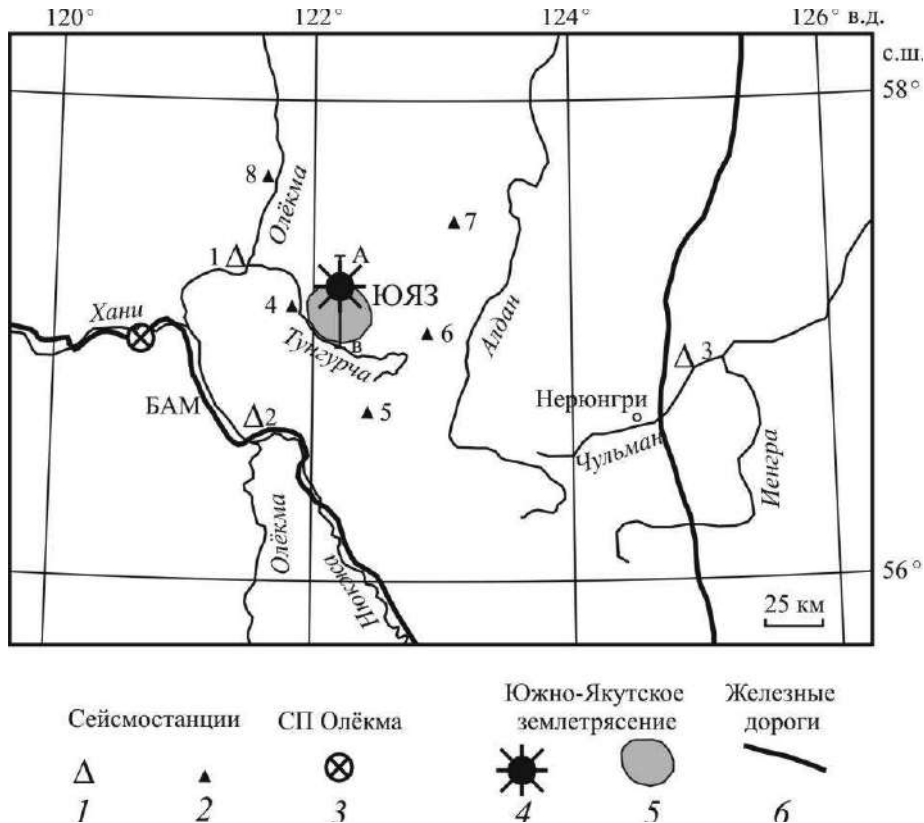


Рис. 1. Схема местоположения Южно-Якутского землетрясения (20.04.1989 г.): 1,2 – сейсмические станции по [4]: 1 – стационарные (1 – Тунгурча, 2 – Усть-Нюкжа, 3 – Чульман), 2 – временные полевые (4 – Сыллах, 5 – Кабактан, 6 – Амедици, 7 – Ярога, 8 – Чокчой); 3 – сейсмический полигон (СП) Олёкма; 4,5 – Южно-Якутское землетрясение (ЮЯЗ) по [4]: 4 – эпицентр основного толчка, 5 – область афтершоков; 6 – железные дороги (БАМ – Байкало-Амурская магистраль)

Согласно вычисленным по гравитационному полю на основе методики Е.Н. Люстиха [8] значениям уровня «свободной мантии», контуры Олекмо-Становой сейсмической зоны охватывают Ханинский региональный максимум, на западном градиенте которого расположен эпицентр Муйского землетрясения, а на восточном – эпицентры Олёкминской группы и ЮЯЗ, и Тимптонский региональный максимум, на северном градиенте которого находится эпицентр Учурского землетрясения (рис. 2). Олёкминское, Нюкжинское и Тас-Юряхское землетрясения

составляют Олёкминский максимум сейсмичности (междуречье левых притоков Олёкмы, Тас-Юряха и Имангры), в пределах которого регистрируется до 100 сейсмических событий в год [2], имеющих, по-видимому, единый механизм возникновения. Приуроченность эпицентров сильных землетрясений Олёкмо-Становой сейсмической зоны к градиентам Ханинского и Тимптонского региональных поднятий уровня «свободной мантии» позволяет рассматривать эти области как наиболее сейсмоактивные, в пределах которых происходит максимальное накопление тектонических напряжений земной коры.

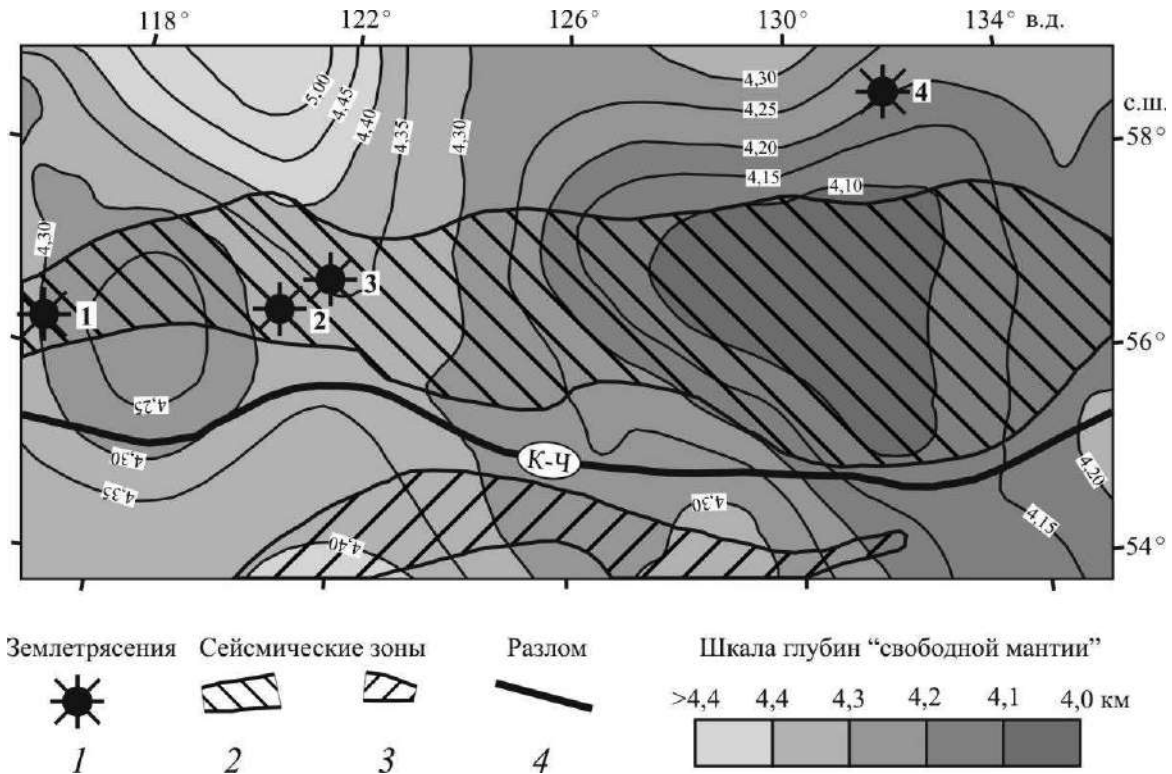


Рис. 2. Положение Олёкмо-Становой сейсмической зоны по отношению к элементам рельефа уровня «свободной мантии» Алдано-Станового щита. 1 – землетрясения с $M > 6,0$ (1 – Муйское, 1957, $M = 7,6-7,8$; 2 – Олекминской группы (Нюкжинское, 1958, $M = 6,5$; Олёкминское, 1958, $M = 6,4$; Тас-Юряхское, 1967, $M = 7,0$), 3 – Южно-Якутское, 1989, $M = 6,6$; 4 – Учурское, 1895, $M \approx 6,5$); 2, 3 – сейсмические зоны: 2 – Олёкмо-Становая, 3 – Тукурингро-Джагдинская; 4 – линия межплитного Каларо-Чогарского (К-Ч) разлома

Глубина гипоцентров землетрясений Олёкмо-Становой сейсмической зоны варьирует в широких пределах, от верхних горизонтов земной коры глубиной в несколько километров, до её нижних горизонтов, глубиной 40–50 км. Распределение гипоцентров землетрясений северной части Олёкмо-Становой сейсмической зоны по глубине на различных интервалах времени наблюдения за период 1970–1989 гг. характеризуется следующей закономерностью. В 1970–1975 гг. интервал определенных глубин гипоцентров землетрясений составляет 8–26 км, с их наиболее вероятными значениями 12–18 км, в 1975–1980 гг. такой характер распределения гипоцентров в целом сохраняется. В 1981–1985 гг. интервал глубин гипоцентров расширился до 4–36 км. В период перед ЮЯЗ (1986–20.04.1989) вариационная кривая гипоцентров становится более полой, а их глубины гипоцентров увеличиваются до 40–44 км. Увеличение глубины гипоцентров перед Южно-Якутским землетрясением позволяет предположить, что при подготовке сильного землетрясения активизируется земная кора на всю её мощность.

Гипоцентры землетрясений Олёкминской группы расположены под надвинутой на Алданский мегаблок фронтальной частью Станового мегаблока, очаг Олёкминского землетрясе-

ния приурочен непосредственно к подошве Станового мегаблока, а Нюкжинского и Тас-Юряхского землетрясений расположены на 4–5 км глубже, в зоне тектонических напряжений, создаваемых современным движением Каларского блока гранулитов, являющегося одним из «тяжёлых» (в гравитационном поле отражается максимумом) объектов Станового мегаблока.

Эпицентр ЮЯЗ расположен в западной (Усмунской) части Чульманской впадины и в плане соответствует северной градиентной зоне Усмунского гравитационного минимума, область афтершоков площадью около 500 км² смещена к югу от основного толчка (рис. 1). Отметим, что эпицентры афтершоков Тас-Юряхского землетрясения (18.01.1967, $M = 7,0$) группируются к северу от основного толчка, а для Ларбинского землетрясения (14.06.1971, $M = 5,9$) характерно симметричное расположение афтершоков относительно основного толчка [2].

Гипоцентр ЮЯЗ соответствует глубине 27 км, при этом структура земной коры района землетрясения представляется следующим образом [6]. Земная кора имеет трёхслойное строение. Верхний слой имеет мощностью около 15 км, в верхней его части развиты осадочные отложения Чульманской впадины мощностью до 3–4 км, при этом Усмунский гравитационный минимум обусловлен суммарным влиянием осадочных отложений Чульманской впадины и области разуплотнения кристаллического фундамента Алданского мегаблока, плотность которых соответствует 2,65 г/см³ при средней плотности инфракомплекса 2,67–2,70 г/см³. Породы среднего слоя земной коры с глубиной залегания подошвы 33–35 км и плотностью 2,80–2,82 г/см³ имеют более основной состав, до среднего–основного, но обладают более высокой расслоенностью и подвижностью. Нижний слой земной коры, подошвой которого является граница Моховичича на глубине 42–45, имеет плотность 3,10 г/см³, этот слой сложен базальтоидами и имеет значительно меньшую подвижность, чем вышележащий средний слой.

За четыре минуты до основного толчка ЮЯЗ был зафиксирован форшок с магнитудой $M = 4,0$, а в последующем была зафиксирована большая серия афтершоков, количество которых превышает 3 тысячи [3], наиболее значительная их часть реализовывалась на глубинах 10–36 км, при этом непосредственно после основного события ЮЯЗ (20.04–31.05 1989) глубина гипоцентров основной части афтершоков была сконцентрирована в узком диапазоне 18–30 км среднего слоя земной коры, далее с течением времени (июнь 1989 г. – декабрь 1990 г.) интервал глубин гипоцентров афтершоков расширяется как в сторону малых, так и в сторону больших глубин. Спустя 4 месяца после основного события активизировалась верхняя часть земной коры очаговой области, а зона активизации сместилась на 8–10 км к западу от её первоначального положения [4]. В период 1991–1995 гг. происходит дальнейшее увеличение глубины гипоцентров землетрясений до 48–52 км, а область расширяется и к северу от эпицентра основного толчка ЮЯЗ.

Вертикальное сечение области афтершоков ЮЯЗ в изолиниях их плотности, а также местоположения гипоцентров форшока, основного толчка наиболее интенсивных афтершоков показано на рис. 3. Максимум плотности распределения гипоцентров афтершоков приходится на глубины 22–28 км средней коры. Характер изолиний плотности распределения гипоцентров афтершоков по глубине на разрезе, проведенном через очаг ЮЯЗ, определяется особенностями реологического строения и изменением сейсмотектонических напряжений и исследуемом периоде.

Южно-Якутское землетрясение (20.04.1989 г., $M = 6,6$) произошло на глубине 27 км и сопровождалось серией афтершоков, количество которых превышает 3 тысячи, основная часть которых реализовывалась на глубинах 10–36 км. При этом непосредственно после землетрясения (20.04–31.05 1989 г.) афтершоки были сконцентрированы в узком диапазоне 18–30 км, далее с течением времени (июнь 1989 г. – декабрь 1990 г.) интервал реализации землетрясений расширяется как в сторону малых, так и в сторону больших глубин, а вариационная кривая глубин гипоцентров землетрясений становится более пологой.

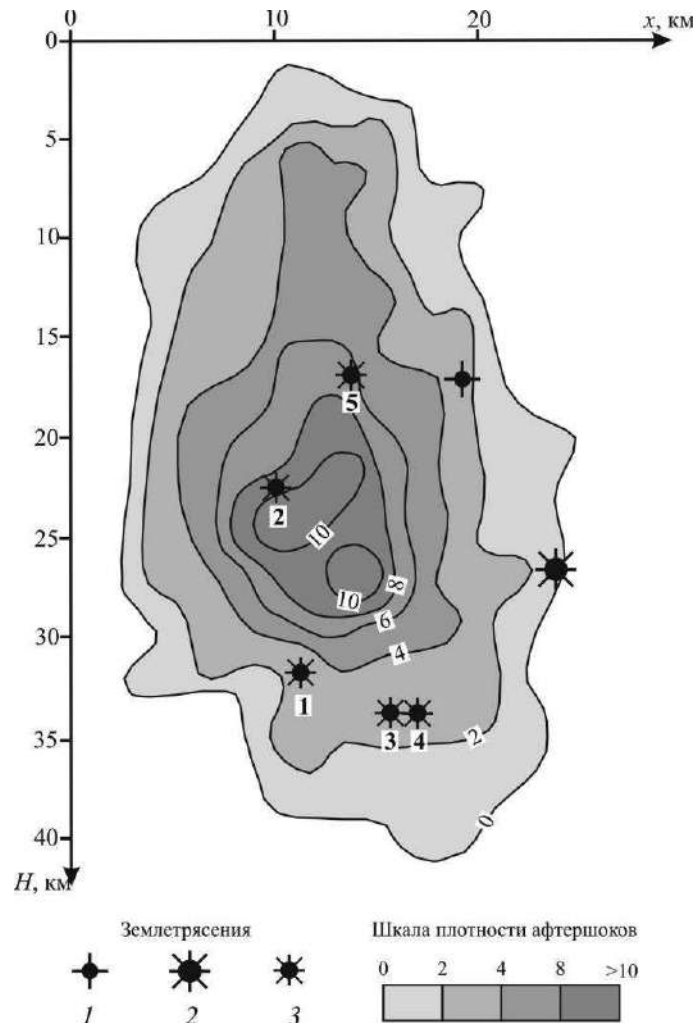


Рис. 3. Вертикальное сечение области ЮЯЗ по данным наблюдений за период 20.04–31.12.1989 по [4]: 1 – форшок (20.04, $M = 4,0$); 2 – ЮЯЗ (20.04, $M = 6,6$); 3 – сильные афтершоки ЮЯЗ (1 – 21.04, $M = 4,0$; 2 – 24.04, $M = 4,3$; 3 – 29.04, $M = 5,2$; 4 – 07.05, $M = 4,9$; 5 – 17.05, $M = 6,0$). Изолинии – плотность распределения гипоцентров афтершоков по глубине (количество гипоцентров на единицу площади вертикального сечения).

В период 1991–1995 гг. происходит дальнейшее увеличение глубины гипоцентров землетрясений до 48–52 км [10].

Наблюдения вариаций ЭМИ на сейсмическом полигоне «Олёкма» проводились с 1986 по 1991 г. [7]. Для исследований использовался селективный вольтметр ВС-6 с кольцевой антенной, имеющей резонансную частоту $f = 11,5$ кГц. Суточный ход ЭМИ обычно не превышал 40 мВ, при этом наиболее интенсивные аномалии ЭМИ регистрировались в период ледохода на р. Олёкма (17 км от СП «Олёкма»), причина возникновения которых, вероятно, связана с процессами трещинообразования льда. Резко аномальный характер вариаций ЭМИ был зарегистрирован в период Южно-Якутского землетрясения (рис. 4).

Аномальный характер вариаций ЭМИ в период 12 апреля – 25 мая 1989 г. (рис. 4) характеризуется следующими особенностями. За несколько дней до основного события ЮЯЗ (20.04.1989) в период 13–16 апреля наблюдались всплески ЭМИ интенсивностью до 60–75 мВ, в последующем, до основного события, вариации ЭМИ не превышали 10–15 мВ, а в период, последовавший за основным толчком, с 20 по 24 апреля, амплитуда вариаций увеличилась до 20–25 мВ. Отметим, что в этот период, последовавший за основным толчком, произошло два крупных афтершока, примерно через сутки и четверо суток (21.04, $M = 4,0$ и 24.04, $M = 4,3$). В период с 25 по 28 апреля наблюдался повторный всплеск интенсивности вариаций ЭМИ, ам-

плитуда которых достигала 100–120 мВ, что более чем на порядок превышает фоновые значения, а затем после короткого периода малоамплитудной изменчивости ЭМИ последовал очередной афтершок (29.04, $M = 5,2$), а в период с 1 по 5 мая наблюдался очередной всплеск вариаций ЭМИ амплитудой до 50–80 мВ, вслед за которым, в период относительно малоизменчивого характера вариаций ЭМИ, произошел очередной афтершок (07.05, $M = 4,9$). В период с 14 до 16 мая наблюдались две фазы интенсивных вариаций ЭМИ, с 8 по 12 мая интенсивностью до 70 мВ, и, после короткого перерыва, с 13 по 16 мая более изменчивые и интенсивные, до 100 мВ, предшествующие наиболее сильному афтершоку (17.05, $M = 6,0$), после которого последовал довольно длительный период относительно редких всплесков ЭМИ интенсивностью до 30–40 мВ.

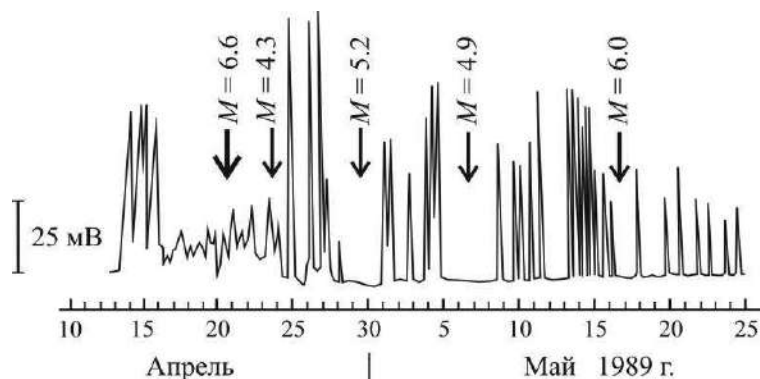


Рис. 4. Вариации интенсивности ЭМИ [7] Южно-Якутского землетрясения за период с 12 апреля по 25 мая 1989 г. Стрелками отмечено основное сейсмическое событие (20.04.1989) ЮЯЗ и его сильные афтершоки (24.04, 29.04, 07.05 и 17.07 1989 г.)

Сложный характер изменчивости вариаций ЭМИ в период, предшествующий основному толчку ЮЯЗ (20.04, $M = 6,6$) и последовавшей за ним афтершоковой активности отражает, на наш взгляд, особенности сейсмического процесса в очаговой зоне. Так, общий экспоненциальный характер затухания сейсмической активности нарушался резкой интенсификацией активности после каждого сильного афтершока (21, 24, 29 апреля и 7, 17 мая 1989 г.), после каждого из которых наблюдалась серия повторных толчков, а наиболее крупная последовательность афтершоков наблюдалась после наиболее сильного афтершока (17.05, $M = 6,0$), после которого в течение 10 дней было зарегистрировано 565 афтершоков, что составляет 16% от их общего числа [4].

Вариации электромагнитного излучения (ЭМИ) уже около полувека изучаются с целью выявления предвестников землетрясений, приоритет в разработке теории и методики таких исследований принадлежит отечественным ученым [1]. Электромагнитное излучение искусственных и естественных источников исследуется в широком частотном диапазоне (10^4 – $1,5 \cdot 10^6$ Гц). Результаты полевых наблюдений вариаций ЭМИ в России, Японии и других странах [1, 5] указывают на их возможную связь с процессами подготовки землетрясений. Аномальные вариации ЭМИ были зарегистрированы перед Карпатским землетрясением в Румынии (4.03.1977, $M = 7,2$) при измерении числа импульсов ЭМИ в определённый интервал времени на вертикальную штыревую антенну в диапазоне частот 0,5–50 кГц на расстоянии около 300 км от эпицентра, а также перед Иранским землетрясением (16.09.1978, $M = 7,4$) при регистрации интенсивности ЭМИ на трёх частотах (27, 385 и 1630 кГц) на расстоянии около 1200 км от эпицентра. Вместе с тем, особенности вариаций ЭМИ в период, предшествующий ЮЯЗ (12–20 апреля 1989 г.) и последовавшим вслед за основным толчком ЮЯЗ периодом наибольшей афтершоковой активности (до 25 мая 1989 г.) свидетельствует о более сложной зависимости аномалий ЭМИ от характера сейсмического процесса. Так, довольно сильные афтершоки, последовавшие вслед за основным толчком (21.04, $M = 4,0$ и 24.04, $M = 4,3$), практи-

чески не сопровождалась всплесками интенсивных аномалий ЭМИ, а последовавшие вслед за этим сильные афтершоки (29.04, $M = 5,2$; 07.04, $M = 4,9$; 17.04, $M = 6,0$) по характеру вариаций ЭМИ в периоды, предшествующие этим афтершокам, во многом подобны аномалиям ЭМИ основного события ЮЯЗ (20.04, $M = 6,6$). Наиболее сильный из афтершоков (17.04, $M = 6,0$) отражается очень специфической последовательностью аномальных вариаций ЭМИ в период, предшествующий землетрясению (две фазы интенсивных вариаций ЭМИ, с 8 по 16 мая) и редкими интенсивными всплесками интенсивности ЭМИ, с 17 по 25 мая. В связи с этим можно сделать вывод, что интенсивные вариации ЭМИ за несколько дней до крупных землетрясений могут рассматриваться как вероятные предвестники, с другой стороны, характер этих вариаций в значительной степени отражает специфику сейсмического процесса в очаговой зоне и в каждом конкретном случае требует целенаправленного анализа.

Таким образом, тектоническое положение ЮЯЗ в региональном плане определяется его локализацией в пределах северной части Олёкмо-Становой сейсмической зоны, которая Каларо-Чогарским межплитным разломом разделена на две ветви, при этом области интенсивного проявления сейсмичности расположены во фронтальных частях Евразийской и Амурской континентальных плит. Северная сейсмическая ветвь шириной до 200 км приурочена к краевой части Евразийской плиты, а южная – к Амурской плите. Приуроченность наиболее сильных землетрясений Олёкмо-Становой сейсмической зоны к градиентным областям уровня «свободной мантии» позволяет предположить, что в их подготовке и реализации определяющим являлось геодинамическое и реологическое взаимодействие на уровне земная кора – верхняя мантия. Глубина гипоцентра ЮЯЗ в 27 км соответствует уровню среднего, наиболее подвижного слоя земной коры, при этом максимум плотности распределения гипоцентров афтершоков непосредственно после землетрясения приходится на глубины 22–28 км средней коры, а с течением времени интервал реализации афтершоков расширяется как в верхние области, до первых километров от поверхности, так и в нижние области, вплоть до границы кора – мантия на глубинах 48–52 км. Отражением сложных процессов в очаговой области ЮЯЗ являются определённые закономерности вариаций ЭМИ, которые могут быть объектом специальных исследований.

Литература

1. Гохберг М.Б., Гуфельд М.Л., Добровольский И.П. и др. Электромагнитные предвестники землетрясений. М.: Наука, 1982. 88 с.
2. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмотектоника Олёкмо-Становой сейсмической зоны (Южная Якутия) //Литосфера, 2005, № 2, с. 21–40.
3. Козьмин Б.М., Голенецкий С.И., Николаев В.В. и др. Южно-Якутское землетрясение 20 апреля 1989 года. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1992. 45 с.
4. Козьмин Б.М., Голенецкий С.И., Николаев В.В. и др. Афтершоки Южно-Якутского землетрясения 20 апреля 1989 года. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1993. 66 с.
5. Рикитак Т. Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1979. 388 с.
6. Стогний В.В., Смелов А.П., Стогний Г.А. Глубинное строение Алданского щита //Геология и геофизика. 1996. Т. 37. № 10. С. 148-161.
7. Стогний В.В., Статива А.С. Прогноз землетрясений в зоне БАМ - АЯМ и Южно-Якутского ТПК //ВУЗ и наука в Южной Якутии. Якутск: Изд-во ЯГУ. 1996. С. 23-28.
8. Стогний В.В., Стогний Г.А. Физика Земли: учебное пособие. Якутск: изд-во Якутского университета, 2000. 190 с.
9. Стогний В.В., Стогний Г.А. Сейсмотектоническая модель Алдано-Станового щита (Восточная Сибирь) //Экологический вестник научных центров ЧЭС. 2014. № 1. С. 85–92.
10. Стогний Г.А., Стогний В.В. Геофизические поля восточной части Северо-Азиатского кратона, Якутск: ГУП НИПК «Сахаполиграфиздат», 2005. 164 с.
11. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. 571 с.

УДК 550.349.4

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-31-35

ОПЫТ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА

Асманов О.А., Адилов З.А.

Единая геофизическая служба Российской академии наук

Описывается история развития сейсмологических наблюдений и опыт изучения землетрясений на территории Дагестана.

Ключевые слова: Дагестанское землетрясение, инструментальные данные, эпицентральная зона.

EXPERIENCE OF INSTRUMENTAL STUDY OF EARTHQUAKES IN THE TERRITORY OF DAGESTAN

Asmanov O.A., Adilov Z.A.

Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences

The history of the development of seismological observations and the experience of studying earthquakes in the territory of Dagestan are described.

Keywords: Dagestan earthquake, instrumental data, epicentral zone.

Введение.

На протяжении 50 лет (1970-2019 гг.) выполнен значительный объем работ по изучению сейсмичности после неожиданной реализации девятибалльного землетрясения 14 мая 1970 года. В 1970 году ИФЗ АН СССР направил в эпицентральную зону Дагестанского землетрясения сейсмическую экспедицию, которая проводила регистрацию повторных толчков. Это позволило впервые в Дагестане достаточно детально изучить эпицентральную зону. Наряду с этим сотрудники лаборатории сейсмологии Института физики ДФ АН СССР создали пять региональных станций. Впоследствии на базе сейсмологической лаборатории в 1979 г. была организована Опытно-методическая партия, которая провела большую работу по расширению сети сейсмических станций для регистрации местных землетрясений Дагестана и смежных районов. Это позволило достаточно детально изучить некоторые сейсмоактивные районы, выделить отдельные эпицентральные зоны, в ряде случаев уверенно связать проявленную сейсмичность с геологическим строением и тектонической деятельностью.

Сейсмометрические наблюдения в Центральной зоне Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 года.

При изучении сильных землетрясений особую ценность имеет информация, получаемая сетью близких к очагу сейсмических станций. В этой связи очень важна регистрация афтершоковых землетрясений в эпицентральной зоне после реализации главного землетрясения.

Неожиданное сейсмическое событие на Северном Кавказе – девятибалльное землетрясение 14 мая 1970 г. в Дагестане с массовым разрушением населённых пунктов и человеческими жертвами оставила неизгладимый след в памяти населения республики.

Сотрудники Лаборатории сейсмологии Института физики ДФ АН СССР под руководством заведующего лабораторией Р.А. Левковича возглавили весь комплекс работ по изучению землетрясения. Первоочередная задача заключалась в детальном изучении последствий землетрясения. Когда же в эпицентральную зону землетрясения пришла группа инструментального наблюдения Института физики Земли во главе с Н.В. Шебалиным, в эпицентральной зоне работали 7 полевых сейсмостанции. Обслуживали полигонные сейсмостанции сотрудники Ла-

боратории сильных землетрясений ИФЗ АН СССР, а сотрудников Лаборатории сейсмологии Института физики собрали группу интерпретации.

Для координации всех работ, а главное для сохранения материалов наблюдения, при президиуме Дагестана основали филиал АН СССР. Х.И. Амирхановым был создан Научный совет по изучению природы и последствий Дагестанского землетрясения 1970 г. По предложению Х.И. Амирханова председателем Совета был назначен известный учёный-сейсмолог Н.В. Шибалин, заведующий лабораторией сильных землетрясений ИФЗ АН СССР. Ученым секретарём и заведующим лабораторией был назначен Р.А. Левкович.

Наблюдения эпицентральной сейсмологической экспедиции.

Через 6 дней после землетрясения 14 мая 1970 г. начала работу первая станция эпицентральной сейсмической экспедиции (ЭСЭ) ИФЗ АН СССР, оснащенная тремя сейсмографами. 20 мая в непосредственной близости от эпицентра начала работать станция «Дружба». Именно эта станция обеспечивала сбор наиболее ценной сейсмологической информации. 22 мая 1970 г. были запущены сеймостанции «Экибулак», «Буйнакск», «Кумторкала», «Ахатли», «Миатли». В экспедиционную сеть станций была включена также станция «Махачкала». Расстояние между станциями составляла от 7 до 25 км.

Способ регистрации на всех станциях экспедиционной сети единый – гальванометрическая запись. Режим работы регистраторов – непрерывный и ждущий. Следует отметить весьма удачное расположение сейсмических станций относительно области возникновения повторных толчков. Большинство станций равномерно окружали поле афтершоков, два из них – «Экибулак» и «Дружба» попали в область повышенной активности восточной и западной частей вытянутой в широтном направлении очаговой зоны основного толчка. При небольшом увеличении чувствительности каналов ($V = 1000$), станции уверенно регистрировали землетрясения с энергетическим классом $K \geq 7$. При этом средняя ошибка в определении положения эпицентра и глубины для сети в целом, составляет $1 \div 3$ км [1].

Необходимо отметить, что организация полигонных сеймостанций в эпицентральной зоне землетрясения 1970 г. позволила не только проконтролировать весь афтершоковый период, но и зафиксировать инструментально процессы подготовки сильных землетрясений, возникших по периферии очаговой зоны основного землетрясения. Всего за пять месяцев работы сети станций ЭСЭ (с 20 мая по 20 октября 1970 г.) было зарегистрировано около 1000 повторных толчков в интервале энергетических классов $7,6 \div 13,54$ ($M = 2,0 \div 5,3$). Из них более 300 ощутимых землетрясений интенсивностью сотрясений в эпицентре от 2-3 до 6-7 баллов [2].

Определение координат очагов.

Для определения координат очагов афтершоков применялись различные методы в зависимости от системы сейсмических наблюдений. Наиболее точным было определение по данным ЭСЭ. На первом этапе для этой цели был использован метод Вадати. Однако, по ряду технических причин в трудных условиях наблюдений в эпицентральной зоне большое число землетрясений оказались зарегистрированными лишь тремя станциями и метод Вадати оказался не приемлемым. В таких случаях определение координат выполнялось методом палетки изохрон (полей времён) [1]. Всего 30 событий, зарегистрированных четырьмя - шестью станциями были разбиты на группы в зависимости от интервала глубин очага. Для каждого из пяти интервалов был построен экспериментальный годограф по фиктивным волнам. По усреднённому полю времён был построен Д.Н. Рустановичем набор рабочих палеток изохрон для глубин: 2-3; 4-5; 6-7; 8-10 и 11-12 км. Для определения координат очагов афтершоков применялся метод изохрон Д.Н. Рустановича [3].

После завершения работы ЭСЭ работу по определению положения очагов землетрясений в эпицентральной зоне Дагестанского землетрясения продолжили временные полевые станции Лаборатории сейсмологии в период с 21 октября 1970 г. по 1973 г.

В период с 1973 г. по 1975 г. в Дагестане сотрудниками Лаборатории сейсмологии было открыто пять региональных сейсмостанций: «Буйнакск», «Дылым», «Дубки», «Дербент», «Ахты».

Таким образом к 1975 г. заканчивается первый этап формирования сети инструментальных наблюдений Института физики Дагестанского филиала АН СССР.

При наличии данных 3 станций («Буйнакск», «Дылым», «Дубки») и сейсмостанции «Махачкала», в районе эпицентральной зоны для определения повторных толчков Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 года применялись палетки изохрон Д.Н. Рустановича. Ошибка координат и глубины в зависимости от качества наблюдений варьировалась от 2 до 5 км.

В период между основным толчком и началом работы станций ЭСЭ, координаты сильнейших афтершоков определялись по наблюдениям станции с использованием метода региональных станционных невязок по единому годографу Джеффриса – Буллена.

Изучение этого роя совместно с опытными сейсмологами ИФЗ АН СССР, ИГ АН ГССР, ИСАН УЗССР, ИГАН АзССР, ИФЗ и АН ГССР, ИГ ИСАН АрмССР, со строительным факультетом ДГУ, ИГАН КазССР, сотрудниками ЦНИИСК Госстроя, ДФ АН СССР и других учреждений явилось хорошей школой для молодых сотрудников Лаборатории сейсмологии ДФ АН СССР.

Полученный опыт и знания вскоре помогли им самостоятельно провести на высоком уровне исследования сильного землетрясения в конце 1974 г. и начале 1975 г.

Разнообразие сейсмологических, геолого-геоморфологических, геофизических и инженерно-строительных эффектов Дагестанского землетрясения привело к участию в работах по его изучению представителей выше перечисленных учреждений. Основной объем геологических и геохимических исследований был выполнен сотрудниками Дагестанского филиала АН СССР.

Полевые инструментальные сейсмологические наблюдения и их обработка проводились силами эпицентральной сейсмологической экспедиции (ЭСЭ), сотрудниками Лаборатории сильных землетрясений ИФЗ АН СССР при активном участии сотрудников ДФ АН СССР.

Результатом деятельности этого Научного Совета стала двухтомная монография о Дагестанском землетрясении 14 мая 1970 г. под редакцией Х.И. Амирханова. Содержание первого тома относится к очагу Дагестанского землетрясения и условиям его залегания. В первой части содержатся работы по сейсмологии, во второй - по геологии, геофизики и геохимии. Во втором томе содержится информация о различных проявлениях землетрясений на поверхности Земли (макросейсмические, геоморфологические, инженерно-сейсмологические, инженерно-строительные, инженерно-экономические эффекты). В приложениях содержится каталог всех зарегистрированных афтершоков землетрясения и обширная сводка сейсмограмм и спектров сильнейших из них [4, 5]. Двухтомник был издан в издательстве «Наука» при поддержке президиума АН СССР, ИФЗ АН СССР и Дагестанского филиала АН СССР, также было опубликовано множество научных статей в центральных журналах СССР.

Лаборатории сейсмологии Института Физики.

В 1979 г. на базе Лаборатории сейсмологии Института Физики была организована Опытно-методическая партия (ОМП) под эгидой Президиума ДФ АН СССР.

Этой организацией позже проведена большая работа по расширению сети сейсмических станций, их оснащению современной аппаратурой и внедрение новых методов обработки материалов сейсмологических наблюдений. Наряду с полученными от Лаборатории сейсмологии пятью региональными сейсмостанциями: «Буйнакск», «Дубки», «Дылым», «Дербент» и «Ахты», начиная с 1984 г. были открыты 15 точек полигонных наблюдений. Для обеспечения нор-

мального охвата инструментальных наблюдений сильных землетрясений в ближайшее время постоянно менялись места наблюдения полигонных сейсмических станций вокруг стационарных. В настоящее время вместо ОМП образован Дагестанский филиал Федерального исследовательского центра Единой геофизической службы РАН (ДФ ФИЦ ЕГС РАН).

На территории Дагестана в настоящее время работает 17 цифровых сейсмостанций. Центр обработки находится в городе Махачкала.

Вместе с ростом числа станций и их оснащением современной аппаратурой, совершенствовались методы обработки землетрясений с целью точного определения координат эпицентров и глубины залегания очага землетрясения. Определение параметров очагов землетрясений до 1990 г. в основном проводилось вручную по методу засечек. Иногда применялся метод изохрон и Кавказский годограф (Левицкая А.Я., Лебедева Т.М.) [6].

Используя экспериментальные данные землетрясения 14 мая 1970 г. в 1980 г. О.А. Асманов построил осреднённый годограф сейсмических волн для территории Дагестанского клина по экспериментальным данным повторных толчков Дагестанского землетрясения для глубин 3–24 км с интервалом 3 км [7]. В 1990 г. был построен осреднённый годограф сейсмических волн Дагестана для глубин 30 км с интервалом 3 км [8]. В 1998 г. определение координат гипоцентров землетрясений Дагестана производилось на ЭВМ с использованием местных годографов, составленных в 1990 г.

В 2008 г. был разработан более точный и пригодный для массовой обработки землетрясений годографов для Дагестана и прилегающих районов до глубин 90 км с интервалом 5 км [9] (О.А. Асманов, З.А. Адилов, Р.А. Левкович).

В итоге в Дагестанском филиале ФИЦ ЕГС РАН была разработана и введена в эксплуатацию компьютерная программа SEISMO. Программа предназначена для определения параметров землетрясений с использованием разных методов по временам пробега продольных t_p , поперечных t_s и фиктивных t_{s-p} сейсмических волн, а также для формирования баз данных параметров обработанных землетрясений. Программа позволяет представить результаты определения параметров землетрясений в удобных для анализа сейсмологической информации формах и апробирована на региональном каталоге землетрясений Восточного Кавказа. Настоящие каталоги землетрясений и бюллетени в Дагестанском филиале ФИЦ ЕГС РАН формируются посредством данной программы.

Заключение.

Показали высокую результативность работы временные сейсмические станции, создаваемых в эпицентральной зоне сильного землетрясения.

Пятимесчный период наблюдения сети постоянно действующих региональных станций позволил установить новые научные факты. Выявлялись явления в виде слабых, но частых землетрясений, имеющих место в определённых районах Дагестана, которые выпадали ранее из наблюдений временных станций и макросейсмических исследований.

Удалось достаточно детально изучить некоторые сейсмоактивные районы, выделить отдельные эпицентральные зоны, в ряде случаев уверенно связать проявленную сейсмичность с геологическим строением и тектонической деятельностью.

Изучение землетрясений и мест их возникновения с учетом всего накопленного до сих пор опыта позволили совершенствовать методы обработки для более точного определения гипоцентров очагов на территории Дагестана и прилегающих районов.

Литература

1. Рустанович Д.Н., Аптекман Ж.Я., Арефьева Л.А., Вандышева Н.В., Кахияни Л.А., Плетнёв К.Г., Шебалин Н.В. Определение координат очагов // Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Т. 1. – М.: «Наука», 1980. – С. 80-92.
2. Горбунова И.В., Шаторная Н.В. Гипоцентр основного толчка по различным системам наблюдений и протяжённость очаговой области // Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Т. 1. – М.: «Наука», 1980. – С. 28-39.
3. Вандышева Н.В. Гипоцентры основных толчков (с учётом регионально-станционных поправок) и магнитуда // Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Т. 1. – М.: «Наука», 1980. – С. 39-40.
4. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Т. 1. – М.: «Наука», 1980. – 220 с.
5. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Т. 2. – М.: «Наука», 1981 – 226 с.
6. Левицкая А.Я., Лебедева Т.М. Годограф сейсмических волн Кавказа // Квартальный сейсмический бюллетень. № 1-4. – Тбилиси, 1953 – С. 51-60.
7. Асманов О.А. Годографы сейсмических волн территории Дагестанского клина // Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Т. 1. – М.: «Наука», 1980. – С. 17-22.
8. Асманов О.А. Годографы сейсмических волн для землетрясений Дагестана. // Отчёт о результатах сейсмологических наблюдений на территории Дагестанской АССР, проведённых Опытной методической партией в 1990 г. – Махачкала: Фонды ДФ ГС РАН, 1991. – С. 27-44.
9. Адилов З.А., Асманов О.А., Левкович Р.А. Годографы территории Дагестана // Землетрясения Северной Евразии 2008 г. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 463-467.

УДК 550.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-36-43

ГАЗОХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

*Алиева А.В.**Единая геофизическая служба Российской академии наук*

В настоящей статье исследуются вероятные газохимические механизмы возникновения тектонических землетрясений. Анализируется гипотеза о взрывной природе землетрясений, а также динамика выделения водорода в сейсмически активных зонах, которая может отражать процесс накопления гремучего газа в очагах зарождающихся землетрясений.

Ключевые слова: тектоника, землетрясение, водород, литосфера.

GASOCHEMICAL MECHANISM OF FORMATION OF EARTHQUAKE FOCUSES

*Alieva A.V.**Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences*

This article examines the probable gas-chemical mechanisms of tectonic earthquakes. The hypothesis on the explosive nature of earthquakes is analyzed, as well as the dynamics of hydrogen release in seismically active zones, which may reflect the process of accumulation of detonating gas in the foci of incipient earthquakes.

Keywords: tectonics, earthquake, hydrogen, lithosphere.

Многочисленные подземные толчки и колебания поверхности Земли – от едва заметных до катастрофических, имеют различную физическую природу. Слабые, но продолжительные вулканические землетрясения возникают на глубине до 3 км в результате разрядки высоких напряжений в магматическом очаге и жерле вулкана, вызванных накоплением лавы в вулканической камере и её подъёмом к месту извержения, а также увеличением объёма и повышением давления вулканических газов. Искусственные и техногенные землетрясения вызваны деятельностью человека: наземными и подземными взрывами, строительством крупных сооружений и водохранилищ (масса воды которых повышает давление в горных породах и снижает их предел прочности), добычей нефти и газа, выемкой больших объёмов породы и полезных ископаемых из шахт и карьеров, провоцирующих обрушение подземных полостей горных выработок и подвижки грунта в земной коре. Причину же основной массы естественных землетрясений связывают с протеканием тектонических процессов в толще Земли – быстрым смещением участка земной коры как целого в момент релаксации (разрядки) упругой деформации напряженных пород в очаге землетрясения [1].

Согласно тектонической теории, в зонах расширения литосферных плит (срединно-океанических хребтах и континентальных рифтах) в результате спрединга (англ. seafloor spreading - растекание морского дна) образуется новая океаническая кора, а старая поглощается в зонах субдукции» [2].

Тектоникой плит объясняются вулканическая деятельность, процессы горообразования и возникновения землетрясений, которые, по большей части, приурочены к границам литосферных плит. Считается, что скольжению пород вдоль разлома вначале препятствует трение. Вследствие этого, энергия, вызывающая движение, накапливается в форме упругих напряжений пород. Когда напряжение достигает критической точки, превышающей силу трения, происходит резкий разрыв пород с их взаимным смещением; накопленная энергия, освобождаясь, вызывает волновые колебания поверхности земли - землетрясения. Землетрясения могут возникать также при смятии пород в складки, когда величина упругого напряжения превосходит предел прочности пород, и они раскалываются, образуя разлом [1].

Интересны исследования тектонической теории движения литосферных плит, проведенные российским геологом В.Н.Лариным, разработавшего альтернативную глобальную геологическую концепцию «Гипотеза изначально гидридной Земли» [3,4]. В.Н.Ларин выявил зависимость распределения элементов в Солнечной системе от их потенциалов ионизации, которая позволила ему создать геохимическую модель современной Земли (табл. 1), согласующуюся с представлениями академика В.И. Вернадского [5], но отличную от той, что лежит в основе классической теории тектоники литосферных плит - «железо-никелевое ядро и силикатная мантия» (табл. 2).

Таблица 1.

Геохимическая модель современной земли В.Н.Ларина.

Сфера	Интервал глубин, км	Состав
Литосфера	0-150	Силикаты и окислы
Металлосфера	150-2900	Сплавы и соединения на основе
Ядро: -внешнее -внутреннее	2900-5000 5000-6371	Металлы с растворенным в них водородом и гидриды металлов Гидриды металлов

Таблица 2.

Классическая модель строения и состава Земли Гуттенберга - Булена, лежащая в основе теории тектоники литосферных плит [6].

Сфера	Интервал глубин, км	Состав
Земная кора	0-33	Породы, богатые SiO ₂
Верхняя мантия	33-400 400-900	Ультраосновные породы Плотные силикаты Fe, Mg
Нижняя мантия	900-2900	Плотные окислы Периклаз (MgO) СТИШОВИТ (SiO ₂)
Внешнее ядро	2900-5000	Расплав Fe-FeS-Ni
Внутреннее ядро	5000-5100 5100-6391	Твердые Fe, Ni

Гипотеза гидридного состава внутренних геосфер нашей планеты позволяет практически все особенности процессов её становления, развития и современного существования обосновать циклическим выделением водорода из её металлгидридного ядра. Благодаря гипотезе механизм формирования очагов естественных «тектонических» землетрясений обоснован одним концентрированным геохимическим источником – энергией взрыва «гремучей смеси» водорода и кислорода. Идея о том, что подземные взрывы являются причиной землетрясений, не нова.

Землетрясения характеризуются гипоцентрами – первичным выделением громадной энергии в очень ограниченном объёме, не более 1 -10 км³. Поэтому гипотеза о взрывной природе землетрясений кажется достаточно разумной.

Из известных научных публикаций по вопросу взрывной природы землетрясений следует отметить выступление в декабре 2011 года на «Электронном научном семинаре» израильских учёных Гилата Арье (Лева) и Вола Александра с докладом «Первичные водород и гелий – самый мощный источник эволюции Земли, землетрясений и вулканических извержений» [7]. Авторы исследуют механистическую гипотезу Х.Ф. Рейда, по которой литосферные плиты на противоположных сторонах разлома подвергаются давлению и накапливают напряжение, достигающее критической величины, после которой наступает «срыв» с выделением накопившейся энергии упругой отдачи, - частично в виде тепла, а частично в виде упругих сейсмических волн (низкочастотных звуковых волн в твёрдой, упругой Земле), представляющих собой землетрясение.

Механические свойства горных пород, из которых сложены литосферные плиты, просто не позволяют накопить энергию, которая реально выделяется при землетрясениях с магнитудой $M=9$ и более. Эти породы, по своим реальным прочностным свойствам, должны разрушаться намного раньше, порождая землетрясения значительно меньшей силы, т.к. прочность любых материалов снижается по мере увеличения размеров сложенных из них объектов [8]. Поэтому действительная прочность участков литосферных плит в зонах землетрясений намного меньше той, что показывают расчёты, выполненные по показателям механических свойств горных пород, которые были определены на их лабораторных образцах. Плиты земной коры не соединены прочностными связями, а лежат рядом, поэтому поверхность Земли не имеет на масштабах сотен километров прочности вообще [9]. Ближе всего такая структура напоминает колотый лёд на поверхности водоёма с волновыми колебательными движениями [10].

Что касается горных пород на глубинах более 20 км, то они совсем не способны накапливать никаких механических напряжений, поскольку из-за увеличения, с глубиной, температуры и давления эти породы становятся пластичными, что противоречит общепринятой классификации «тектонических» землетрясений по положению глубины очага (табл. 3):

Таблица 3.

Классификация землетрясений по глубине их очага [11]

Вид землетрясения	Глубина очага, км	Выделение энергии, %
Поверхностные	0-70	85
Промежуточные	70-300	12
Глубокие	300-700	3

По законам геофизики, из этой классификации, 2/3 - поверхностных землетрясений, все промежуточные и глубокие землетрясения не могут вообще существовать в природе, хотя реально имеют место быть.

Проведенный анализ показал, например, что подавляющее большинство землетрясений на территории РД происходит на глубинах до 50 км. Приурочены они к сейсмическому участку трения между двумя жесткими блоками земной коры, который проявляется как крупный сейсмогенерирующий разлом.

Рассмотрим процесс фрагментации твердого вещества при взрыве [12]. При детонации заряда взрывчатого вещества в веществе происходят следующие явления (рис. 1):

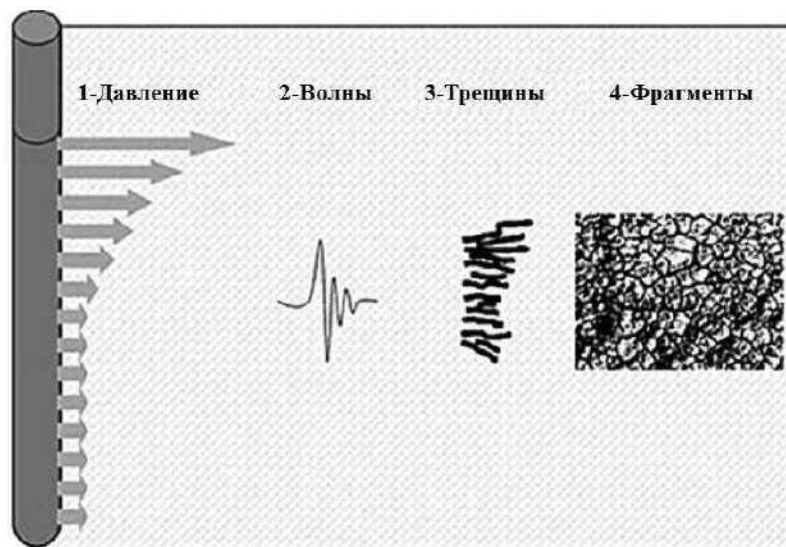


Рис. 1. Визуальное представление механизма фрагментации

- 1) заряд взрывчатого вещества расщепляется с заданной скоростью на газ высокого давления и высокую температуру;
- 2) давление газа передается на забой скважины и создает поле напряжений в горной породе;
- 3) поле напряжений, из-за его импульсного аспекта, является источником Р-волны, которая перемещается в горной породе, повреждая ее;
- 4) поврежденные участки за пределами границ сжатия или растяжения породы являются центром образования трещин;
- 5) трещины распространяются со скоростью, присущей материалу, пока они не соединяются и не образуют сеть, которая определяет фрагменты;
- 6) давление газа уменьшается в сети трещин и отделяет фрагменты;
- 7) давление газа оказывается на грани фрагментов, создавая силы;
- 8) объединенные силы всех фрагментов производят ускорение и скорости выброса, которые передвигают фрагменты;
- 9) фрагменты двигаются по баллистической траектории и при этом касаются друг друга;
- 10) в тех областях, где повреждения недостаточно, чтобы вызвать трещину, Р-волна напряжения продолжает свое путешествие, создавая вибрации.

Неустойчивость материалов, обусловленная диффузией в них водорода и гелия, хорошо известна из работ по ядерному материаловедению и физическому материаловедению. При имплантации легких газов в различные материалы происходят структурные перестройки и аморфизация структуры, формируется газовая пористость, изменяются физико-механические свойства. Общим следствием имплантации легких газов является формирование внутреннего состояния, проявляющегося в эффектах ползучести и изменения объема. На основе лабораторных исследований, проводимых в Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, под руководством И.Л. Гуфельда, выявлено, что процессе выдержки образцов в среде гелия или водорода, и после их последующей дегазации при различной температуре, наблюдались изменения и аморфизация кристаллографической структуры, формирование на горных материалах дополнительной пористости различного радиуса с высоким внутренним давлением газа, приводящим к образованию трещин вокруг пор. При этом, что весьма важно, исходные образцы горных материалов разрушались.

Объем кристаллографических решеток на разных материалах изменялся в пределах 1-6%. Насыщенные легкими газами образцы весьма неустойчивы. Горные материалы оказываются весьма чувствительными к парциальному давлению легких газов в окружающем пространстве [13,14]. Влияние на изменения объема кристаллических структур горных материалов могут оказывать и другие атомы внедрения – О, С, N, а также некоторые комплексы типа Н–С и Н–Н.

Однако их подвижность в кристаллической структуре значительно меньше, чем высокоподвижных легких газов. При этом вода обеспечивает высокое давление в системе, которое провоцирует метаморфизм. Вода понижает температуры реакций и ускоряет реакции минералообразования. Вода является растворителем, за счет чего происходит вынос и переотложение вещества.

Источник внутренней энергии для формирования очага землетрясения взрывной природы должен быстро концентрироваться, обладать высокой плотностью, высвободить энергию с очень высокой скоростью, соответствующей детонационному взрыву. Гелий - это исключительно инертный и стабильный элемент, практически никак не участвующий в геохимических процессах геологической жизни Земли. Его расход из недр Земли в атмосферу, а затем в открытый космос непрерывно восполняется лишь приходом от процессов распада радиоактивных элементов. Соединения гелия с другими химическими элементами известны (HeH, HeO, HeSi, HeF, HHeF, HgHe, CsFHeO, He-металлы и др.), однако они существуют только в газовой фазе в виде так называемых эксимерных молекул, у которых устойчивы лишь возбужденные элек-

тронные состояния и неустойчиво основное состояние. К такому классу молекул относятся любые двухатомные молекулы, один из атомов которых обладает замкнутой электронной оболочкой. В основном состоянии этой молекулы обменное взаимодействие между атомами, отвечающее перекрытию электронных оболочек, соответствует отталкиванию. Поэтому химическая связь в основном состоянии отсутствует, а при возбуждении атома с замкнутой оболочкой она может возникнуть [15]. Эксимерные молекулы соединений гелия образуются в высокотемпературной плазме, а также в газовой фазе при действии электрического разряда или ультрафиолетового излучения. Они существуют в возбуждённом состоянии только в условиях постоянного притока энергии, которая расходуется на возбуждение атома. Этим обусловлено и очень малое время их жизни. Из-за отсутствия устойчивых химических связей в основном состоянии подобные соединения не способны накапливать в себе энергию и, соответственно, выделять её при разрыве химических связей.

Есть правило: с увеличением давления наибольшую устойчивость приобретают плотные фазы, т.е. химические соединения, обладающие повышенной сжимаемостью. Для гидридов – это соединения с ионным типом химической связи [4]. Поэтому ни увеличением давления, ни повышением температуры невозможно придать химическим связям эксимерных соединений гелия с водородом и другими элементами устойчивость, поскольку гелий – это элемент с избытком электронов, и образованию его соединений с ионными химическими связями в основном состоянии препятствуют заполненные разрыхляющие молекулярные орбитали.

Между тем, в толще Земли, в практически неограниченном количестве имеется другое природное взрывчатое вещество: смесь водорода и кислорода – «гремучий газ» или «гремучая смесь».

В гремучем газе на 2 моля водорода приходится 1 моль кислорода. Однако, смесь водорода и кислорода способна детонировать в широком диапазоне концентраций водорода – от 4% (об.) до 75% (об.).

Удельная теплота сгорания водорода (она же энергия его взрыва) – 142868 кДж/кг. Плотность гремучего газа – 0,55 кг/м³. При его взрыве развивается температура до 2800 °С и объём гремучего газа уменьшается в 1800 раз, причем скорость детонации растёт с увеличением плотности газа. Отрицательное (схлопывающее) давление, возникающее при взрыве гремучего газа, равно 18 кг/см², т.е. скопление гремучего газа – это потенциальная вакуумная бомба громадной разрушительной термомеханической силы. Гремучий газ самовоспламеняется при температуре 510°С по механизму разветвлённой цепной реакции, а для инициации его взрыва достаточно искры с энергией 17 микроджоулей. Скорость детонации гремучего газа – 2820 м/с, но есть экспериментальные данные, что в особых условиях она может достигать и 5000 м/с, поэтому взрыв гремучего газа – это всегда почти мгновенный объёмный взрыв, сразу охватывающий весь объём скопившейся гремучей смеси [16-22]. Как он распространяется видно на визуализации, приведённой в работе [7] (рис. 2).

Энергетический выброс при Чилийском землетрясении 27.02.2010 г., магнитудой 8.8, был зафиксирован через весь Тихий Океан, перпендикулярно Чилийской границе плит, без потери интенсивности на дистанции в три-четыре тысячи километров.

Скорость диффузии водорода в металлах на 6-7 порядков выше, чем в силикатах и оксидах. Сформировавшаяся к концу архея литосфера стала барьером на пути выхода водорода за её пределы, и он вместе с кислородом может образовывать первичные скопления гремучего газа в верхних горизонтах металлосферы – в астеносфере, расположенной непосредственно под литосферой [4]. Это глубины от 350 до 120 км под материками и до 50 км под океанским дном [23]. Дополнительным источником свободного кислорода являются окислы кремния, поскольку этот элемент при давлениях, превышающих 125 кбар, в условиях продувки водородом способен очищаться от кислорода.

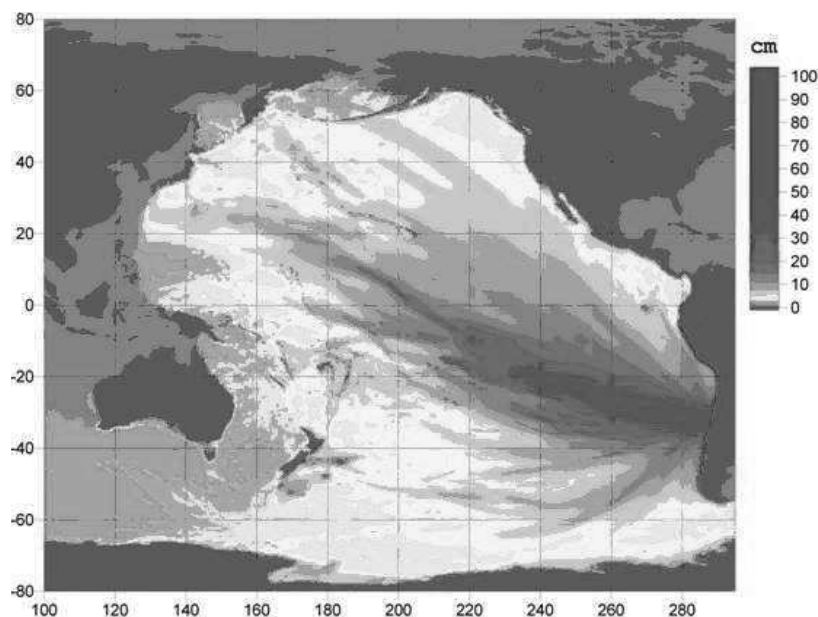


Рис. 2. Выброс энергетической волны. Чилийское землетрясение 27.02.2010г., $M=8,8$.

Литосфера имеет тектонически ослабленные зоны – это, в первую очередь, зоны геологических разломов. По таким зонам гремучий газ может подниматься в верхние слои литосферы и в земную кору, создавая в них локальные очаги промежуточных и поверхностных землетрясений. Аномальное выделение водорода в районах будущих эпицентров землетрясений, которое неоднократно фиксировалось наземными методами анализа, является очень значимым фактором для их прогнозирования.

Так, сотрудниками ДФ ФИЦ ЕГС РАН под руководством заведующего отделом геофизического и геохимического мониторинга О.А. Саидова, были проведены исследования вариации дегазации водорода в приземную атмосферу и ее связь с сейсмическими событиями [24]. Были обнаружены три четких периода разной длительности во временном интервале, повышения и снижения величины дисперсии и один временной интервал, где изменения дисперсии не отмечаются (рис. 3).

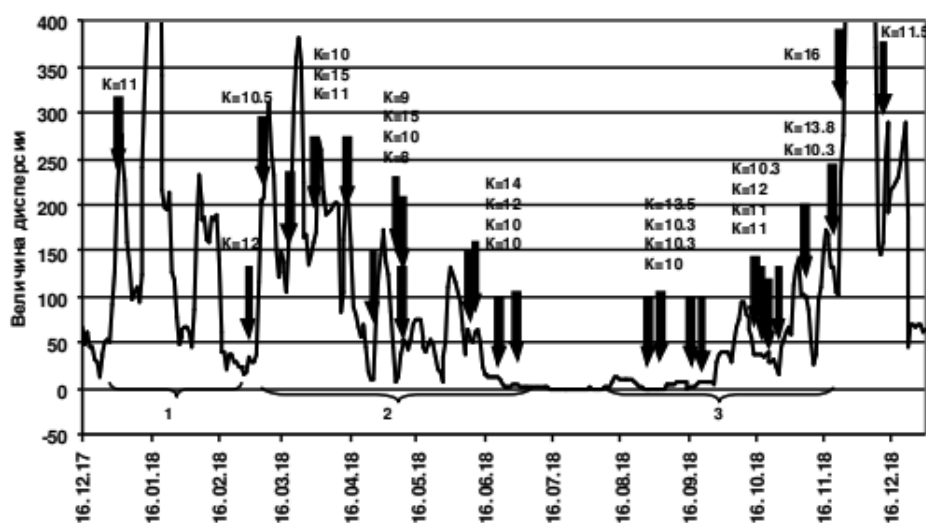


Рис. 3. Дисперсия вариаций водорода (ст.Дубки, 2018 г.)

Первый период характеризуется двумя землетрясениями в Азербайджане 11 и 12 энергетического класса, причем второе землетрясение соответствует минимуму дисперсии. При этом

сначала происходит повышение величины дисперсии, которая сопровождается сейсмическим событием 11 класса, после чего отмечается его скачкообразное снижение, вторая ступень которого соответствует сейсмическому событию 12 класса. Скачкообразные изменения дисперсии особенно заметны во время второго периода, где зафиксированы 4 крупных сейсмических события в Иране, Азербайджане, и в Чечне, деформационные радиусы, которых, близки к эпицентральному расстояниям или охватывают наблюдательный пункт водорода «Дубки». Следует отметить, что выявить детерминированную связь между величиной дисперсии, энергетическим классом землетрясений и эпицентральному расстоянием в данном случае представляется невозможным, в связи с непропорциональной зависимостью между величиной дисперсии и энергетическим классом сейсмических событий, что в свою очередь зависит от геологической среды, глубины очага сейсмического события и гипоцентрального расстояния.

Этот вывод подкреплялся данными режимных наблюдений за изменением состава природных газов в Среднеазиатском регионе в пределах локальных структур Султансанджарского вала (Амударьинский глубинный разлом), где на протяжении

1982-1985 г.г., в период подготовки и самого Газлийского землетрясения 1984г. ($M=7.2$) проводился геохимический мониторинг. Полученный экспериментальный материал показывает, что по мере приближения к сейсмическому событию последовательно уменьшалось содержание в составе углеводородов их тяжелых компонентов (этана, пропана и более тяжелых углеводородов); слабо нарастало содержание гелия; нарастало содержание аргона, и отношение Ar/He существенно возрастало по мере приближения к моменту сейсмического удара; содержание в составе газов водорода реагировало на каждый из более или менее сильных афтершоков и форшоков. Эти тенденции выдерживались на протяжении 1.5-2 лет до сейсмического удара, после чего состояние газа стабилизировалось на предшествовавшем уровне.

Сейсмичность следует связать с процессами взаимодействия границ сталкивающихся Аравийской плиты с Кавказом и Средней Азией, и распространением напряжений от этих границ во внутренние области. После 2017 года на территории Северного Кавказа наблюдается относительный спад интенсивности землетрясений 6-7 энергетического класса и незначительный рост числа сейсмособытий 8-12 энергетического класса. В период подготовки сильных землетрясений наблюдается интенсивная разгрузка из поверхностных слоев природных газов, растворенных во флюиде и твердой фазе. При этом гидродинамические и геохимические аномалии проявляются на региональном уровне. По зонам геологических разломов гремучий газ может подниматься в верхние слои литосферы и в земную кору, создавая в них локальные очаги промежуточных и поверхностных землетрясений. Концентрация легких газов в твердых фазах литосферы, даже по отдельности (H₂O, или He), достаточна для перевода кристаллических структур в неустойчивое состояние. Структурные переходы при диффузии легких газов в горных материалах, в отличие от фазовых переходов, не требуют критических температур и давлений, протекают заметно при нормальных температурах.

Для прогнозирования землетрясений необходимо набрать районированную статистику по динамике выделения водорода в сейсмически активных зонах, которая отражала бы процесс накопления гремучего газа в очагах зарождающихся землетрясений. По этим данным, для каждого сейсмически опасного района можно будет определить ту предельную концентрацию водорода, после которой следует ожидать взрыва землетрясения определенной магнитуды.

Литература

1. Землетрясение. Материал из Википедии. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C7%E5%EC%EB%E5%F2%F0%FF%F1%E5%ED%E8%E5>
2. Тектоника плит. Материал из Википедии. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D2%E5%EA%F2%EE%ED%E8%EA%E0_%EF%EB%E8%F2
3. Ларин В.Н. Гипотеза изначально гидридной Земли. 2-е изд., - М., Недра, 1980.

4. Ларин В.Н. Наша Земля (происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли). – М., «Агар», 2005.
5. Вернадский В.И. Избранные сочинения, Т4, кн.2, - М., Из-во АН СССР, 1960, с.13-14.
6. Строение и состав Земли. <http://ru.convdocs.org/docs/index-5455.html?page=2>
7. Гилат Арье (Лев), Вол Александр. Первичные водород и гелий – самый мощный источник эволюции Земли, землетрясений и вулканических извержений. <http://www.elektron2000.com/node/822>
8. Чекушин В. С. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие к лекционному курсу для студентов специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». Красноярск, 2017 г.
9. Сухонос С.И. Масштабный эффект. Неразгаданная угроза. – М., «Новый центр», 2001.
10. Яницкий И.Н. Живая Земля. – М., «Агар», 1998, с. 56.
11. Дмитриев А.Н. Физика земли. – ТГНУ, Тюмень, 2004.
12. **Бернард** Т. Новая модель для реалистичного моделирования взрыва в 3D. Журнал Глобус. Геология и бизнес, 2019. <https://www.vnedra.ru/tehnologii/informacionnye-tehnologii/novaya-model-dlya-realisticnogo-modelirovaniya-vzryva-v-3d-8604/>
13. Гуфельд И.Л., Матвеева М.И., Новоселов О.Н. Почему мы не можем осуществить прогноз сильных коровых землетрясений. Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. Геодинамика и тектонофизика. Том 2, № 4, 2011 год.
14. Гуфельд И.Л., Сейсмический процесс. Физико-химические аспекты. Научное издание. Королёв, М.О.: ЦНИИМаш, 2007. 160 с.
15. Смирнов Б.М. Эксимерные молекулы. – «Успехи физических наук», Т.139, вып.1, 1983, с. 53-80.
16. Горение водорода. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0>
17. Энергия взрыва водорода. <http://otvet.mail.ru/question/70116729>
18. Гремучий газ. <http://www.ximuk.ru/bse/750.html>
19. Тимофеев Д.Н. Энергия вулканов и землетрясений в свете законов химии, ядерной физики и термодинамики, а также возможность предотвращения вулканических проявлений и землетрясений. – V Всероссийский симпозиум по вулканологии и палеовулканологии. Вулканизм и геодинамика. ИГГ УрО РАН, Екатеринбург, 2011, с. 449. <http://conf.uran.ru/Default.aspx?cid=volcsymp5>
20. Орленко Л.П. Физика взрыва. - М., «ФИЗМАТЛИТ», 2002. <http://pirochem.net/index.php?id1=3&category=pirophysics&author=orlenko-lp&book=2002&page=45>
21. Скорость распространения детонации. <http://hghltd.yandex.net/yandbmt?fmode=inject&url=http%3A%2F%2Fvandaux.livejournal.com%2F2024.html&tld=kz&lang=ru&text=%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%83%D1%87%D0%B8%D0%B9%20%D0%B3%D0%B0%D0%B7%20%D0%B4%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%80%D1%83%D0%B5%D1%82&110n=ru&mime=html&sign=0580240d34662d>
22. Зависимость скорости детонации гремучего газа от плотности. <http://ru-safety.info/pics/200942200920014/>
23. Астеносфера. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%F1%F2%E5%ED%EE%F1%F4%E5%F0%E0>
24. Саидов О.А. О вариациях дегазации водорода в приземную атмосферу и ее связи с сейсмическими событиями. Труды института Геологии ДНЦ РАН, № 1 (76), 2019.

УДК 550.349.4

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-44-49

ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗА ПЕРИОД 2009 - 2018 ГОДА

Воронцова Т.М.

Единая геофизическая служба Российской академии наук

Даётся анализ исторической обстановки территории Дагестана и сопредельных районов за период 2009 - 2018 гг. Рассматривается характер распределения выделенной энергии и количество землетрясений. Анализируется сейсмическая активность изучаемого периода.

Ключевые слова: энергетический класс, гипоцентр, сейсмическая активность, эпицентры землетрясений.

NATURE OF THE SEISMIC REGIME OF THE TERRITORY OF DAGESTAN AND THE ADJACENT TERRITORIES FOR THE PERIOD OF 2009 - 2018.

Vorontsova T.M.

Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences

An analysis of the historical situation in the territory of Dagestan and adjacent regions for the period 2009 - 2018 is given. The nature of the distribution of the released energy and the number of earthquakes are considered. The seismic activity of the studied period is analyzed.

Keywords: energy class, hypocenter, seismic activity, earthquake epicenters.

Сейсмичность территории Дагестана и смежных районов приводится на базе данных региональных сейсмических станций, как цифровых, так и аналоговых станций рассматриваемого периода. Региональная сеть включает 17 станций. По данным каталога [1, 2] за рассматриваемый период по Дагестану и сопредельным районам определены параметры 10664 землетрясений с $K \geq 5$.

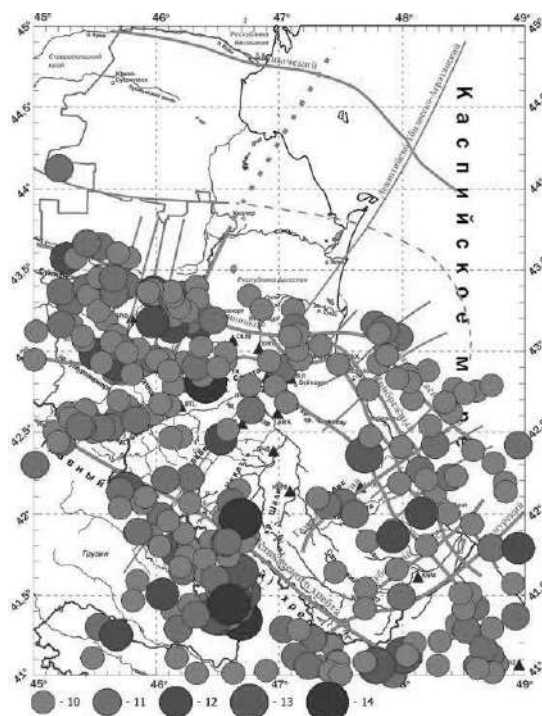


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Дагестана за 2009-2018 гг. с $K \geq 10$, где: 1 - энергетический класс K_p ; 2 – сейсмическая станция; 3 - граница Дагестана; 4 - Государственная граница.

Пространственное распределение эпицентров землетрясений с $K \geq 10$ исследуемого периода представлено на рисунке 1.

Наибольшей сейсмической активностью Дагестана характеризуется Центральная часть, прибрежная зона Каспийского моря, восточная часть, граничащая с Чеченской Республикой и с юга с Азербайджанской Республикой. Изменения во времени по годам числа землетрясений и величины выделившейся суммарной сейсмической энергии, на территории Дагестана и сопредельных территорий за 2009-2018 гг. по данным каталога [1, 2] представлены на рисунке 2.

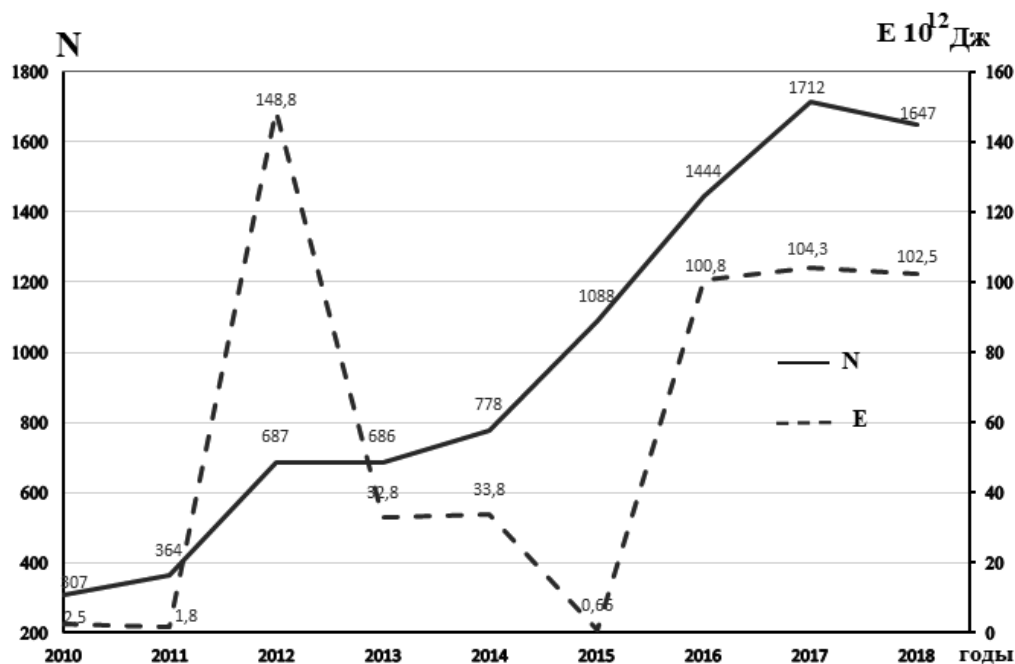


Рис. 2. Годовые значения суммарной сейсмической энергии ΣE и числа землетрясений N на территории Дагестана и прилегающих территорий за 2009-2018 гг.

Распределение сейсмичности, за период 2009-2018 гг. неравномерно, что связано с особенностями сейсмичности территории. С 2012 г. по 2018 г. число землетрясений увеличивается более чем в три раза (2187 против 691) (рис. 2). Повышенное количество сейсмических событий приходится на период 2017-2018 гг., $N = 3359$. Это связано с повышением сейсмичности зоны Центрального и Южного Дагестана: Цурибское землетрясение (3 мая 2017 г.) и Ляхлинское землетрясение (7 декабря 2017 г.).

Рассматривая распределение выделенной сейсмической энергии рассматриваемого периода можно отметить, что наибольшее значение выделенной энергии приходится на период 2012 г., 2017 г., 2018 г. — значительно выше фонового значения и коррелирует с повышением сейсмичности исследуемого периода. Максимальное значение выделенной энергии приходится на 2012 год $\Sigma E = 148,8 \times 10^{12}$ Дж., в это время в приграничной зоне с Азербайджаном (7 мая 2012 г.) в 04 ч. 10 мин. произошло семибалльное землетрясение с $M = 5,6$. Суммарное значение выделенной энергии за период 2016-2018 гг. от $100,8-104,3 \times 10^{12}$ Дж. На указанный период приходится 6173 землетрясений из 10664.

За анализируемый период времени сейсмическая энергия на исследуемой территории ($\Sigma E = 543,16 \times 10^{12}$ Дж) значительно превышает сейсмическую энергию предыдущего десятилетия периода 1999 – 2008 гг. ($\Sigma E = 285 \times 10^{12}$ Дж), количество землетрясений в период 2009-2018 гг. с $K \geq 5$ составляет 10664, а в период 1999-2008 гг. — 4204 сейсмических событий.

Суммарная сейсмическая энергия, высвобожденная в очагах землетрясений за весь период 2009- 2018 гг. равна $\Sigma E = 543,16 \times 10^{12}$ Дж, что почти на два порядка больше величины в 1999-2008 гг. – $\Sigma E = 285 \times 10^{12}$ Дж.

Количество землетрясений в период 2009-2018 г. в 2,5 раза завышено, чем в предыдущем десятилетии.

График повторяемости землетрясений для рассматриваемого региона за 2009-2018 гг. представлен на рисунке 3. Коэффициент графика повторяемости равен $\gamma = 0,44$.

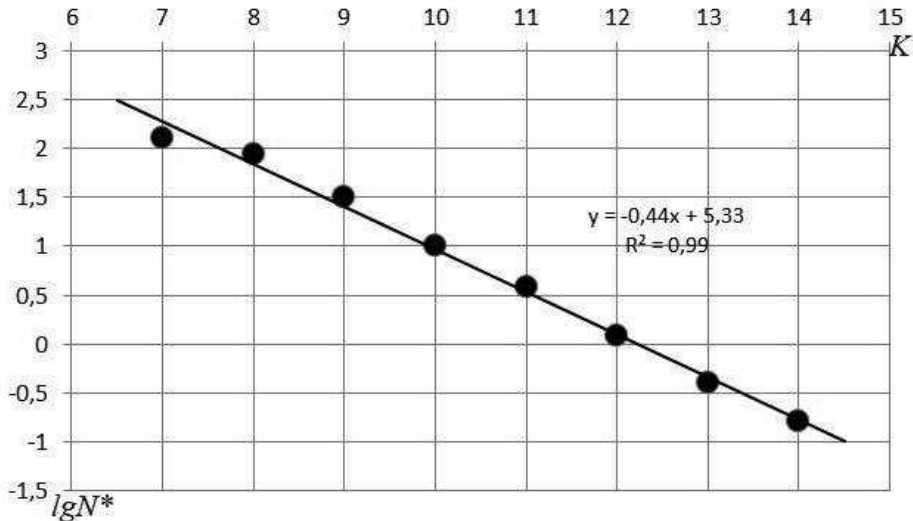


Рис. 3. График повторяемости за 2009 – 2018 гг.

В региональный каталог [1,2] землетрясений включены параметры 10664 землетрясений с $K \geq 5-14$. Гипоцентры 10110 землетрясений (95 % общего числа) локализованы в верхнем глубинном интервале с $h \leq 15$ км: 6597 (62 % общего числа) находятся в интервале $h = 0-15$ км; 3525 землетрясений (33 % общего числа) расположены в интервале $h = 16-30$ км; 346 землетрясений (3 % общего числа) – в нижнем интервале глубины $h = 31-50$ км.

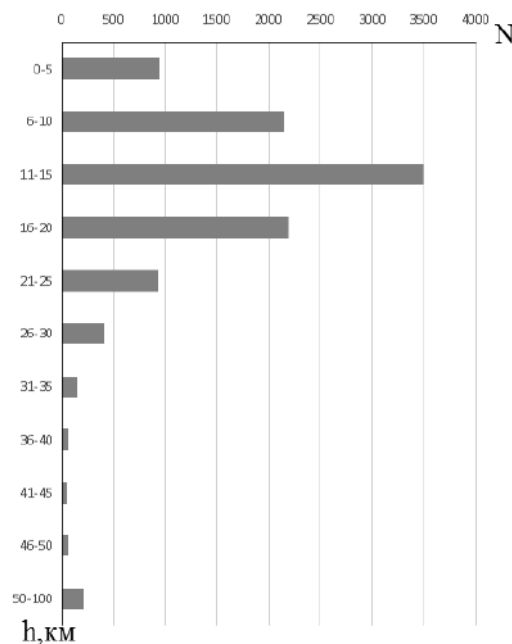


Рис. 4. Распределение количества землетрясений по глубинам за 2009-2018 гг.

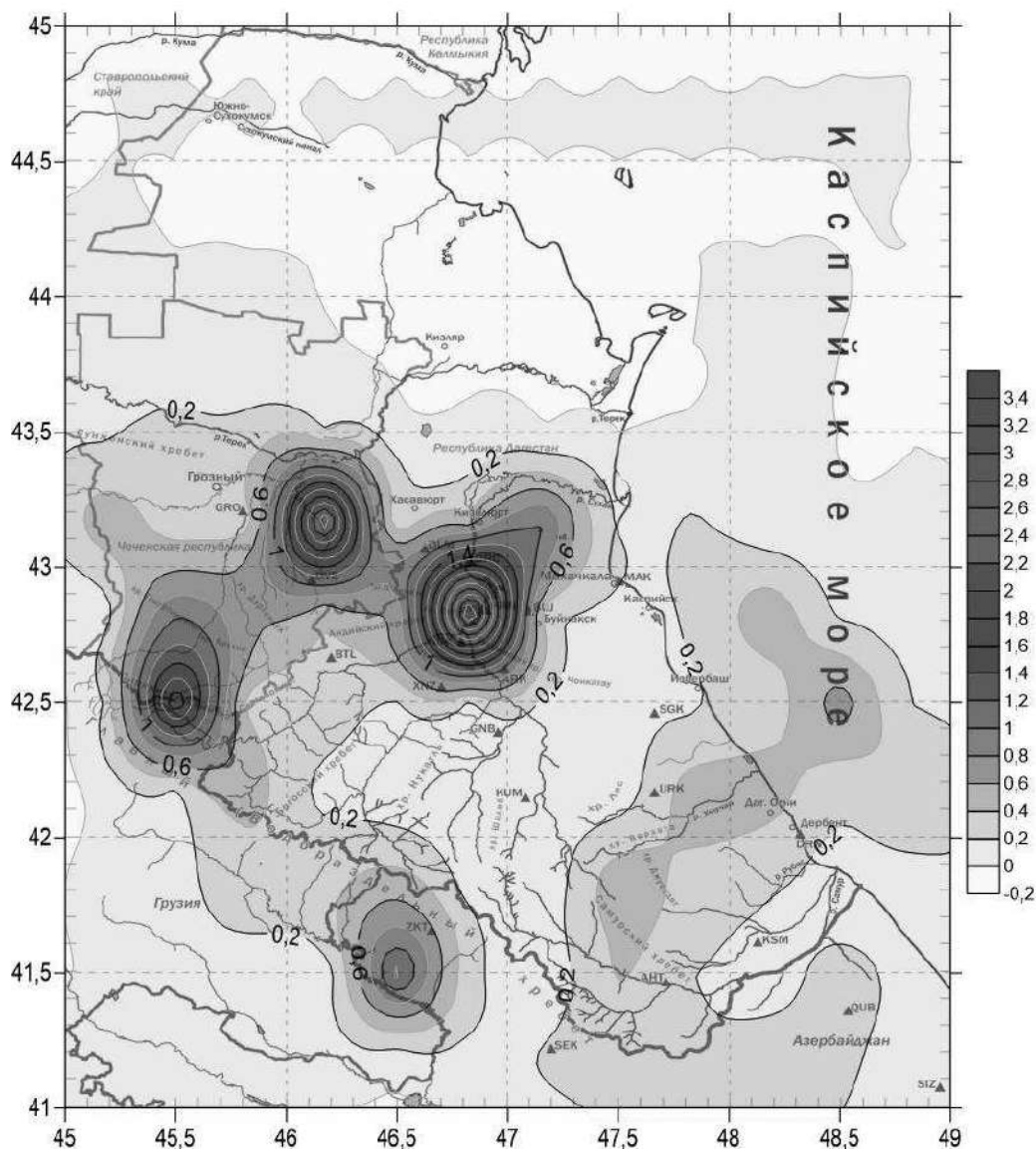


Рис. 5. Карта сейсмической активности A_{10} за период 2009-2018 гг.

Карта сейсмической активности A_{10} построенная по данным каталога за 2009-2018 гг., показывает, что аномальные зоны, выделенные на фоновой карте, сохранились на уровне значительной активности, отмечено повышение относительно фонового на рисунке 5.

Сейсмическая активность A_{10} , повышена на 2,2 единицы в районе Дагестанского клина в Центральном Дагестане относительно фонового. Приграничная зона Чечни с Дагестаном даёт повышение сейсмической активности A_{10} на 1,6 единиц. На стыке приграничной зоны Южной Чечни с Грузией и Дагестаном повышение сейсмической активности A_{10} на 1,4 единиц. В приграничная зона с Азербайджаном, в Закатальском районе сейсмическая активность повышена на 0,8 единиц от фоновых значений. В акватории Каспийского моря сейсмическая активность A_{10} завышена от фонового на 0,6 единиц. В Южном Дагестане – на 0,4 единицы повышена сейсмическая активность от фонового значения.

Рассмотрим проявление сейсмической активности по зонам за исследуемый период 2009 – 2018 гг.

Дагестанский клин.

Зарегистрировано 3307 землетрясений с $K \geq 5-14$ и суммарной сейсмической энергией $\Sigma E = 101,96 \times 10^{12}$ Дж. 16 февраля 2014 г. в 15 ч. 17 мин. интенсивностью 5 баллов произошло землетрясение с эпицентром в Хасавюртовском районе в приграничной части с Чеченской рес-

публикой. К ощутимым землетрясениям, произошедшим на этой территории следует отнести Кизлярское землетрясение 22 декабря 2016 г. в 16 ч. 31 мин. с $K_p = 10,3$; $M = 3,5$ и $J_0 = 4$ балла. Оно ощущалось жителями эпицентральной зоны. Эпицентры некоторых землетрясений находятся в пределах выделенной зоны Чиркейского водохранилища.

Центральный Дагестан.

Зарегистрировано 2397 землетрясений с $K \geq 5-14$ и суммарной сейсмической энергией $\Sigma E = 234,07 \times 10^{12}$ Дж. 16 апреля 2013 г. в 12 ч. 26 мин. произошло землетрясение с $K_p = 12,6$; $M = 4,8$ и $J_0 = 4$ балла, интенсивностью 5 баллов в эпицентре Кичи-Гамри [7]. 17 сентября в 04 ч. 16 мин. произошло Грузино-Дагестанское землетрясение в приграничной зоне горного Дагестана с Грузией с $K_p = 12,9$ и интенсивностью 6 баллов в селе Мокок [4].

13 мая 2016 г. произошло сильное землетрясение в 21 ч. 17 мин. произошло землетрясение с $M = 3,2$ и $J_0 = 6$ баллов с эпицентром в сел. Мехельта. Сотрясение ощущалось в населённых пунктах Буртунай, Дубки, Дылым [6].

Наиболее сильное землетрясение произошло 20 декабря 2016 г. в 16 ч. 40 мин. с $K_p = 11,1$ на юго-западе Дагестана интенсивность которого составляет 5 баллов. Оно ощущалось в селениях: Цахур; Мигилеш; Муслух. 3 мая 2017 г. в 08 ч. 53 мин. произошло землетрясение с $K_p = 13,6$; $M = 5,3$, интенсивностью в эпицентре $J_0 = 6$ баллов. Эпицентр сотрясения – сел. Цуриб. Сотрясение с силой в 5 баллов ощущались в селениях: Кумух; Гуниб; Ругуджа; Гергебиль; Акуша; Вачи [5].

Южный Дагестан.

Зарегистрировано 1183 землетрясений с выделившейся сейсмической энергией $\Sigma E = 3,08 \times 10^{12}$ Дж. с $K \geq 5-12$. Наиболее сильное землетрясение с $K = 11,8$ произошло 1 сентября 2011 г. в 20 ч. 40 мин. Оно ощущалось в городах Дербент и Дагестанские Огни с интенсивностью $J_0 = 4$ балла.

Землетрясение 7 декабря 2017 г. в 05 ч. 22 мин. с $K_p = 12$; $M = 4,5$ с силой сотрясения $J_0 = 6$ баллов произошло с эпицентром в селении Ляхля. Интенсивность в сёлах Хив, Зильдик, Кондик составляла 5 баллов [5].

Прибрежный Дагестан.

Зарегистрировано 1212 землетрясений с выделившейся сейсмической энергией $\Sigma E = 2,78 \times 10^{12}$ Дж. с $K \geq 5-12$. 24 августа 2011 г. в 10 ч. 05 мин. произошло землетрясение с $K_p = 10,3$, интенсивностью $J_0 = 4$ балла. Оно ощущалось в Г. Каспийске и в г. Махачкале. 5 марта 2014 г. произошло сейсмическое событие в 00 ч. 58 мин. с $K_p = 11,6$, координатами $\varphi = 41,78^0$ N и $\lambda = 48,95^0$ E. Повышенная сейсмичность в акватории Каспия отмечена к востоку от Дагестана, между долготой 42N – 43N.

Восточно-Чеченская зона.

Зарегистрировано 2624 землетрясения с выделившейся сейсмической энергией $\Sigma E = 101,48 \times 10^{12}$ Дж. с $K \geq 5-14$. В Восточной части Чеченской республики 17 мая 2009 г. в 15 ч. 03 мин. произошло землетрясение с $K_p = 11,8$ и координатами $\varphi = 43,15^0$ N и $\lambda = 46,33^0$ E. 13 января 2011 г. в 02 ч. 50 мин. произошло землетрясение с $K_p = 11,3$. Эпицентр землетрясения находился между селениями Бачи-Юрт и Центерой.

7 сентября 2011 г. в 13 ч. 40,3 мин. произошло землетрясение с $K_p = 11,1$; 24 сентября в 14 ч. 06 мин. произошло землетрясение с $K_p = 10,6$; 8 декабря 2013 г. в 07 ч. 39 мин. произошло землетрясение с $K_p = 10,74$; 27 апреля 2014 г. в 01 ч. 42 мин. произошло землетрясение с $K_p = 11,7$. Очаги перечисленных землетрясений отнесены к Черногорскому разлому, который проходит в широтном направлении Чеченской республики.

К наиболее заметным можно отнести землетрясения: 18 октября 2012 г. в 06 ч. 55 мин. с $K_p = 10,5$; 15 августа 2013 г. в 11 ч. 11 мин. с $K_p = 10,6$; 22 января 2015 г. в 23 ч. 19 мин. с $K_p = 10,9$; 29 мая 2016 г. в 05 ч. 44 мин. с $K_p = 10,6$; 10 мая 2017 г. в 17 ч. 40 мин. с $K_p = 10,6$. Эти землетрясения отнесены к Сунженскому хребту Чеченской республики.

Восточная Грузия.

Здесь зарегистрировано 1505 землетрясений с выделившейся сейсмической энергией $\Sigma E = 24,23 \times 10^{12}$ Дж. с $K \geq 5-13$. Наиболее сильные землетрясения произошли: 7 мая 2012 г. в 05 ч. 37 мин. с $K_p = 11,97$; в 14 ч. 15 мин. с $K_p = 12,7$; 14 октября 2014 г. в 10 ч. 13 мин. с $K_p = 13,4$.

18 сентября 2013 г. в 00 ч. 23 мин. произошло землетрясение с $K_p = 10,6$; 12 июня 2016 г. в 00 ч. 52 мин. произошло землетрясение с $K_p = 10,10$.

Район Азербайджана.

Зарегистрировано 875 землетрясений с выделившейся сейсмической энергией $\Sigma E = 246,3 \times 10^{12}$ Дж. с $K \geq 5-14$. Здесь зарегистрировано наиболее сильное землетрясение 7 мая 2012 г. в 04 ч.44 мин. с $K_p = 14$; $M = 5,6$ и $J_0 = 7$ баллов, произошедшее на территории Азербайджана в приграничном с Дагестанском Закатальском районе [7]. В этом районе произошли следующие землетрясения: 7 мая 2012 г. в 05 ч.40 мин. с $K_p = 11,6$; 15 мая в 04 ч.54 мин. с $K_p = 11,6$; 29 июня 2014 г. в 17 ч. 20 мин. с $K_p = 13$.

Скопление очагов землетрясений находится в северной части Азербайджана на границе с Южным Дагестаном. Самое сильное землетрясение произошло 29 сентября 2014 г. в 01 ч. 38 мин. с $K_p = 13,3$; интенсивностью $J_0 = 4$ балла ощущалось в селении Ахты. Скопление очагов отмечено в приграничной зоне Южного Дагестана, в Шекинском районе территории Азербайджана. Отмечены очаги землетрясений: 14 мая 2012 г. в 09 ч. 59 мин. с $K_p = 10,9$; 18 апреля 2013 г. в 20 ч. 30 мин. с $K_p = 11,24$.

Выводы

Приведена количественная характеристика периода 2009-2018 гг. в виде графика распределения количества землетрясений и выделившейся энергии.

Полученное распределение сейсмической активности позволило выделить зоны на территории Дагестана, которые отличаются повышенным уровнем сейсмичности.

Проведён анализ каталога по представительности землетрясений за исследуемый период.

Литература

1. Амиров С.Р., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Абдулаева А.Р., Сагателова Е.Ю. Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2009-2015 гг. //Фонды ДФ ГС РАН. Махачкала 2009-2016 гг.
2. Адиллов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Магомедова Д.С., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Павличенко И.Н. Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2017 г. //Обнинск. Фонды ФИЦ ЕГС РАН. 2017 г.
3. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Мирзалиев М.М., Магомедов Х.Д. Макросейсмические проявления Кичи-Гамринского – II землетрясения 16 апреля 2013 г. с $M=4,8$. В сб.: «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» //Материалы VIII Международной сейсмологической школы. Обнинск. ГС РАН. 2013. С. 32-35.
4. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д. Грузино-Дагестанское 17 сентября 2013 г. ($K_p = 13$, $M = 4,9$, $J_0 = 6$). В сб.: «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» //Материалы IX Международной сейсмологической школы. Обнинск. ГС РАН. 2014. С. 54-57.
5. Асманов О.А., Адиллов З.А., Магомедов Х.Д. Об ощутимом Ляхлинском землетрясении 7 декабря 2017 г. на территории Южного Дагестана. В сб.: «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» //Материалы XIII Международной сейсмологической школы. Обнинск. ФИЦ ЕГС РАН. 2018. С. 26-29.
6. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Адиллов З.А. Мехельтинское землетрясение 13 мая 2016 г. В сб.: «Глубинное строение минералов, современная геодинамика и сейсмичность восточно-европейской платформы и сопредельных регионов» //Материалы XX Всероссийской конференции 23-30 сентября 2016 г. Воронеж. Научная книга. 2016. С. 63-67.
7. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д. Проявление Закатальского землетрясения 7 мая 2012 на территории Дагестана. В сб.: «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» //Материалы VII Международной сейсмологической школы. Обнинск. ГС РАН. 2013. С. 32-35.

УДК 550.349.4

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-50-53

СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДАГЕСТАНСКОГО СЕКТОРА АКВАТОРИИ
СРЕДНЕГО КАСПИЯ В 2019 ГОДУ*Павличенко И.Н., Сагателова Е.Ю.**Единая геофизическая служба Российской академии наук*

В данной статье проанализирована сейсмическая обстановка Дагестанского сектора акватории Среднего Каспия за 2019 год. Дана оценка основным параметрам морских очагов. Составлена карта эпицентров землетрясений $K_p=7-13$ вышеуказанной зоны. Выполнены таблицы распределения числа толчков по энергетическим классам K_p и глубинам.

Ключевые слова: сейсмический мониторинг, магнитуда, глубина очагов, энергетический класс, очаги землетрясений.

SEISMIC ACTIVITY IN THE DAGESTAN SECTOR OF THE MIDDLE CASPIAN AREA IN 2019

*Pavlichenko I.N., Sagatelova E.U.**Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences*

This article analyzes the seismic situation in the Dagestan sector of the Middle Caspian in 2019. An assessment of the main parameters of marine foci is given. A map of the earthquake epicenters $K_p = 7-13$ of the above zone has been compiled. The tables of the distribution of the number of shocks by energy classes K_p and depths are made.

Keywords: seismic monitoring, magnitude, source depth, energy class, earthquake sources.

В 2019 году Дагестанский сектор акватории Среднего Каспия мониторился семнадцатью цифровыми сейсмостанциями Дагестанского филиала ЕГС РАН: «Ахты», «Аракань», «Ботлих», «Буйнакск», «Гуниб», «Дубки», «Дылым», «Дербент», «Кумух», «Касумкент», «Каранай», «Караман», «Сергокала», «Уркарах», «Унцукуль», «Хунзах» и «Глярата». Дополнительно была подключена сейсмостанция «Махачкала», а также сейсмостанции «Грозный» и «Ведено», принадлежащие Чеченской республике.

Обработку землетрясений с определением основных параметров выполнили сотрудницы отдела сводной информации и архивации данных Дагестанского филиала геофизической службы РАН.

Для получения точных данных дополнительно была задействована программа «Сейсмолог», разработанная в ДФ ЕГС РАН, при помощи которой формировались бюллетени и каталоги землетрясений.

Мониторинг сейсмического режима обозначенной территории позволяет понять, с какой периодичностью могут происходить и происходят землетрясения. Это важно учитывать при построении графика повторяемости землетрясений с разными энергетическими классами. График повторяемости землетрясений в 2019 году представлен на рис. 1.

График повторяемости был построен для землетрясений $K_p=7-10$. Все точки на графике в целом неплохо легли на прямую. Параметр углового коэффициента получился равным $\gamma=0.537$, представительный класс – седьмой ($K_p=7$). Угловым коэффициентом характеризует частоту повторения сейсмических событий определенных энергетических классов по площади и по времени. Все необходимые данные для построения графика повторяемости были взяты из каталога за 2019 г.

Для анализа сейсмической обстановки обозначенной территории была выбрана площадь $S=23$ тыс. 156 км^2 в пределах координат: $\varphi=41.5^\circ-44.3^\circ$ с.ш., $\lambda=47.5^\circ-49.0^\circ$ в.д.

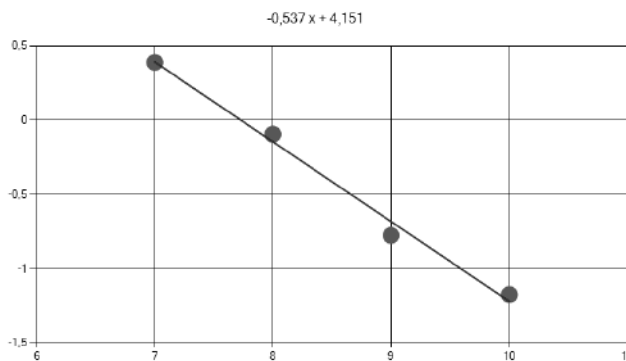


Рис. 1. График повторяемости в Дагестанском секторе акватории Среднего Каспия в 2019 году.

За 2019 г. сетью сейсмостанций на обозначенной территории было локализовано и обработано 105 землетрясений с $K_p = 7-13$. Суммарная сейсмическая энергия, выделенная за вышеуказанный период времени, составила $1,002 \cdot 10^{13}$ Дж. Распределение землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Таблица распределения количества землетрясений в Дагестанском секторе акватории Среднего Каспия по энергетическим классам $K_p=7-13$ и суммарная энергия ΣE_c за 2019 г.

K_p	7	8	9	10	13	$\Sigma E_c 10^{13}$ Дж
N	73	24	5	2	1	$1,002 \cdot 10^{13}$

Данные таблицы показали, что землетрясения с $K_p = 9-13$ внесли свой вклад в общую суммарную энергию и составили $1,002 \cdot 10^{13}$ Дж. Территориальное размещение морских очагов представлено на карте эпицентров землетрясений $K_p = 7-13$ (рис. 2).

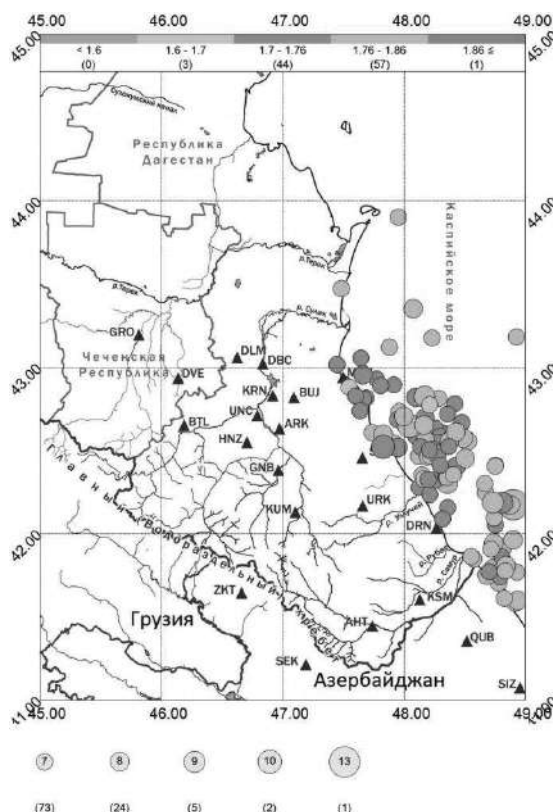


Рис. 2. Карта очагов землетрясений в Дагестанском секторе акватории Среднего Каспия в 2019 году.

На карте эпицентров морских очагов в дагестанском секторе Среднего Каспия мы указали все землетрясения $K_p = 7-13$, которые были локализованы в исследуемый период времени. Землетрясения энергетических классов выше 9 ($K_p \geq 9$) представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Ощутимые землетрясения в Дагестанском секторе акватории Среднего Каспия $K_p=9-13$.

N_0	Дата.	t_0 (ч.м.с.)	φ^0 (N)	λ^0 (E)	H (км)	K_p
1	02.03.2019	04-34-39,18	41,74	48,00	6	9,3
2	07.04.2019	12-34-30,40	41,76	49,00	33	9,0
3	07.04.2019	23-18-06,02	41,89	48,08	15	9,0
4	15.07.2019	07-22-30,93	42,82	48,16	30	9,4
5	06.10.2019	01-33-47,48	42,18	48,80	69	9,2
6	13.09.2019	15-12-24,88	41,98	49,08	39	9,7
7	29.04.2019	02-38-32,70	42,65	48,04	60	10,0
8	07.06.2019	05-27-16,52	42,17	48,89	54	12,7

Самое заметное землетрясение было зафиксировано 7 июня 2019 г. ($t_0=05-27-16,52$; $K_p=12,7$ h=54 км; $\varphi=42,178^\circ$ с.ш. и $\lambda=48,897^\circ$ в.д.; $v_p/v_s=1,83$). Ближайшая сейсмическая станция, записавшая данное событие, была сейсмостанция «Касумкент». Эпицентр толчка находился на глубине 54 км. Землетрясение имело магнитуду $M_s=4,83$. В определении основных параметров данного очага принимали участие 14 сейсмостанций. Распределение морских очагов в исследуемой зоне по глубинам приведено в таблице 3.

Таблица 3.

Таблица распределения количества землетрясений в Дагестанском секторе акватории Среднего Каспия по глубинам.

0-5 (км)	5-10 (км)	10-15 (км)	15-20 (км)	20-25 (км)	25-30 (км)	30-35 (км)	35-40 (км)	40-45 (км)	45-50 (км)	<50 (км)
1	28	25	20	14	5	3	0	0	1	8

Как видно из таблицы 3, наибольшее количество морских очагов расположено на глубине от 5 до 25 км. Незначительное количество – от 25 до 35 км. Это говорит о том, что землетрясения Дагестанского сектора акватории Среднего Каспия 2019 года относятся к коровым очагам. И только 8 толчков имели глубину свыше 50 км.

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что вопрос о регистрации и обработке сейсмических событий различных классов дает представление о сейсмической опасности в таком густонаселенном регионе, как Дагестан. Статистика землетрясений высоких классов указывает на то, что в обозначенной зоне возможны толчки большой сотрясаемости.

Материал статьи основан на анализе глубинного распределения морских толчков, распределении числа землетрясений по энергетическим классам, построении графика повторяемости для диапазона землетрясений средних и высоких классов. Используемые таблицы, рисунки, карта эпицентров землетрясений позволяют представить точную картину сейсмоактивности и сейсмоопасности исследуемой очаговой зоны.

Литература

1. Магомедов Х.М., Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю.; Павличенко И.Н., Шахмарданова С.Г. «Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за I квартал 2019 г.» //Мониторинг. Наука и технологии. Выпуск № 2 (40), 2019 г. С. 74-87.
2. Магомедов Х.М., Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю.; Павличенко И.Н., Шахмарданова С.Г. «Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за II квартал 2019 г.» //Мониторинг. Наука и технологии. Выпуск № 3 (41), 2019 г. С. 85-96.
3. Магомедов Х.М., Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю.; Павличенко И.Н., Шахмарданова С.Г. «Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за III квартал 2019 г.» //Мониторинг. Наука и технологии. Выпуск № 4 (42), 2019 г. С. 86-97.
4. Магомедов Х.М., Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю.; Павличенко И.Н., Шахмарданова С.Г. «Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за IV квартал 2019 г.» //Мониторинг. Наука и технологии. Выпуск № 1 (43), 2020 г. С. 79-92.

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-54-61

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БЛОКОВ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

*Магомедов Р.А.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

В северо-восточном сегменте Восточного Кавказа выделены 9 квазиоднородных геодинамических блоков местного порядка и произведена оценка их геодинамического потенциала по шести параметрам. Выделены потенциальные зоны ожидания возможных очагов сильных землетрясений в регионе.

Ключевые слова: геодинамический потенциал, сейсмотектоника, палеосейсмичность, зона возможных очагов землетрясений.

GEODYNAMIC POTENTIAL OF EASTERN CAUCASUS BLOCKS

*Magomedov R.A.
Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences*

In the northeastern segment of the Eastern Caucasus, 9 quasihomogeneous geodynamic blocks of local order were identified and their geodynamic potential was estimated according to six parameters. Potential waiting areas for possible foci of strong earthquakes in the region have been identified.

Keywords: geodynamic potential, seismotectonics, paleoseismicity, zone of possible centers of earthquakes.

*В науках о Земле никакой ответ нельзя принимать
за окончательный результат*

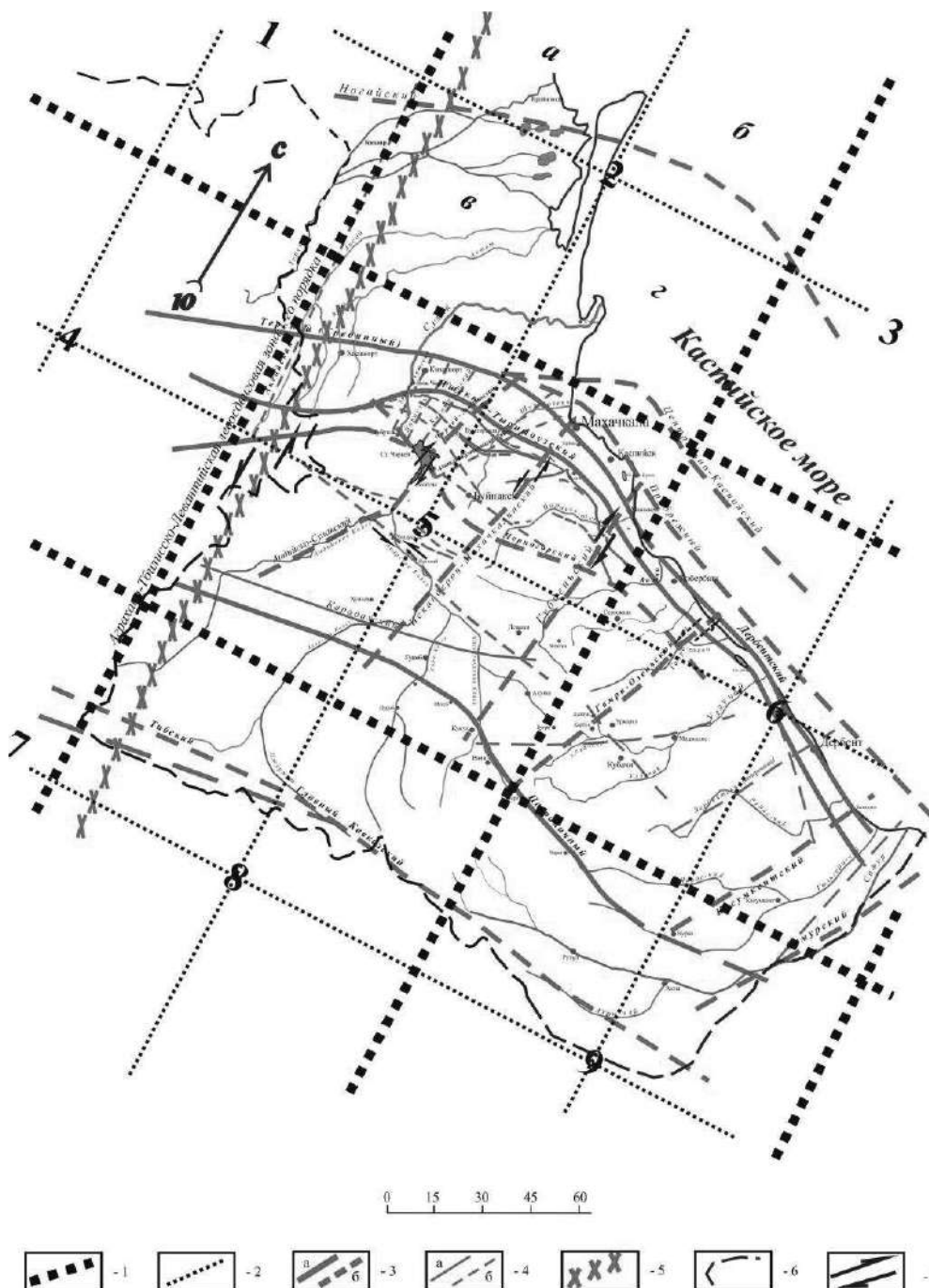
Любой блок земной коры обладает потенциальной энергией. Она может вырваться в любой момент в зависимости от разных причин: от снятия литостатического давления с «расконсервацией» генетически обретенных и накопленных в современный период геонапряжений в результате экзогенных геологических процессов (эрозия, размыв и т.д.), а также - тектонических подвижек; физико-химических процессов в самой геологической среде; фазовых переходов в минералах на большой глубине при больших Р-Т-условиях со скачкообразным изменением упругих и прочностных характеристик и т.д. Чем больше размер блока, тем больше и заключенная в нем энергия. В принципе, каждый блок земной коры может быть охарактеризован через соответствующие энергетические показатели.

В настоящей работе сделана попытка оценить уровень геодинамического потенциала блоков Восточного Кавказа в условных единицах на основе анализа нижеприведенных геосейсмологических показателей. Условный геодинамический потенциал – энергия, необходимая для образования блока земной коры того размера и формы, который он имеет в настоящее время в данной структуре. Каждая полученная суммарная условная единица геодинамического потенциала характеризуется совокупностью энергетических полей, образующих ее элементарных ячеек всех уровней организации геологической формы материи.

На первом этапе произведено выделение квазиоднородных блоков земной коры и межблоковых зон различных порядков согласно [12]. Восточный Кавказ – блок регионального порядка. Поскольку наиболее изучен и достаточно хорошо подкреплён фактическим материалом северо-восточный сегмент Восточного Кавказа, в работе упор делается именно на этот участок, как объекта нашего исследования. В основу изучения глубинного строения Восточного Кавказа положены представления о блоковом строении субстрата в горно-складчатых областях, которое формируется в результате подвижек по системе глубинных разломов разного заложения. По геолого-геофизическим данным в регионе выделяются несколько меридиональных и субмеридиональных разломов глубокого заложения, которые пересекаясь с разломами субширотного простираения, дробят фундамент на серию блоков [6]. Установлено, что существенная роль в формировании современного структурного плана Восточного Кавказа принадлежит раз-

рывным нарушениям субширотного и субмеридионального направлений четко выраженным в рельефе фундамента и определяющих его блоковое строение.

Намечены 9 блоков местного порядка (кроме регионального), а в пределах каждого – по 4 блока наименьшего порядка обозначенные строчными буквами русского алфавита (а, б, в, г) (рис. 1).



- 1 – границы блоков местного порядка (в середине блока – его номер). 2 - границы блоков наименьшего порядка (в середине блока – его буквенное обозначение). 3 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны первого масштабного-временного уровня – доюрского фундамента (а – достоверные, б – предполагаемые). 4 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны второго масштабного-временного уровня – осадочного чехла (а – достоверные, б – предполагаемые). 5 - Аграхано-Тбилиско-Левантская левосдвиговая зона первого порядка. 6 – граница республики Дагестан. 7 – направление движения блоков.

Рис. 1. Выделение квазиоднородных блоков земной коры в северо-восточном сегменте Восточного Кавказа.

Блок земной коры рассматривается как дискретно-иерархическая структура, которая состоит из более мелких блоков и сам является частью более крупного блока. Переход от блоков одного порядка к следующему выражается чередованием отношений их максимальных размеров, кратных ~ 4 .

Затем произведено определение ориентировки и шага решетки: ячейка – как блок, граница – как зона разломов того же порядка как и блок. Ориентировка решетки – по субкавказским и поперечным глубинным разломам. Основная ориентировка – Аграхано-Тбилиско-Левантийская левосдвиговая зона 1-го порядка. Шаг решетки (сторона наименьшего блока, ячейки) ~ 65 км, принята в соответствии с проявлением предвестниковых аномалий от сейсмических событий представительной магнитуды для региона ($M \geq 4$) [11]. Последнее гарантирует от завышения значения уровня геодинамического потенциала рассматриваемого блока, могущего произойти за счёт влияния тектонической активности удаленного блока. Ниже приведён список показателей, характеризующий в наибольшей степени геодинамический потенциал блоков. Каждый показатель градуируется с условным весом (от **0** до **1**) и учитывается в суммарной оценке. Вся информация сводится в таблицу и по построенной шкале оценивается уровень геодинамического потенциала каждого блока. Таким образом, геодинамический потенциал (P) блоков Восточного Кавказа представляется как функция, зависящая от нижеприведенных 6 показателей:

$$P = f(m, l, M, a_i, \tau, s,)$$

где, m - мощность земной коры; l - протяженность дизъюнктивных зон фундамента и осадочного чехла; M - максимальная отмеченная (наблюденная) магнитуда; a_i – тектоническая активность; τ – период последней активизации; s - наличие признаков палеосейсмичности.

При оценке геодинамического потенциала приняты следующие допущения:

1. подразумевается, что вертикальные и горизонтальные размеры блоков примерно одинаковые.

2. при оценке протяженности дизъюнктивных зон фундамента и осадочного чехла не учитываются границы квазиоднородных блоков. Рассматривая границы блоков как области пространства и дизъюнктивные структуры, одновременно принадлежащие двум смежным блокам, мы сразу сталкиваемся с вопросом: где в этой области пространства провести линию, от которой следует считать протяженности дизъюнктивных зон и размеры блока? От этого в значительной мере зависят результаты последующих расчетов и их интерпретации. Поэтому, при оценке потенциала блоков принимаем допущение, не учитывать искусственные границы. Вопрос в определении границ геологических объектов при их количественной характеристике все еще остается фундаментальным.

3. принимается, что блоки, на данный момент, изучены примерно с одинаковой полнотой.

Разумеется, что геодинамический потенциал блока является величиной непостоянной во времени, поскольку его показатели меняются в пространстве и времени.

Показатель 1. *Мощность земной коры* оценена по [3]. Наибольшей мощности земной коры (50-55 км) соответствует и наибольший условный вес – **1**, мощности в пределах от 40 до 49 км включительно – **0.5**, ≤ 40 км – **0.1**. По мощности земной коры наибольший условный вес имеют блоки - $5(z)$, $6(v,z)$ и $9(z)$ (таблица).

Показатель 2. *Протяженность дизъюнктивных зон фундамента и осадочного чехла*, в км.

Максимальная суммарная протяженность дизъюнктивных зон фундамента в пределах блока составляет **400 км** (рис. 1), которому придаем и максимальный условный вес – **1**, от 1/2 максимального до максимального – **0.5**, менее 1/2 максимального – **0.3**. Максимальная протяженность дизъюнктивных зон в осадочном чехле составляет **355 км**, а придаваемый максимальный условный вес - **0.5**, от 1/2 максимального до максимального – **0.2**, менее 1/2 максимального – **0.1**.

По показателю 2 наибольший условный вес имеют блоки $5(a,b)$ и $6(a,z)$.

Показатель 3. *Максимальная отмеченная (наблюденная) магнитуда* определена по результатам анализа общего каталога землетрясений Единой геофизической службы РАН (ЕГС РАН) и каталога землетрясений Дагестанского отделения ЕГС РАН. Максимальный условный вес придаем сейсмическому событию в блоке с $M \geq 6.6 - 1$, с $M = 6-6.5 - 0.9$, $M = 5.5-5.9 - 0.8$, $M = 4.5-5.4 - 0.7$, $M = 3.8-4.4 - 0.5$, $M < 3.8 - 0.1$.

По максимальным отмеченным магнитудам наибольший условный вес имеют блоки - $5(a, b, z)$, $6(a, b, z)$, $7(a, b)$, $8(a, b)$ и $9(a, b, z)$.

Показатель 4. *Тектоническая активность.* Оценка тектонической активности блоков различных порядков в неотектонический и четвертичный периоды геологического развития также производится в условных единицах. Для целей определения уровня геодинамического потенциала блоков и определения потенциальных зон возможных очагов землетрясений (зон ВОЗ) современная и историческая активность имеет наибольшее значение и условный вес по сравнению с общей четвертичной и новейшей активностью.

Анализ современной активности показывает, что за последние 100 лет самым активным являлся блок $5b$, которому присваивается и максимальное значение - 1 . В пределах блока произошли Дагестанское землетрясение 14.05.1970 г. (8-9 баллов), Салатауское - 23.12.1974 г. (7 баллов), Буйнакское - 9.01.1975 г. с силой в эпицентре равной 8 баллам, Кумторкалинские - (31.01. с силой в 7 баллов и 21.02., 14.04.1999 г.) и др.

Исторически активными являлись блоки $4(b, v, z)$, $5(a, b, v)$, $6(v, z)$, $7(b)$, $8(a, v)$ и $9(b)$. Наиболее исторически сейсмоактивными оказались блоки $5(a)$ и $6(z)$, где произошли сильные сейсмические события с магнитудами от 5 и выше.

Четвертичная и новейшая активность подтверждается многими выдающимися геологами и не подлежит сомнению, поэтому всем остальным блокам Восточного Кавказа присваиваем по $0.2+0.1$ условных единиц (таблица).

Показатель 5. *Период последней активизации* (по каталогу исторических землетрясений).

Макросейсмические данные о сильных землетрясениях Дагестана имеются с VII века нашей эры [4]. В доинструментальный период (VII-XIX вв.) имеются сведения о 18 землетрясениях, весьма существенно отличающихся по своей информативности. Несомненно лишь то, что по описаниям они отражают последствия сильных и разрушительных землетрясений. Достоверность определения эпицентров большинства землетрясений этого периода незначительна.

Максимальная условная единица - 1 – сильному сейсмическому событию XVIII-XIX вв. в блоке, XVII века - 0.5 , с VII по XIII века - по 0.1 .

Анализ материала каталога показывает, что в XVIII-XIX вв. активными оказались блоки $4(b)$, $5(a, b, v)$, $6(v)$, $8(a)$ и $9(b)$. В XVII веке - блоки $5(z)$ и $9(a, b)$. С VII по XIII века - $6(a, b, z)$ (таблица).

Таким образом, по периоду последней активизации наибольший условный вес имеют исторически активные блоки, а именно - $4(b)$, $5(a, b, v, z)$, $6(a, b, v, z)$, $8(a)$ и $9(a, b)$.

Показатель 6. *Наличие признаков палеосейсмичности* (анализ публикаций и результатов наших исследований).

Исследователи Кавказа неоднократно отмечали признаки древних землетрясений в регионе (Андрусов, 1915; Воссавич, Коротков, 1935; Гаврилов 1977, 2017; Герасимов, 1928; Рубинштейн, 1949; Шарафутдинов, 1986, 1991; Шатский, 1924; Брод, 1938; Галин, 1962; Буторин, 1972; Успенская, 1930; Мирзоев, 1986; Пирбудагов, 1985 и многие другие). Н.Ю. Успенской впервые были описаны подводно-оползневые явления в фораминиферовых отложениях, а также на новых площадях в миатлинской свите. Следы палеосейсмических событий (сейсмиды) установлены в мезозойско-кайнозойских морских осадочных толщах Северного Кавказа (Гаврилов, 2017). В пределах антиклинальных структур Сланцевого Дагестана отмечено широкое проявление признаков палеосейсмичности (Магомедов, 2016, 2017, 2019 и др.). Но оценкой площадей распространения признаков палеосейсмичности не занимались за исключением Ша-

рафутдинова Ф.Ш. [13, 14], который впервые составил карту распространения олистостромовых толщ и установил общие закономерности распространения олистостромов в палеоцен-эоценовых отложениях и клиноформных образований майкопа, которые образуют своеобразные горизонты, прослеживающиеся через всю территорию региона на 250-300 км вдоль простирания и на 30-40 км в направлении падения слоев.

Для исследования масштабов проявления следов палеосейсмических событий по площади в современном плане региона, нами проведен анализ палеоструктур кровель подстилающих отложений с верхнеюрского этапа развития региона и моложе [8]. Составленные комплексной южной геологической экспедицией под руководством И.О. Брода [1,2] региональные структурные карты по поверхностям юрских, нижнемеловых, меловых, майкопских, кровле караганских и подошве акчагыльских отложений позволяют исследовать морфологию структур с целью нанесения вероятных мест палеосейсмодислокаций на современном плане региона. Анализ морфологии палеоструктур позволил оценить вероятные места скопления следов палеосейсмических событий в разрезах осадочного чехла региона, что может быть использовано при прогнозировании потенциальных зон ВОЗ [7, 8].

Для целей нашей работы мы использовали предварительную схему распространения подводно-оползневых процессов, палеосейсмодислокаций и палеодеформаций на современном плане осадочного чехла Восточного Кавказа составленную по результатам анализа палеоструктурных карт мезозойско-кайнозойских формаций [8], предварительную схему распространения палеосейсмодислокаций и палеодеформаций на современном плане осадочного чехла Дагестанского сектора Восточного Кавказа, составленная по структурным картам поверхностей кровель мезозойских формаций [9] и материал [13, 14].

Максимальная площадь распространения признаков палеосейсмичности в блоке имеет и наибольший условный вес – **1**, от 1/2 максимальной площади до максимальной – **0.5**, менее 1/2 максимальной пл. – **0.3**.

С учетом принятой градации каждый блок имеет соответствующий условный вес. Максимальная площадь распространения признаков палеосейсмичности имеет блок 5(a), которому соответствует и максимальный условный вес – **1**.

Суммарная оценка геодинамического потенциала блоков Восточного Кавказа (таблица) и построенная шкала уровня потенциала (рис. 2) показывают что, наибольший условный вес имеют блоки - 5(a,b), 6(z) и 9(b).

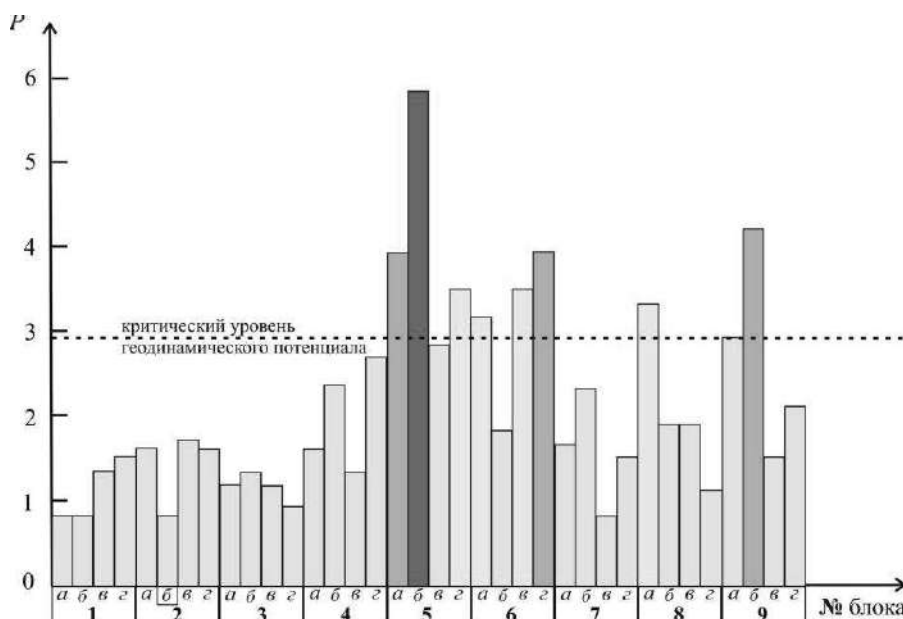


Рис. 2. Шкала уровня геодинамического потенциала блоков СВ сегмента Восточного Кавказа.

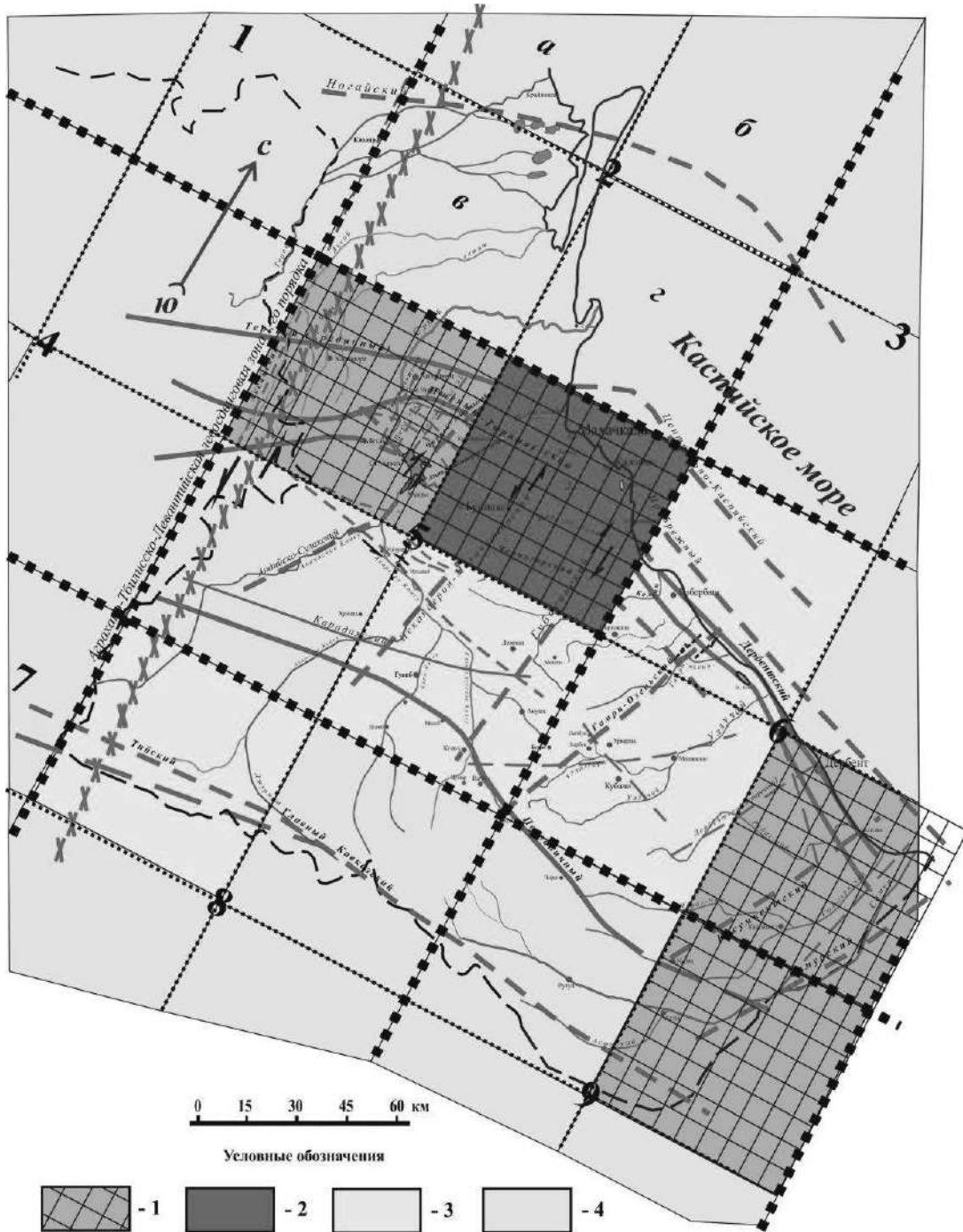
Таблица.

Суммарная оценка геодинамического потенциала блоков Восточного Кавказа
(в условных единицах).

Геодинамические блоки		Геосейсмологические показатели						Суммарная оценка, усл. ед.
		1	2	3	4	5	6	
		<i>m</i>	<i>l</i>	<i>M</i>	<i>a_t</i>	<i>τ</i>	<i>s</i>	
1	<i>a</i>	0,5	-	-	0.2+0.1	0	-	0,8
	<i>б</i>	0,5	-	-	0.2+0.1	0	-	0,8
	<i>в</i>	0,1	0,3	0,7	0.2+0.1	0	-	1,4
	<i>г</i>	0,1	0,4	0,7	0.2+0.1	0	-	1,5
2	<i>a</i>	0,5	0,3	0,5	0.2+0.1	0	-	1,6
	<i>б</i>	0,1	0,3	0,1	0.2+0.1	0	-	0,8
	<i>в</i>	0,5	0,4	0,5	0.2+0.1	0	-	1,7
	<i>г</i>	0,5	0,3	0,5	0.2+0.1	0	-	1,6
3	<i>a</i>	0,5	0,3	0,1	0.2+0.1	0	-	1,2
	<i>б</i>	0,5	-	0,5	0.2+0.1	0	-	1,3
	<i>в</i>	0,1	0,3	0,5	0.2+0.1	0	-	1,2
	<i>г</i>	0,1	-	0,5	0.2+0.1	0	-	0,9
4	<i>a</i>	0,1	-	0,7	0.2+0.1	0	0,5	1,6
	<i>б</i>	0,1	0,3	0,7	0,7	1	0,5	2,4
	<i>в</i>	0,1	-	-	0,7	0	0,5	1,3
	<i>г</i>	0,5	0,3	0,7	0,7	0	0,5	2,7
5	<i>a</i>	0,5	0,7	1	0,7	1	1	3,9
	<i>б</i>	0,5	2	0,8	1	1	0,5	5,8
	<i>в</i>	0,5	0,4	0,7	0,7	1	0,5	2,8
	<i>г</i>	1	0,4	0,8	0.2+0.1	0,5	0,5	3,5
6	<i>a</i>	0,5	0,5	0,9	0,7	0,1	0,5	3,2
	<i>б</i>	0,5	0,4	0,5	0.2+0.1	0,1	-	1,8
	<i>в</i>	1	0,4	0,8	0,7	1	0,5	3,5
	<i>г</i>	1	0,6	0,9	0,7	0,1	0,5	3,8
7	<i>a</i>	0,5	-	0,8	0.2+0.1	0	-	1,6
	<i>б</i>	0,5	0,3	0,8	0,7	0	-	2,3
	<i>в</i>	0,5	-	-	0.2+0.1	0	-	0,8
	<i>г</i>	0,5	-	0,7	0.2+0.1	0	-	1,5
8	<i>a</i>	0,5	0,3	0,8	0,7	1	-	3,3
	<i>б</i>	0,5	0,3	0,8	0.2+0.1	0	-	1,9
	<i>в</i>	0,5	-	0,7	0,7	0	-	1,9
	<i>г</i>	0,1	-	0,7	0.2+0.1	0	-	1,1
9	<i>a</i>	0,5	0,3	1	0.2+0.1	0,5	0,3	2,9
	<i>б</i>	0,5	0,4	0,8	0,7	1+0,5	0,3	4,2
	<i>в</i>	0,5	-	0,7	0.2+0.1	0	-	1,5
	<i>г</i>	1	-	0,8	0.2+0.1	0	-	2,1

Анализ результатов исследования показывает что, потенциальными зонами ожидания возможных очагов сильных землетрясений в ближайшем будущем могут являться блоки 5(*a,б*), 6(*г*) и 9(*б*) имеющие суммарные значения геодинамического потенциала, в условных единицах, в пределах от **3.8** до **5.8**, а также блоки 5(*г*), 6(*a,в*) и 8(*a*) имеющие критический (более 2,9 ед. –

50 % барьер) потенциал – от 3,2 до 3,5. Наибольший геодинамический потенциал и современную активность имеет блок 5(б) – 5.8 (рис. 3).



- 1 - потенциальные зоны ожидания возможных очагов сильных землетрясений, имеющие суммарные значения геодинамического потенциала, в условных единицах, в пределах от 3,8 до 5,8.
- 2 – блок, имеющий наибольший геодинамический потенциал (5,8) и современную активность,
- 3 – блоки, имеющие критический (более 2,9 ед.) геодинамический потенциал.
- 4 – прочие блоки, имеющие геодинамический потенциал ниже критического.

Рис. 3. Потенциальные зоны ВОЗ и блоки, имеющие критический геодинамический потенциал в северо-восточном сегменте Восточного Кавказа.

Учитывая, что исторически активным являлся блок 5(а), а современным активным – блок 5(б), следует ожидать сильных сейсмических событий со «сдвиговым» механизмом очага в

блоках 5(б) и 6(а,в), а именно – на стыке Капчугайского грабена и Губденского блока по Искандерон-Махачкалинскому глубинному разлому а также на стыке Губденского и Гамри-Озеньского блоков по одноименным глубинным разломам. Соответствующим службам в республике следует активизировать мониторинговую деятельность в пределах региона по сбору и обработке показателей геофизических полей.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310201-9.

Литература

1. Геология и нефтегазоносность Восточного Предкавказья. Вып. 1. Тр. КЮГЭ. Под ред. И.О. Брода. Гостоптехиздат. Ленинград, 1958. 622 с.
2. Геология и нефтегазоносность юга СССР. Дагестан. Вып. 4. Тр. КЮГЭ. Под ред. И.О. Брода. Гостоптехиздат, Ленинград, 1959. 432 с.
3. Космотектоническая карта Восточно-европейской платформы и ее обрамления под ред. В.Е. Хаина. М 1:2 500 000. Министерство геологии СССР. Москва, 1984.
4. Левкович Р.А., Магомедов А.М., Асманов О.А. К сейсмическому районированию Дагестанской АССР //Сб. Сейсмический режим территории Дагестана. ИГ Даг. ФАН СССР, № 1. 1977 г. С. 31-40.
5. Магомедов Р.А. Геоэкологические аспекты поиска палеосейсмодислокаций и палеодеформаций в осадочном чехле мезозойского комплекса Восточного Кавказа //Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск 67. - Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников М.А.) 2016.- С. 304-309.
6. Магомедов Р.А. Гидрогеодинамический режим области Дагестанского клина и сопредельных территорий в связи с сейсмичностью. Диссертация на соискание учёной степени к.г.-м. н. по специальности 25.00.07-гидрогеология. Москва, 2001.
7. Магомедов Р.А. Дизъюнктивная тектоника и современная сейсмичность территории Восточного Кавказа //Отечественная геология, № 3.- 2014.- С.69-77.
8. Магомедов Р.А. К поиску следов палеосейсмособытий в мезозойско-кайнозойском комплексе Восточного Кавказа //Геология и ресурсы Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 2 (77). 2019. С. 60-68. DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-60-68.
9. Магомедов Р.А. К поиску следов палеосейсмособытий в осадочных формациях юры и мела Восточного Кавказа //Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Седьмое Всероссийское совещание. 18-22 сентября 2017 г., Москва. Научные материалы /В.А. Захаров, М.А. Рогов, Е.В. Щепетова (ред.). Москва: ГИН РАН, 2017. С. 123-128.
10. Магомедов Р.А. Следы палеосейсмособытий в разрезах осадочного чехла Восточного Кавказа //Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Седьмое Всероссийское совещание. 18-22 сентября 2017 г., Москва. Научные материалы /В.А. Захаров, М.А. Рогов, Е.В. Щепетова (ред.). Москва: ГИН РАН, 2017. С. 119-122.
11. Магомедов Р.А., Маммаев О.А. Палеосейсмодислокации в осадочном чехле мезозойского комплекса Восточного Кавказа //Геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований. Материалы Международной научно-практической конференции. 22-24 сентября 2017 г. Владикавказ, ВНЦ РАН, С. 206-212.
12. Оценка сейсмической опасности участков размещения ядерно- и радиационно-опасных объектов на основании геодинамических данных (Р6-019-01). Руководство по безопасности. Госатомнадзор России. Утверждена постановлением Госатомнадзора России от 28 декабря 2001 г. № 16. Введена в действие с 1 марта 2002 г. Москва 2001.
13. Шарафутдинов В.Ф. Геологическое строение и закономерности формирования палеогеновых олистостромовых толщ Северо-Восточного Кавказа. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. Москва – 1991.
14. Шарафутдинов В.Ф. Геологическое строение и закономерности развития майкопских отложений северо-восточного Кавказа в связи с нефтегазоносностью. Диссертация на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук. Москва – 2003.

УДК 550.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-62-66

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНЫХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРЕДВЕСТНИКОВ - ОСНОВА КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Боков В.Н., Лебедев С.В.

*Геофизический исследовательский центр «Градиент», г. Санкт-Петербург,
victor.bokov333@gmail.com*

На основе анализа большого числа случаев мощных землетрясений исследована возможность использования геоинформационного мониторинга изменчивости атмосферных процессов и измерений GPS, радона, уровня подземных вод, уровня геоакустических шумов в целях краткосрочного прогноза землетрясений.

Ключевые слова: атмосферные процессы, триггер, геофизические предвестники связи атмосферы и сейсмичности.

GEOINFORMATIONAL MONITORING OF ATMOSPHERIC AND GEOPHYSICAL PRECURSORS - THE BASIS OF A SHORT-TERM EARTHQUAKE FORECAST

Bokov V.N., Lebedev S.V.

Geophysical Research Center "Gradient", St. Petersburg

Based on the analysis of a large number of cases of powerful earthquakes, the possibility of using geoinformation monitoring of atmospheric variability and measurements of GPS, radon, ground water level, and geoaoustic noise for short-term earthquake prediction is investigated.

Keywords: atmospheric processes, trigger, geophysical precursors of atmospheric and seismicity coupling.

Введение

Современная сейсмология пока не может прогнозировать точное место эпицентра и дату землетрясений, поэтому разработки методов краткосрочного прогноза сейсмических событий является особенно актуальными [2]. Причины возникновения землетрясений изучены недостаточно, поскольку процессы, происходящие внутри земной коры, визуально не видны и не доступны для исследования. Поэтому землетрясения пытаются прогнозировать, основываясь на различного рода предвестниках [9, 12]. Считается, что все известные предвестники землетрясений появляются в результате воздействия на них деформационных процессов [9, 10, 12]. При этом сейсмологи игнорируют экзогенные процессы и прежде всего изменения атмосферного давления, но именно атмосферное давление создает дополнительную деформацию земной коры [2]. Известно, что падение атмосферного давления в циклоне на 1 мм соответствует уменьшению давления на 1 км² на 13,6 миллиона килограмм, а в антициклоне рост на 1 мм приводит к увеличению давления на 1 км² на 13,6 миллиона килограмм.

Анализ многочисленных случаев изменения атмосферной циркуляции, предшествующих сильным землетрясениям, позволил установить триггерные эффекты, способствующие возникновению сейсмических событий [2, 3, 5, 8]. Смещения сопряженных циклона и антициклона приводят к колебаниям земной коры и возникновению волн Лява [11]. Атмосферные триггерные эффекты обусловлены быстрой сменой атмосферных вихрей противоположного знака в районе активных разломов, что приводит к резкому росту тангенсальных напряжений на разломе и возникновению землетрясений [2].

Например, на рис.1 можно наглядно увидеть проявление атмосферного триггерного эффекта приведшие к землетрясению, которому и посвящена данная конференция. За трое суток до землетрясения с северо-запада стал приближаться и усиливаться циклон, а на юге и востоке от эпицентра располагались области высокого атмосферного давления. В день землетрясения,

14 мая, атмосферное давление над эпицентром выросло и достигло максимума. В этот день на 12 часов к эпицентру приблизилась нулевая изаномала деформации барических нагрузок.

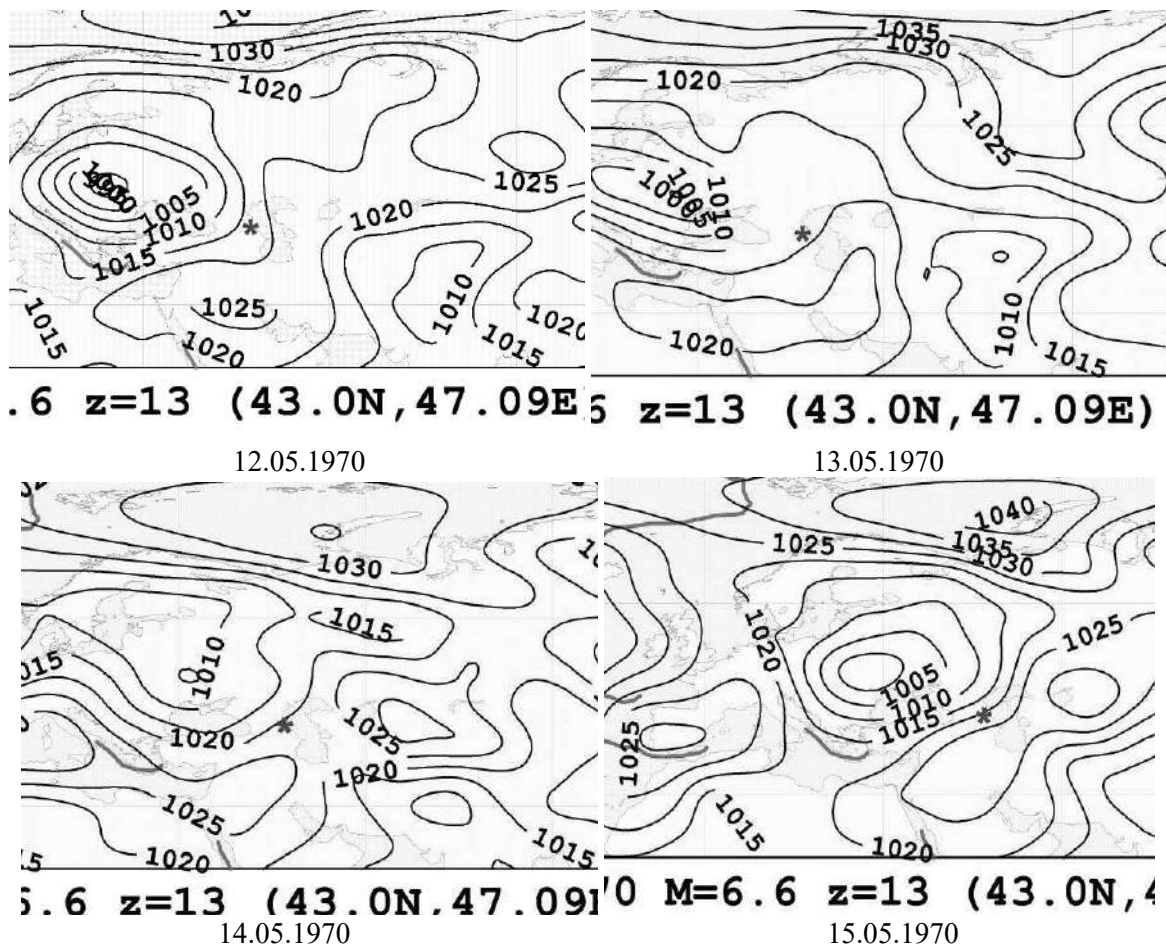


Рис.1. Поля атмосферного давления, сопутствующие возникновению Дагестанскому землетрясению 1970 года.

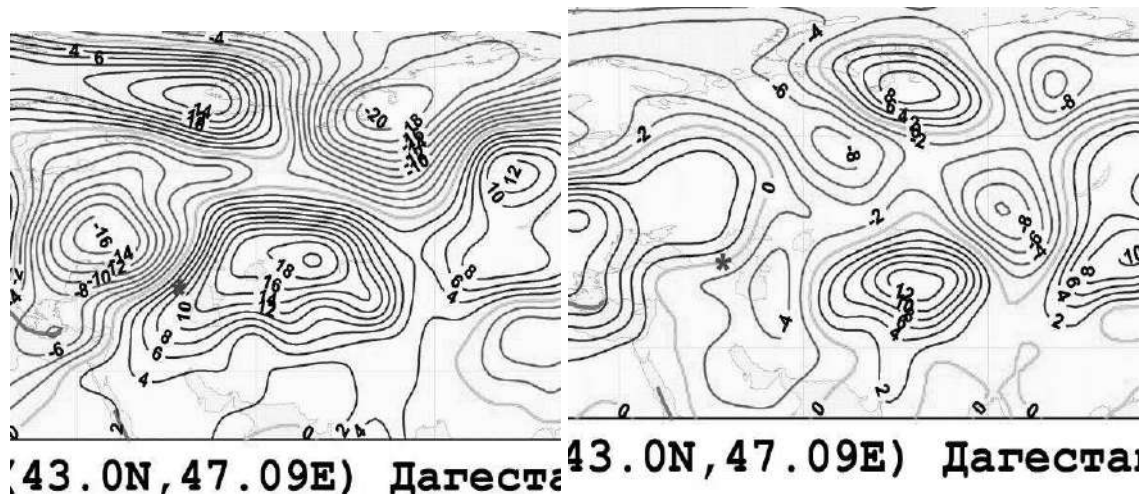


Рис. 2. Поля барических нагрузок, рассчитанных на 13 мая (слева) и 14 мая (справа).

Первый толчок произошёл в 12 часов 20 минут, сила его составила в эпицентре $M=5,7$. Между первым и вторым толчками прошло почти 9 часов. За этот период произошло резкое перераспределение барических нагрузок, что видно из рис.2.

В 21 час 12 минут произошёл второй более мощный толчок силой $M=6,7$. Быстрая, смена низкого атмосферного давления на противоположное - высокое атмосферное давление над эпицентром, как правило, инициирует механизм очага – взброс [6, 7]. Этот факт подтвердили и сейсмологические исследования. Механизм очага по первым вступлениям, полученный авторитетными исследователями [1, 13] показывает взброс с простиранием СЗ-ЮВ направления.

Наличие представляемой системы геоинформационного мониторинга атмосферных процессов и геофизических предвестников в 90-е годы позволило бы предсказать данное землетрясение за 2-3 суток.

Разработка нового подхода краткосрочного прогноза землетрясений.

Суть нового подхода заключается в разработке технологии объединения экзогенных (внешних), тектонических и эндогенных процессов для оценки подготовки геоблоков к землетрясению. На основе новой технологии определяются предвестники, которые синхронно отражают степень готовности геоблоков к возникновению землетрясений и связь с триггерными процессами. С этой целью были проведены исследования по совместному анализу данных мониторинга атмосферных и геофизических измерений - предвестников землетрясений на представительном материале.

Для прогноза сейсмических событий в работах был [2÷7] предложено использовать атмосферно-циркуляционный предвестник землетрясений. Под атмосферно-циркуляционным предвестником (АЦП) для фиксированного роя эпицентров землетрясений понимается такое изменение атмосферной циркуляции, при котором в данном эпицентре периодически инициируются новые землетрясения. Это означает, что на геоблоки, «подготовленные» тектоническими и эндогенными процессами, странные аттракторы атмосферы (циклоны и антициклоны) создают дополнительные напряжения, а с соседних геоблоков снимают существующие напряжения. Этот процесс можно сравнить с массажем, т.е. плохо зная механизмы, приводящие к сильным болям массажист, нажимая на определенные точки тела снимает болезненные ощущения. Также и атмосферная циркуляция антициклонами «нажимает» на определённые геоблоки, а циклоны снимает напряжения над соседними геоблоками. При этом облегчается соскальзывание зацепов между геоблоками и возникают сейсмические события. Это происходит только при определенном пространственно-временном расположении странных аттракторов, т.е. при формировании АЦП.

Периодичность возникновения землетрясений зависит от степени «готовности» горных пород к разрушению или зацепов к соскальзыванию [9, 10, 12]. Готовность горных пород к разрушению можно оценить по результатам мониторинга геофизических предвестников, который проводится Федеральным исследовательским центром единой геофизической службы Российской Академией Наук (ФИЦ ЕГС РАН).

Для определения возможности использования геофизических измерений совместно с атмосферно-циркуляционными предвестниками в краткосрочных прогнозах, проводился ретроспективный анализ связей АЦП с геофизическими измерениями КФ ФИЦ ЕГС РАН на Камчатке. На основе анализа 45 случаев мощных землетрясений проведены исследования связей измерений GPS, измерений литосферных газов (радона) уровня подземных вод, геоакустических шумов с изменениями атмосферных процессов.

Измерения литосферных газов (радона), уровня подземных вод, геоакустических шумов традиционно относят к предвестникам землетрясений. Горизонтальные измерения GPS чаще используют для оценки смещений тектонических плит, геоблоков. Вертикальные измерения GPS практически не рассматривают в качестве предвестника, поскольку их относят к атмосферным помехам. Однако эти «помехи» содержат нужную информацию об опускании и вспучивании геоблоков и их наклонов. Именно преобразования атмосферного давления и вызывает эти наклоны и вертикальные смещения геоблоков. Литосферное давление, «получая» атмосферную добавку практически без изменений передает ее вниз. В случае отсутствия трещин и

отсутствия потоков газовых и водных флюидов данная добавка не влияет на вертикальные изменения и наклоны пород. В противоположных случаях атмосферная добавка приводит к наклонам и вертикальным смещениям геоблоков.

Исследования по данным мониторинга измерений GPS, радона, уровня подземных вод и геоакустических шумов показали, что интенсивность и возникновение геофизических предвестников тесно связаны с триггерными процессами (АЦП) и степени готовности возникновения землетрясений.

По данным вертикальной составляющей измерений GPS, во всех 45 случаях за 5-7 суток перед $3T$ с $M \geq 5.5$ наблюдались слабые не структурированные изменения уровней дневной поверхности разного знака. За 2-3 суток до возникновения землетрясений наблюдались существенные пространственные, структурированные, быстрые изменения уровня дневной поверхности и значительное увеличение величины наклонов поверхности разного знака. Именно быстрые изменения знаков дневной поверхности с существенным увеличением величины наклонов являются критерием «готовности» горных пород к разрушению. При этом в атмосфере должен присутствовать АЦП, характерный для конкретного района. При наличии перечисленных условий вероятность возникновения землетрясений с $M \geq 5.5$ очень высока. Анализ атмосферных процессов, изменения барических нагрузок и мониторинг изменчивости данных станций GPS показал, что их совместный анализ позволяет более уверенно прогнозировать сейсмические события.

С целью достижения большей достоверности прогноза следует использовать и другие, дополнительные геофизические предвестники, уточняющие вероятность возникновения сильного землетрясения. Например, данные уровнемерных наблюдений на скважине ЮЗ-5 (Камчатка) имеют хорошую когерентность с изменениями атмосферных процессов, что позволяет использовать данное свойство в прогностических целях. Основным прогностическим параметром для уровня подземных вод является интенсивность роста или снижения уровня воды. Также изменения синоптической ситуации приводит как к уменьшению эмиссии радона в атмосферу, так и к увеличению эмиссии радона. В зависимости от готовности горных пород интенсивность эмиссии радона, служит ярким предвестником сильного сейсмического события. Измерения геоакустических шумов рационально использовать в среднесрочных прогнозах землетрясений.

Заключение

Новый подход основан на совместном учете тектонических, эндогенных и экзогенных (внешнее влияние) факторов. Результаты анализа данных геофизического мониторинга совместно с анализом оперативных данных мониторинга АЦП позволяют применять новый подход для составления краткосрочного прогноза землетрясений. Выявленные связи геофизических предвестников с АЦП позволяют составлять надежные краткосрочные прогнозы землетрясений для любых сейсмически активных регионов при наличии в этих регионах геофизических наблюдений.

Литература

1. Балакина Л.М., Москвина А.Г. Сильные землетрясения восточной части Северного Кавказа - механизм очагов и их геологическая интерпретация //Физика Земли. 1997. № 5. С. 21-36.
2. Боков В.Н, Гутшабаш Е.Ш., Потиха Л.З. Атмосферные процессы как триггерный эффект возникновения землетрясений //Ученые записки РГГМУ. 2011. № 18, С.173- 184.
3. Боков В.Н. Когда содрогнется Земля? Краткосрочные прогнозы землетрясений //Наука и Жизнь, № 9, 2011, С. 49-59.
4. Боков В.Н., Воробьев В.Н. Мониторинг геофизических предвестников и прогноз землетрясений //РГГМУ, Ученые записки № 36, 2014, С. 128-138.
5. Боков В.Н., Воробьев В.Н. Инициирование «быстрых» землетрясений атмосферным триггером //РГГМУ, Ученые записки № 47, 2017, С. 56-66.

6. Боков В.Н., Лебедев С.В. Экзогенные процессы и сейсмичность //Триггерные эффекты в геосистемах, Материалы IV Всероссийской конференции с международным участием (г. Москва. 6-9 июня 2017), 2017 г.) /Ин-т динамики геосфер РАН; под ред. В.В. Адушкина, Г.Г. Кочаряна. – М.: ГЕОС. 2017, с. 379-386.
7. Боков В.Н. Возможности метеорологии в управлении сейсмическими рисками // РГГМУ, Ученые записки № 55, 2019, С. 160-174.
8. Бенкендорф О.В., Боков В.Н., Лебедев С.В. Мониторинг и прогноз триггерных эффектов, инициирующих землетрясения //Триггерные эффекты в геосистемах: материалы докладов V-й Международной конференции, Москва, 4–7 июня 2019 г. М. ТОРУС ПРЕСС. 2019. С. 341-348
9. Завьялов А.Д. Среднесрочный прогноз землетрясений: основы, методика, реализация. М.: Наука. 2006. 254 с.
10. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М.: Наука. 1987. 100 с.
11. Сидоренков Н.С. Физика нестабильностей вращения Земли. М.: Наука, 2001. 375 с.
12. Соболев Г.А., Пономарев А.В. Физика землетрясений и предвестники. М.: Наука. 2003. 270 с.
13. Jackson J.A., McKenzie D.P. Active tectonics of the Alpineu Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan //Geophys. Journ. Roy. Astr. Soc. 1984. V. 77. P. 185-264.

УДК: 550.34

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-67-80

СЕЙСМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН – ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Мамаев¹ С.А., Черкашин¹ В.И., Магомедов¹ Р.А., Таймазов^{1,2} Д.Г., Мамаев¹ А.С.

¹Институт геологии ДФИЦ РАН,

²Единая Геофизическая служба РАН

Основой написания данной статьи явилась проведенная научно-практическая конференция «Проблема оценки сейсмической опасности по картам ОСР-2016: Северный Кавказ, Республика Дагестан» и заседание рабочей группы «Инженерная сейсмология» по ВКС 23.10.2020 г.

Ключевые слова: общее сейсмическое районирование, сейсмическая безопасность, детальное сейсмическое районирование.

SEISMIC SECURITY OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN PROBLEMS AND WAYS OF SOLUTION

Mamaev¹ S.A., Cherkashin¹ V.I., Magomedov¹ R.A., Taimazov² D.G., Mamaev¹ A.S.

¹Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences,

²Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences

The basis for writing this article was the held scientific-practical conference "The problem of seismic hazard assessment using OSR-2016 maps: North Caucasus, Republic of Dagestan" and the meeting of the "Engineering Seismology" working group on VKS 23.10.

Keywords: general seismic zoning, seismic safety, detailed seismic zoning.

Проблема обеспечения сейсмической безопасности одна из важнейших задач государства и соблюдение конституционных прав граждан, прежде всего, права на жизнь. Известно, что ущерб от землетрясений всегда огромный. Например, от Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 года пострадало 25 % территории Республики, разрушено полностью 22 и частично 257 населённых пунктов, в том числе города Махачкала, Буйнакск, Каспийск, Хасавюрт и Кизилюрт. Погиб 31 человек, 45 тысяч остались без крова. Потери были настолько большими, что Совету Министров РСФСР для ликвидации последствий и восстановления пришлось принимать специальные меры и постановление «О дополнительных мерах по ликвидации последствий стихийного бедствия в Дагестанской АССР» от 22 мая 1970 г. № 323.

Для того чтобы минимизировать последствия землетрясений необходимо с особой тщательностью подходить к оценке сейсмической опасности территорий подверженных сейсмическим событиям, что предопределяет проведение ряда работ включающих в себя – проведение общего сейсмического районирования (ОСР) всей территории России с последующим проведением детальное сейсмического районирования (ДСР) отдельных регионов страны, и далее, для уточнения сейсмичности, проведение сейсмического микрорайонирования (СМР) городов и крупных населенных пунктов. Сейсмическое районирование необходимо проводить в сейсмоопасных зонах каждые 10 лет. В Дагестане, к сожалению, сейсмомикрорайонирование не проводилось более 30 лет.

К работе над картами ОСР всегда использовался государственный подход, который реализовывался следующими комплексными мерами. Разработка и актуализация карт ОСР всегда была зоной ответственности Российской академии наук и подведомственного ей Федерального Государственного Учреждения – Института Физики Земли РАН. В разработке карт ОСР принимали участие ведущие специалисты академических и отраслевых институтов страны, а также

изыскательские организации, работающие в области сейсмического районирования, как правило, ТИСИЗы структура которых в настоящее время развалена.

В свое время при подготовке карт общего сейсмического районирования, проводилось детальное обсуждение региональной подосновы карт ОСР, что являлось «зоной ответственности» территориальных подразделений РАН, к которым относится Институт геологии ДНЦ РАН и Дагестанский филиал Геофизической службы РАН.

По завершению работ, перед утверждением таких карт (или изменений к ним), как в случае с ОСР-97 (2015) проводилось широкое обсуждение результатов исследований с научной общественностью на региональном, межрегиональном и далее на федеральном уровне. Далее, перед утверждением карт проводилось их обсуждение на специальном заседании Межведомственного совета (МССС), в состав которого входили представители Госстроя России и территориальных градостроительных структур из сейсмоопасных регионов. Тем самым обеспечивалось участие государства, научного и профессионального сообщества в разработке и обсуждении документа перед его принятием, а также качество (обоснованность, достоверность) содержащихся в картах ОСР данных о сейсмической опасности территории [1,2].

Утверждение в декабре 2019 года (Приказом Минстроя России № 886/пр от 26.12.2019 г.) карт ОСР-2016 (в качестве приложения к СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах») было произведено с *нарушением ранее принятого порядка подготовки и утверждения карт ОСР*.

Наше мнение полностью совпадает с позицией известных ученых Шестоперова Г.С. и Рогожина Е.А., которые написали обращение в адрес Президента страны Путина В.В. и их тезис, что принятие карт ОСР-2016 года приведет к катастрофическим последствиям, как минимум в Северокавказском регионе. В этих картах необоснованно была занижена сейсмичность городов Северокавказских республик.

Проблемы карт ОСР-2016 общеизвестны:

- карты разработаны ООО «ИГИИС» на инициативной основе, при отсутствии согласованного технического задания с ИФЗ РАН, ФАУ «ФЦС» и Минстроем России;
- сотрудники ИФЗ РАН официально не принимали участие в этой разработке, но в то же время, упоминание имени профессора Уломова В.М. как сотрудника ИФЗ РАН, призвано обеспечить видимость «правопреемственности» этих карт с предшествующими разработками;
- имея, как утверждают их автор, одну и ту же методологию разработки карт ОСР-97 (2015), содержащиеся в картах ОСР-2016 сведения коренным образом отличаются от якобы их аналогов, что серьезно настораживает;
- при разработке карт ОСР-2016 не учтены сведения из монографии «*Тектоническая карта Дагестана*», а также не запрашивалась региональная подоснова в ведущих научных учреждениях РАН (в частности у Института геологии ДФИЦ РАН, как базового научного учреждения данной сферы по Республике Дагестан);
- новая карта ОСР-2016 вызывает определенное недоумение, поскольку по некоторым областям и территориям проведена корректировка в сторону занижения балльности, несмотря на прогноз ведущих специалистов страны о повышении сейсмичности на территории Северного Кавказа, о чем сказано выше;
- карты официально не представлялись для широкого профессионального обсуждения с последующим согласованием. Не направлялись в региональные центры РАН (к которым относится Институт геологии ДФИЦ РАН, Дагестанский филиал Геофизической службы РАН и Дагестанский государственный технический университет), прерогативой и «зоной ответственности» которых как раз является решение этих вопросов на региональном уровне;
- известно, что карты не прошли согласование в ПК-7 ТК-465 перед их утверждением. Данный вопрос вообще не обсуждался с разработчиками изменений к СП 14.13330.2018 и членами данного подкомитета;

– карты в окончательной редакции не представлялись для согласования в органы исполнительной власти сейсмоопасных регионов РФ, несмотря на то, что именно им в соответствии с законодательством РФ предстоит разгрести все проблемы, связанные с негативными последствиями их утверждения Минстроем России и последующим применением;

– неясно, кто теперь будет нести ответственность, если произойдет землетрясение силой, не учтенной картами ОСР-2016. Неужели Общество с ограниченной ответственностью с уставным капиталом 100 тыс. рублей?

По содержательной части также имеется много вопросов, ответы на которые после анализа совершенно очевидны.

По сравнению с нормативными картами ОСР-97 (2015) сейсмическая опасность на картах ОСР - 2016 понижена для региональных столиц республик РФ и крупных районных центров, в том числе Дагестана.

Ниже приведена сравнительная таблица с выборочным списком городов и крупных населённых пунктов Республики Дагестан, расположенных в сейсмоактивных районах и характеризующихся повышенной сейсмической интенсивностью.

Таблица

Пункты	ОСР - 1997, 2015			ОСР – 2016		
	А	В	С	А	В	С
Дагестанские Огни	9	9	10	8	9	9
Дербент	9	9	10	8	9	9
Ахты	9	9	10	8	9	>
Белиджи	9	9	10	8	9	9
Буйнакск	9	9	10	8	9	9
Ботлих	9	9	10	8	8	9
Избербаш	9	9	10	8	8	9
Карабудахкент	9	9	10	8	8	9
Каспийск	8	9	10	8	8	9
Касумкент	9	9	10	8	9	9
Каякент				8	8	9
Кизляр	7	8	8	8	8	9
Махачкала	8	9	10	8	9	9

Сравнительный анализ показывает, что практически по всей территории Республики Дагестан занижена балльность по категориям А, С, за исключением г. Кизляр, где балльность почему то повышена на 1 балл. Характерно, что из 52 пунктов были изменены (понижены) данные балльности для 13 основных городов и крупных населенных пунктов Республики Дагестан, в которых ведется интенсивное строительство, а ранее построено много зданий, обеспечение сейсмостойкости в соответствии с картами ОСР-97 (2015) сомнительно из-за низкого качества проектирования и строительства.

Еще немаловажный факт, Богданов И.М. в картах ОСР-2016 представил сведения по сейсмичности для 35 населенных пунктов Дагестана, а в базовых картах приведены сведения по 39 пунктам; нестыковки – по 14 пунктам. При этом, например, в список ОСР-2016 не были включены 8 важных населенных пунктов, но дополнительно включены (видимо для придания значимости проведенных исследований и серьезности разработки) села с малоэтажной застройкой – Бежта, Великент, Губден, Гурбуки. На основании изложенного считаем, что замена карт ОСР-97 (2015) на карты ОСР-2016, разработанные частной организацией проведена с серьез-

ными нарушениями закона, а приведенные в последнем документе данные по сейсмичности территории России (в том числе, Республики Дагестан) необоснованно.

По нашему мнению, утвержденные Минстроем России карты ОСР-2016 в качестве приложения к СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» [3,4] приведет к серьезным правовым коллизиям и возможным другим негативным последствиям в случае сильных землетрясений.

К сожалению, негативные последствия для Республики Дагестан уже наступили. Выделенные бюджетные средства на проведение ДСР Республики, Дагестанским Комитетом по архитектуре и градостроительству, были возвращены обратно в бюджет по той вероятной причине, что проведенные работы высветят не состоятельность данных карт ОСР-2016. По всей вероятности аргументация чиновников следующая:

«А зачем нам это нужно, если Минстрой России уже взял на себя ответственность утверждением Приказа № 889/пр, занизив сейсмическую балльность и это устраивает застройщиков Республики Дагестан?».

Видимо для них неважно, что население региона теперь попадает в ситуацию, которая увеличивает риск возникновения катастрофических последствий, аналогичных Спитакскому землетрясению, после которого было выведено 40 процентов промышленного потенциала, погибло, по меньшей мере, 45 тысяч человек, 140 тысяч стали инвалидами, 514 тысяч человек остались без крова.

Чтобы избежать такого сценария предлагаем Минстрою России срочно внести изменения в Приказ № 889/пр и отказаться от карт ОСР-2016 как основы и приложения СП 14.13330, как минимум в части радикального снижения сейсмичности крупных городов и населенных пунктов РФ в том числе и по Республике Дагестан. До проведения необходимых дополнительных исследований целесообразно вернуться по «спорным городам» к данным карт ОСР-2015 (97), утвержденным приказом № 309/пр.

Мы также поддерживаем предложения Шестоперова Г.С., Рогожина Е.А. изложенные в письме Президенту России о сохранении за ИФЗ РАН статуса основного разработчика карт ОСР, рекомендации для Минстроя России по обновлению этих карт при участии региональных научных центров РАН и других сейсмологических организаций.

ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПО КАРТАМ ОСР-2015, 2016

Учитывая важность создавшейся ситуации, считаем необходимым Правительству России под тщательным парламентским контролем разобраться в ситуации, а также поручить Министерству строительства РФ рассмотреть вопрос о возобновлении работ на территории Республики Дагестан по ДСР, как региональной основе для построения карт сейсмического микрорайонирования (СМР) городов и крупных населенных пунктов РД. Результаты выполненных исследований по ДСР, обработанные и оформленные должным образом станут основой новых карт ОСР, вместе с банком синтезированных акселерограмм и спектрами землетрясений (региональная модель) будут использоваться на практике для решения конкретных инженерных задач (проектирование, строительство, оценка класса сейсмостойкости и уязвимости объектов, прогноз рисков, ущербов и др.).

Предположим, как это считают авторы карт ОСР-2016, что на картах ОСР-2015 ошибочно занижена нормативная сейсмичность для Барнаула, Керчи, Красноярска, Симферополя, Ставрополя, Хабаровска, Читы, Южно-Сахалинска. В этом случае за последние 20 лет при строительстве зданий и сооружений в этих и в некоторых других городах антисейсмические мероприятия выполнялись в недостаточном объеме в тех случаях, когда карты ОСР-97 (ОСР-2015) не уточнялись в сторону повышения нормативной сейсмичности с помощью УИС (ДСР) [1-4].

Такие объекты при прогнозируемых новыми картами в этих и в ряде других городов повышенных уровнях интенсивности землетрясений могут быть разрушены или сильно повреждены. Для исправления ошибок типа «пропуска цели» потребуются крайне затратные меро-

приятия по усилению существующей застройки, а также увеличение расхода ресурсов при новом строительстве. В связи с этим повышение нормативной сейсмичности для каждого города должно предваряться технико-экономической экспертизой с обязательным привлечением региональных геологических и сейсмологических организаций.

В тоже время на одной, двух, иногда трех картах ОСР-2016 понижена нормативная сейсмичность для Грозного, Йошкар-Олы, Казани, Кызыла, Махачкалы, Назрани, Нальчика, Севастополя, Петропавловска-Камчатского, Чебоксар, Якутска, многих областных и районных центров, в том числе в местах известных разрушительных современных, исторических и палеоземлетрясений.

Снижение уровня антисейсмической защиты зданий и сооружений при новом строительстве увеличивает вероятность сильных разрушений объектов с летальными и санитарными потерями. Поэтому к уменьшению нормативной сейсмичности территории города (стройки) по экономическим соображениям можно прибегать только в исключительных случаях, когда соответствующее изменение на картах ОСР подтверждено данными натурных геологических и сейсмологических исследований, включая полевые работы на местности, идентификацию глубинных разломов по радиоактивным маркерам, датировку палеоземлетрясений радиоуглеродным методом и глубинную сейсморазведку. Включенные в карты ОСР-2016 изменения этим условиям не удовлетворяют.

Карты ОСР-2016 необходимо пересмотреть в плановом порядке с исключением всех случаев необоснованного занижения и завышения нормативной сейсмичности с привлечением к этой работе организаций РАН, включая региональные сейсмологические организации, а также специалистов по сейсмостойкости сооружений.

Пересмотр карт ОСР-2016 должен выполняться по утвержденному Минстроем РФ техническому заданию, согласованному Минобороны, МЧС, Минтрансом, другими заинтересованными ведомствами.

Впредь до окончания пересмотра карт ОСР-2016 целесообразно использовать при проектировании промышленно-гражданских, транспортных и гидротехнических объектов карты ОСР-2015 [3,4].

Ниже приведем ссылки на некоторые статьи ведущих ученых сейсмологов, которые противоречат понижению сейсмичности на территории Кавказа, в том числе и в Дагестане [5-16].

Крымско-Кавказско-Копетдагский регион, к которому принадлежат Северный Кавказ и Крым, рассматривался как единая сейсмогенерирующая линейная область, характеризующаяся пространственно-временной упорядоченностью сейсмо-геодинамического развития. Сейсмичность рассматриваемого региона проиллюстрирована на рис. 1., а на рис. 2 показаны сейсмические линеаменты с разными максимальными магнитудами M_{\max} в регионе и проекции на земную поверхность их плоскостей, являющихся источниками землетрясений соответствующих магнитуд M в интервале $(6 \pm 0,2) \leq M \leq M_{\max}$.

На рис. 3. проиллюстрирована сейсмичность и сейсмогеодинамика рассматриваемого региона. Профили 1 и 3, будучи поперечными к простиранию геологических структур и продольными по отношению к направлению действующих сил со стороны Аравийской плиты, характеризуются преимущественно однонаправленной миграцией деформационных волн, провоцирующих срывы зацепов в очагах готовящихся землетрясений и предопределяющих направление сейсмической миграции. За рассматриваемый интервал исторического времени такой миграции свойственно северо-восточное направление. Наиболее четко это проявляется вдоль профиля Кипр–Кавказ, являющегося основополагающим в оценке сейсмической опасности на Северном Кавказе и в Предкавказье, направлена в сторону Дагестана (Махачкала).

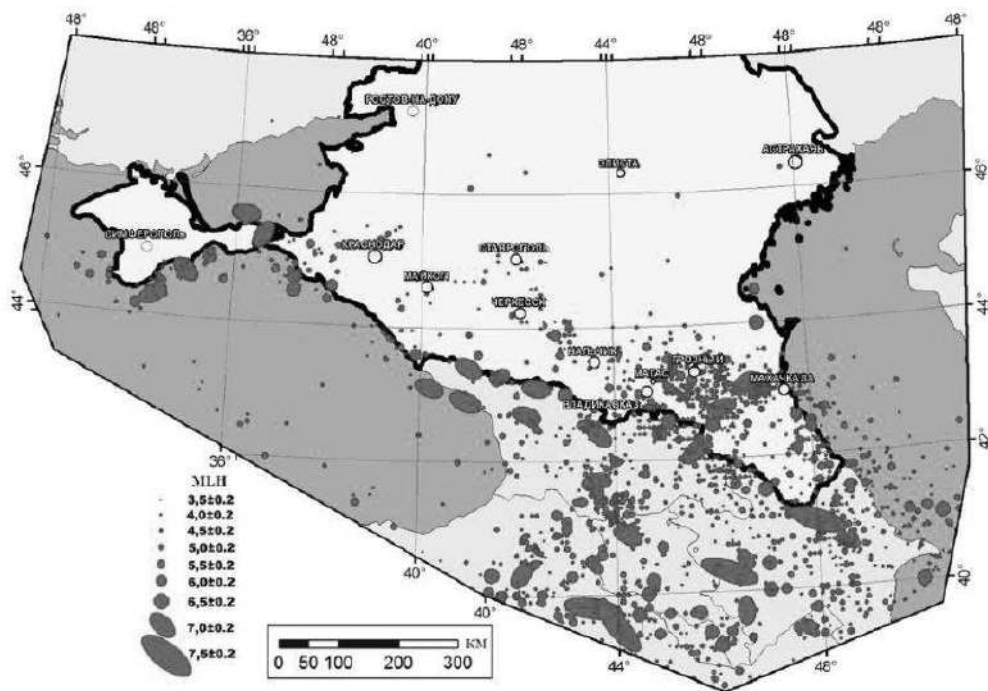


Рис. 1. Сейсмичность Крымско-Северокавказского региона по данным "Специализированного каталога землетрясений" (СКЗ).

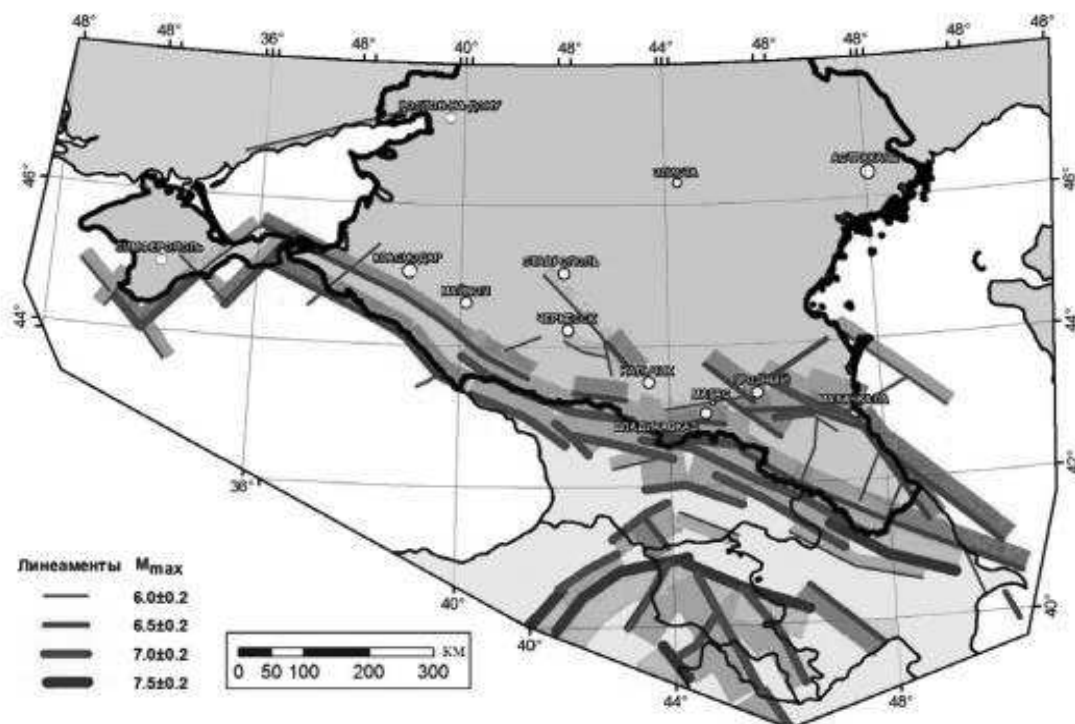


Рис. 2. Сейсмолианемнты с разными максимальными магнитудами M_{max} в регионе 1.1.1. и проекции их плоскостей на земную поверхность ("Тени" соответствующих цветов).

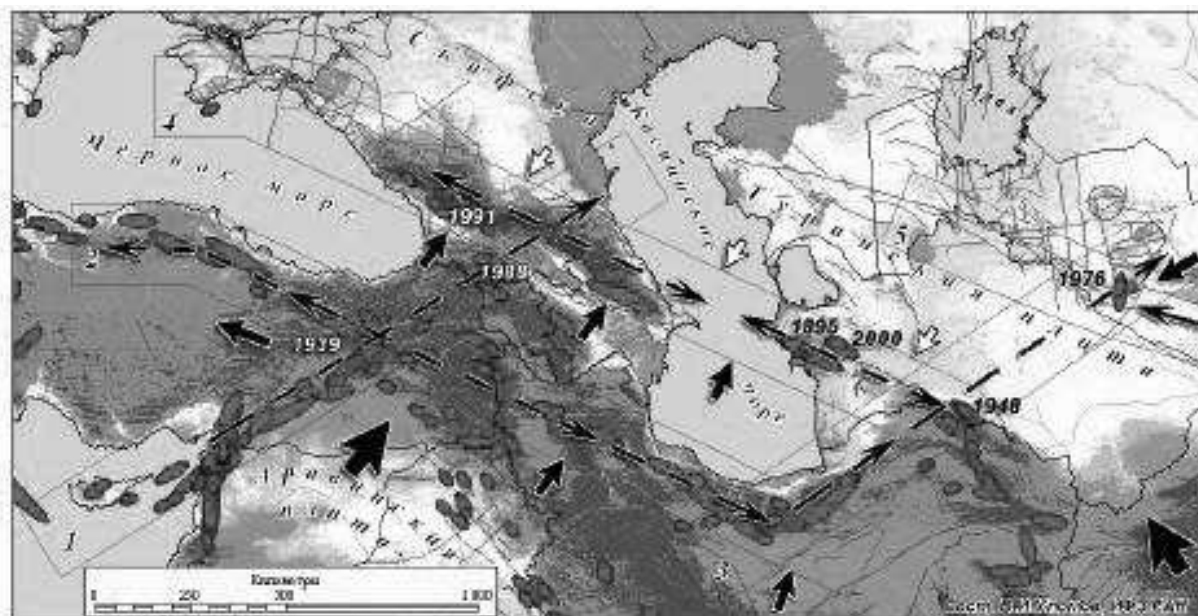


Рис. 3. Сейсмичность и сейсмогеодинамика рассматриваемой территории. На фоне рельефа земной поверхности изображены очаги известных землетрясений разных магнитуд. Эллипсы самой большой протяженности соответствуют очагам землетрясений с $M=8.5\pm 0.2$ (см. очаг западнее Кипра), следующие по размеру эллипсы – очагам с $M=8.0\pm 0.2$, $M=7.5\pm 0.2$ и $M=7.0\pm 0.2$.

Геологические структуры вдоль профилей 2 и 4, ортогональные направлению давления со стороны Аравийской плиты, как бы испытывают горизонтальное «расплющивание», обуславливающее разнонаправленную миграцию вдоль них сейсмической активизации. В сложных геодинамических условиях находится и профиль Южный Тянь-Шань 5. Здесь при четкой восточной миграции сейсмических очагов, наблюдавшейся с момента Каратагских землетрясений 1907 г. и описанной в монографии [2,7], имеются, казалось бы, аномальные западные «выбросы» в виде очагов Газлийских землетрясений. Что касается долгосрочного прогноза времени возникновения сильных землетрясений в пределах рассматриваемых профилей, то наиболее аргументированные результаты получены для профиля Кипр–Кавказ, для которого определен 20-летний интервал времени 2013–2036 гг.) вероятного возникновения землетрясения с магнитудой $M=7.0\pm 0.2$. Наиболее же опасным участком представляется северо-восточное окончание этого профиля, т.е. восточная часть Северного Кавказа (Дагестан), о чем уже сообщалось нами ранее.

Ожидаемый сейсмический эффект от одного из потенциальных очагов землетрясений с $M=7.0$ в восточной части Северного Кавказа иллюстрирует рисунки 4,5. Очаги известных землетрясений с магнитудой от 6.0 ± 0.2 до 8.0 ± 0.2 показаны в той же легенде, что и на предыдущих картах. Протяженным прямоугольником оконтурен профиль Кипр–Кавказ, а пунктиром со стрелкой указано направление миграции сейсмической активизации вдоль него, по меньшей мере, за последние 200 лет. Изосейсты сейсмического эффекта изображены в идеализированной форме в виде концентрических окружностей, между которыми цифрами указана средняя величина сейсмической интенсивности в баллах, полученная расчетным путем. Показано, что сейсмический эффект в эпицентральной области может достигь 9 баллов. Сотрясения интенсивностью 3-4 балла будут ощущаться на всей территории Кавказа, а силой 3 и менее баллов – далеко за его пределами, в Крыму, северном Иране, на западе Турции и Туркмении. Эти события могут произойти ближайшие 25-30 лет.

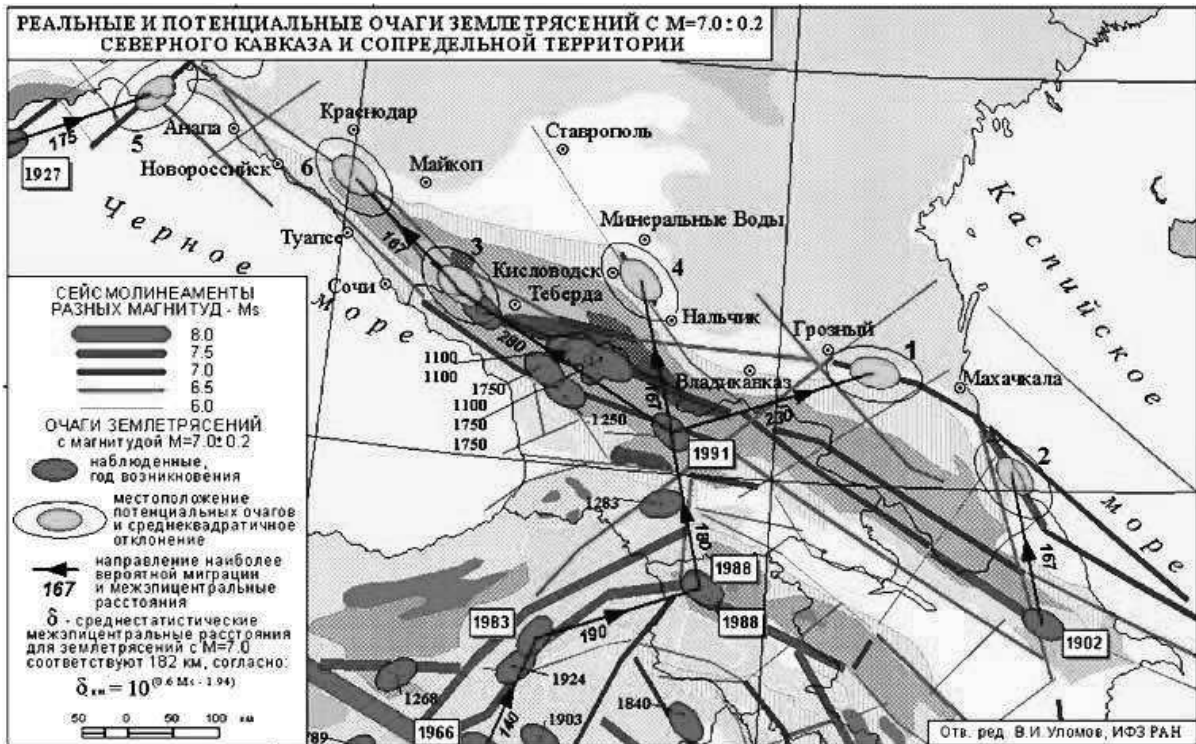


Рис. 4. Реальные и потенциальные очаги землетрясений с $M=7 \pm 0,2$ Северного Кавказа и сопредельных территорий.

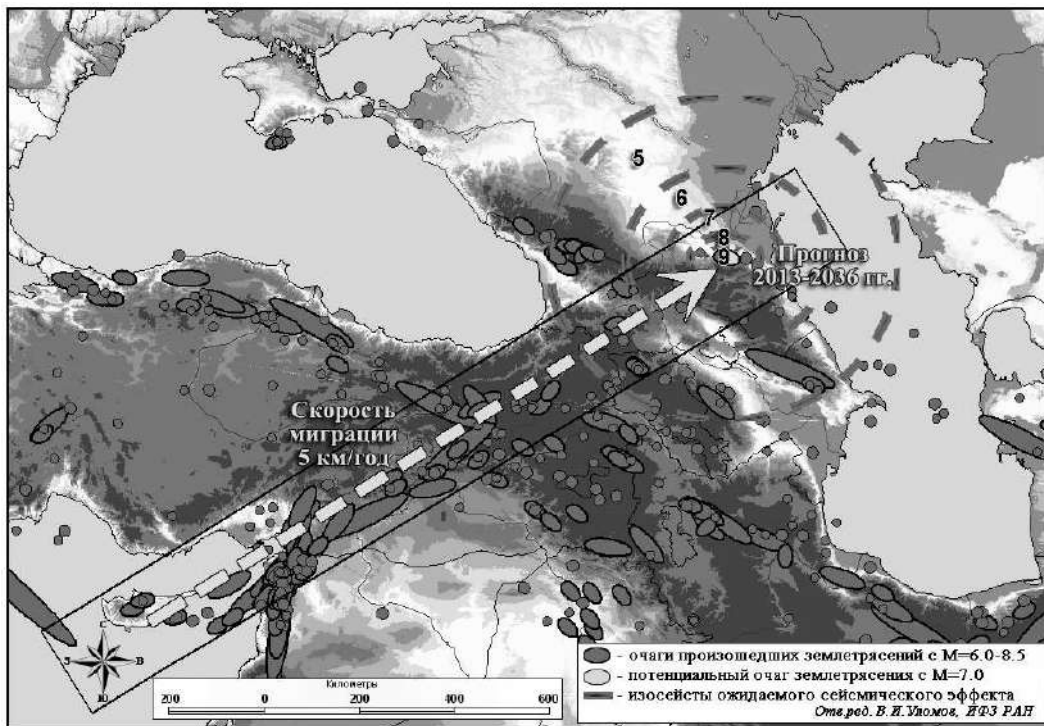


Рис. 5. Прогноз миграции очагов землетрясений с 2013-2036 год.

Учитывая вышесказанное можно предположить, что очаг любого сильного землетрясения на территории Дагестана опасен для всего региона, включая республики Северного Кавказа.

На рисунке 6 показаны эпицентры землетрясений в пределах тестового полигона Северного Кавказа и спадания сейсмической интенсивности до $I=5,5$ баллов и менее на расстоянии R , км при разных M_s .

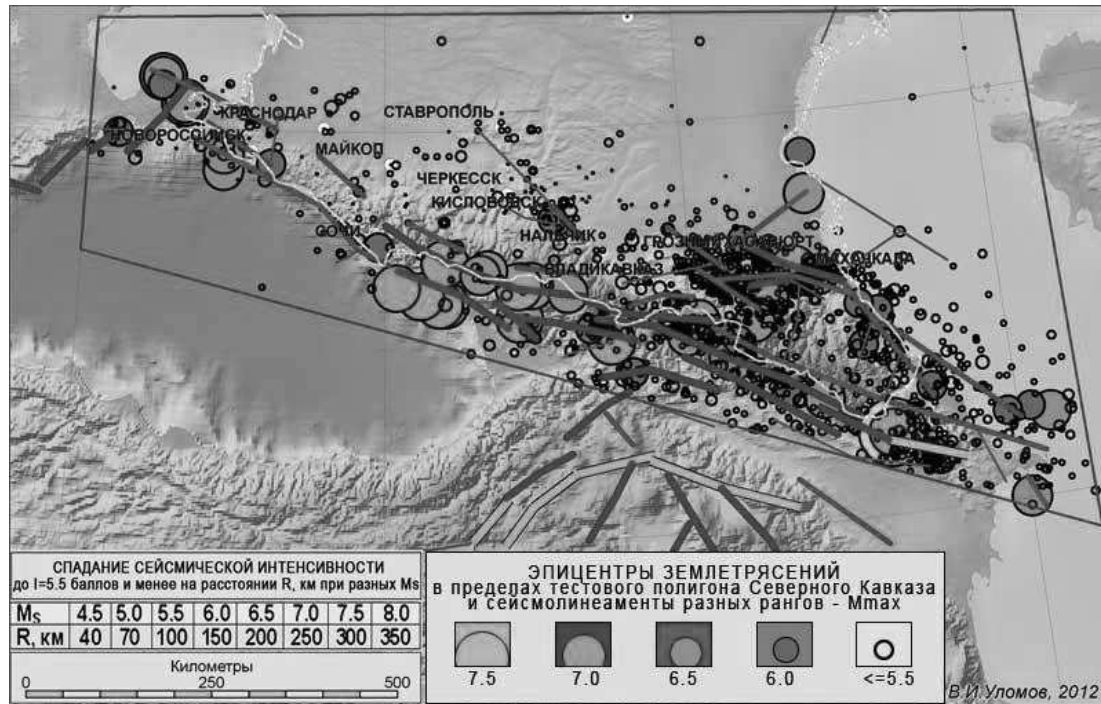


Рис. 6. Эпицентры землетрясений в пределах тестового полигона Северного Кавказа и спадаания сейсмической интенсивности до I=5,5 баллов и менее на расстоянии R, км при разных M_s.

На рисунке 7 проиллюстрирована карта эпицентров ощутимых сейсмических событий Кавказа, что лишней раз показывает геодинамическую активность региона и о каком снижении балльности в этом регионе можно говорить.

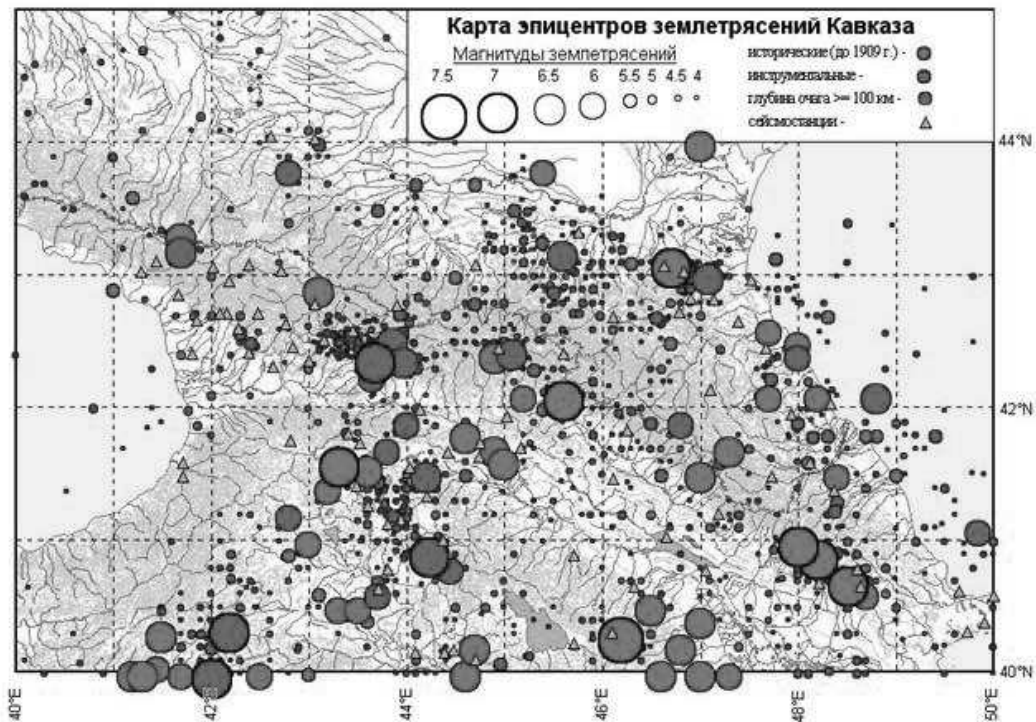


Рис. 7. Каталог землетрясений Кавказа. Составила А.А. Годзиковская.

На рис. 8-9 показана фрагменты тектонической карты Дагестана, а именно геокинематическая схема сочленения складчатого сооружения Восточного Кавказа с Терско-Каспийским

краевым прогибом в области Дагестанского клина и геодинамическая модель альпийской складчатости Большого Кавказа 2014 год, составленные в Институте геологии ДНЦ РАН, под руководством академика Леонова Ю.Г.

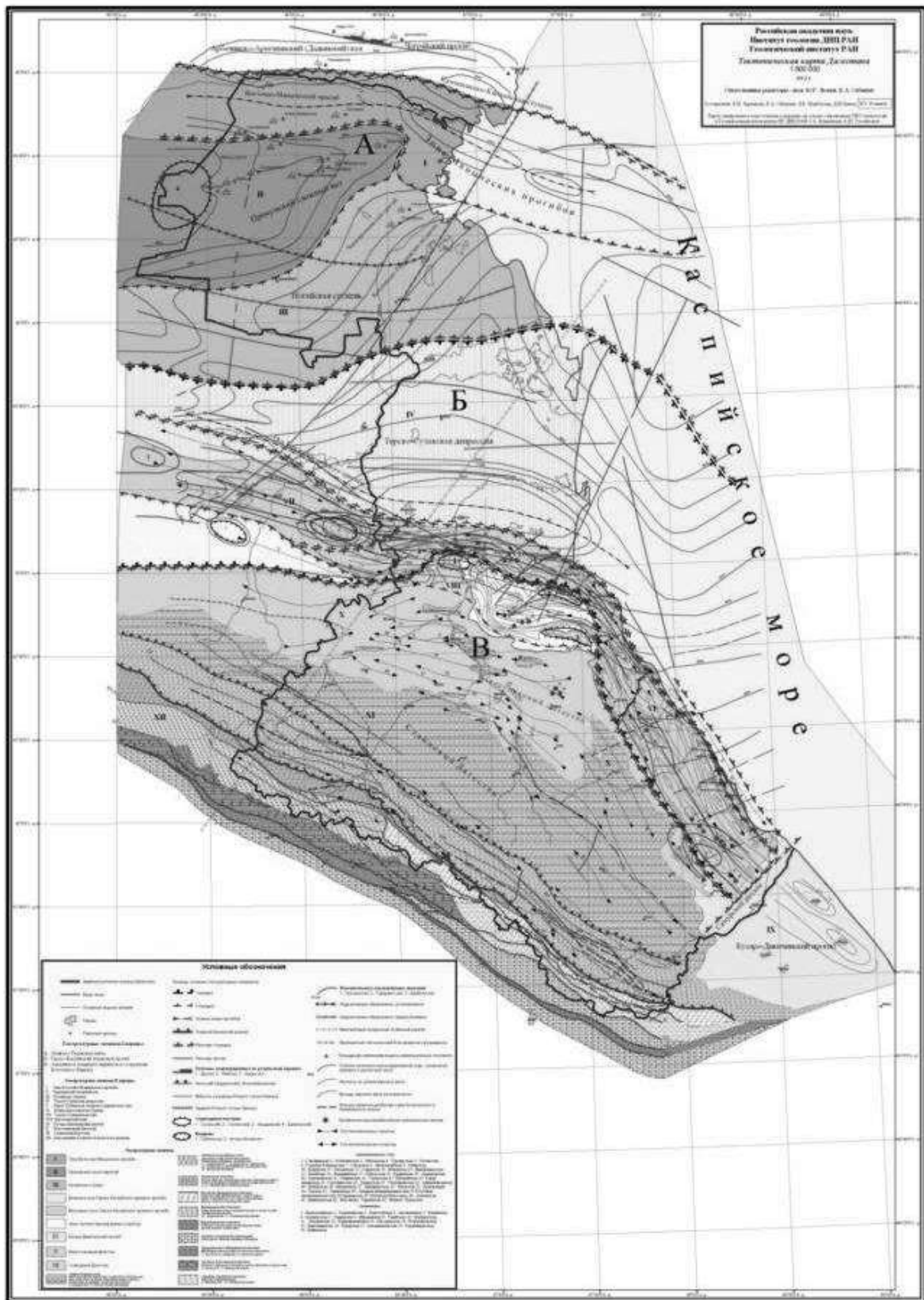
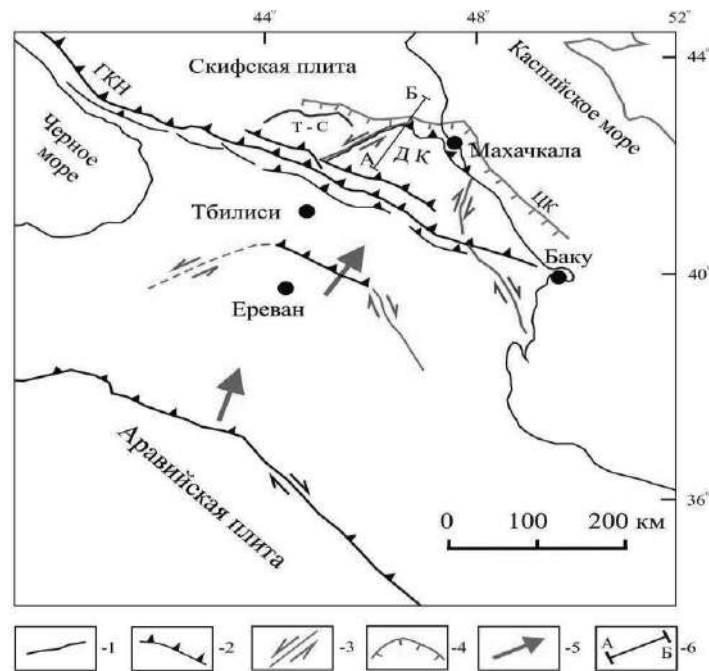
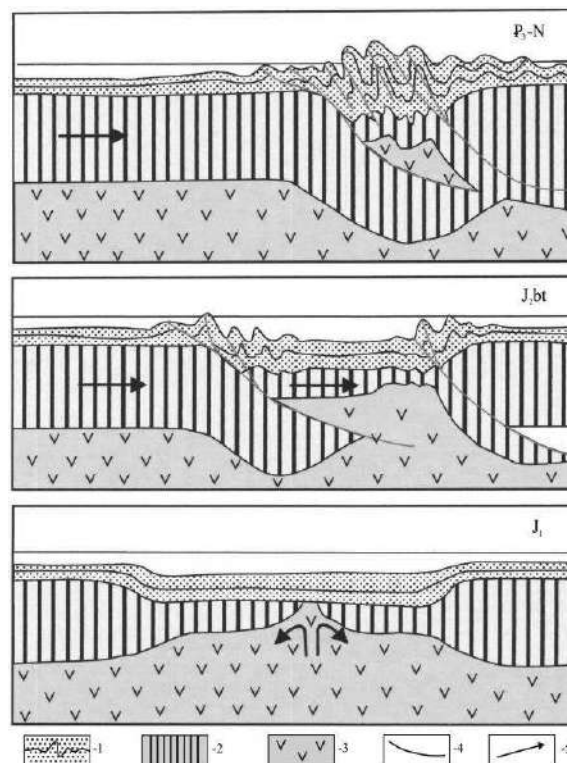


Рис. 8. Тектоническая карта Дагестана 2014 год.



1 – крупные складки; 2 – надвиги и взбросы (вершины зубцов по падению смесителя); 3 – сдвиги; 4 – взбросы; 5 – главные направления давления Аравийской плиты и Армянского блока; 6 – линии геологического разреза. Название блоков: (Т-С) – Терско-Сунженская складчатая зона; (ДК) – Дагестанский клин. Название элементов тектоники: (ГКН) – Главный Кавказский надвиг; (ЦК) – Центрально-Каспийский надвиг.

Рис. 9. Геокинематическая схема сочленения складчатого сооружения Восточного Кавказа с Терско-Каспийским краевым прогибом в области Дагестанского клина (по Леонову Ю.Г.).



1 – осадочные отложения; 2-3 – фундамент; 4 – разломы; 5 – направления движений.

Рис. 10. Геодинамическая модель альпийской складчатости Большого Кавказа (по Ш.А. Адамия и др., 1987 г.).

На рисунке 11 продемонстрирована разломно-блоковая структура Дагестанского сектора Восточного Кавказа с нанесением эпицентров сильных исторических землетрясений (Магомедов Р.А.).

выполнил: Р.А. Магомедов (по фондовым материалам СКГЭ, Дагнефти, ИГ ДНЦ РАН и ЕГС РАН)
Махачкала 2013 (дополнена в 2019 г.)

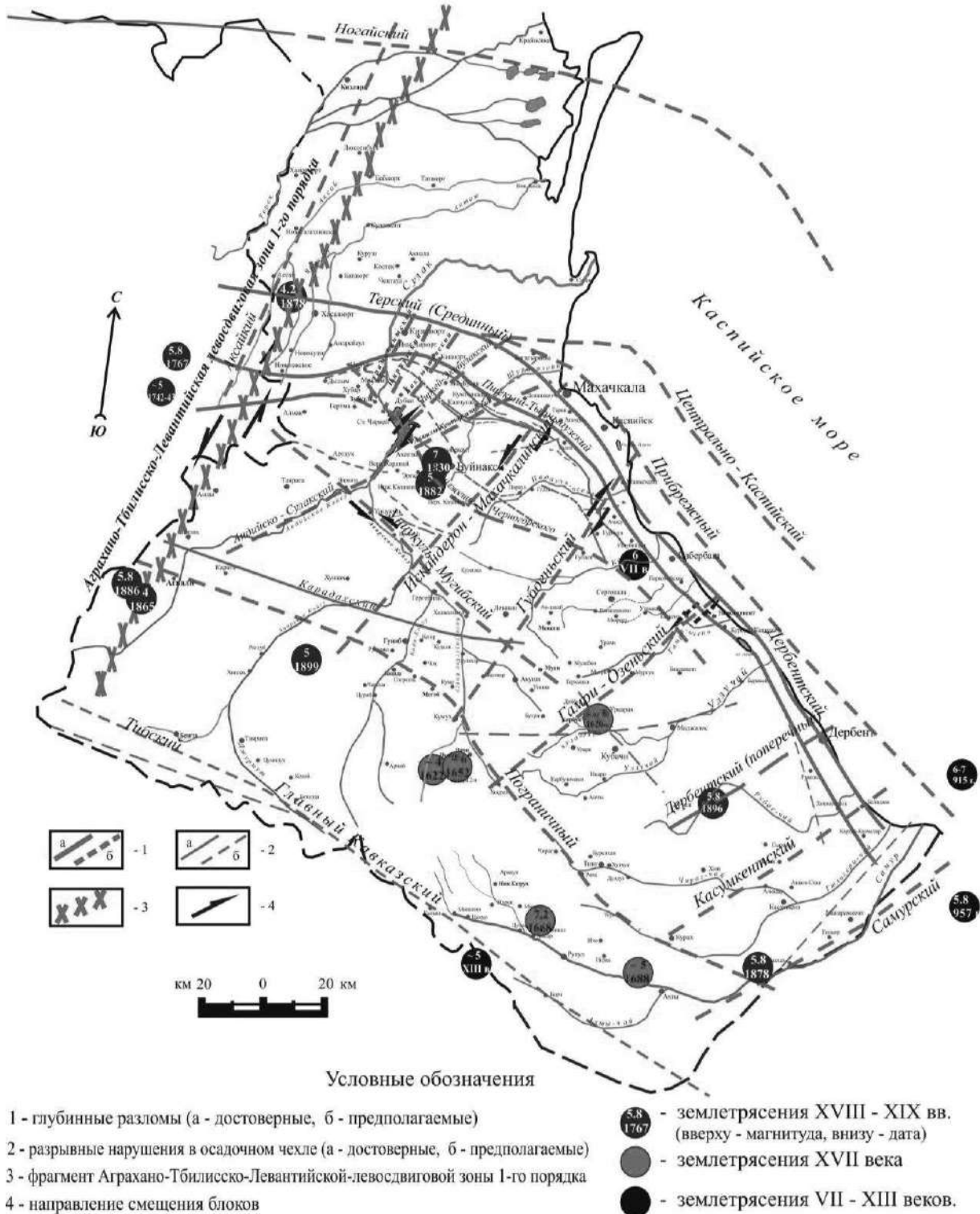


Рис. 11. Разломно-блоковая структура Дагестанского сектора Восточного Кавказа с нанесением эпицентров исторических землетрясений с магнитудами более 5.

Зоны с высокой современной тектонической и сейсмической активностью хорошо согласуются с исторической активностью. Проекция гипоцентров современных и исторических землетрясений с магнитудами более 5 на дневную поверхность отражают их пространственные положения на смесителях глубинных разломов (от ~ 20 до 80 км), что соответствует инструментальным данным и моделям сочленения Скифско-Туранской плиты и Кавказского складчатого сооружения [17-21].

Как видно из приведенных примеров геодинамическая активность Восточного Кавказа достаточно высокая и проявляет свой нрав, как в древности, так и в настоящее время. Поэтому необходимо, наряду с расчетной балльностью территорий, учитывать и палеосейсмичность, что как правило, повышает ее величину.

В свое время результатом длительного исследования сейсмичности Северной Евразии стала разработанная новая методология, вероятностный подход которой был одобрен Академией наук СССР и принят профессиональным сообществом.

В результате переоценки сейсмической опасности, во многих населенных пунктах изменилась нормативная сейсмичность, а некоторые регионы, в которых десятилетиями проектировали и строили без учета сейсмических нагрузок, стали сейсмоопасными (Пермская, Свердловская, Челябинская, Тюменская области, некоторые районы Башкирии и Поволжья и т.д.). К сожалению, многие регионы оказались не готовы к такому повороту событий ни организационно, ни технически, ни методически. Особые проблемы возникли с подготовкой кадров у изыскателей, проектировщиков и в региональных отделениях Главгосэкспертизы».

При этом следует отметить, что ответственные сооружения Министерства обороны, Росатома, гидротехнические и энергетические объекты раньше строились с большим запасом прочности и изменившиеся сейсмические условия лишь незначительно повысили сейсмический риск.

Подводя итог вышесказанного необходимо отметить, что занижение балльности в ряде районов такого сейсмоопасного региона как Северный Кавказ (Дагестан), вызвал у нас ряд вопросов и недопонимание. Поэтому, учитывая важность рассматриваемого вопроса, нами было предложено провести детальное сейсморайонирование территории Дагестана, что позволило бы определить балльность региона и скорректировать данные ОСР-2016 и как следствие сгладить многие «острые» вопросы путем дискуссионных обсуждений на профессиональном уровне.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310201-9.

Литература

1. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1:8 000 000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. В.И. Уломов, Л.С. Шумилина. М., 1999.
2. Уломов В.И. Актуализация нормативного сейсмического районирования в составе единой информационной системы «Сейсmobезопасность России». Вопросы инженерной сейсмологии. 2012. Т.39, № 1, с.5-38.
3. СП 14.13330.2018. Приложение А. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации ОСР-2015, 2018.
4. СП 14.13330.2018. Приложение А. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации 2016 (ОСР-2016), 2020.
5. Уломов В.И., Данилова Т.И., Медведева Н.С., Полякова Т.П. О сейсмогеодинамике линейных структур горного обрамления Скифско-Туранской плиты //Физика Земли. №7. 2006.
6. Уломов В.И., Данилова Т.И., Медведева Н.С., Полякова Т.П., Шумилина Л.С. К оценке сейсмической опасности на Северном Кавказе //Физика Земли, №7, 2007. С. 31-45.

7. Уломов В.И. О глобальных изменениях сейсмического режима Земли в период 1965–2005 гг. // Доклады академии наук, том 414, № 3. Геофизика. С. 398-401. 2007а.
8. Уломов В.И. О глобальных изменениях сейсмического режима и уровня водной поверхности Земли // Физика Земли, № 9, 2007б.
9. http://seismos-u.ifz.ru/p/ulomov_potential_sources.pdf.
10. Черкашин В.И., Сабанаев К.А., Гаврилов Ю.О., Панов Д.И. и др. Тектоническая карта Дагестана. М. 1:500000. (Объяснительная записка). // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск 60. 2012. 130 с.
11. Магомедов Р.А. Дизъюнктивная тектоника и современная сейсмичность территории Восточного Кавказа // Отечественная геология, № 3.- 2014.- С.69-77.
12. Магомедов Р.А., Маммаев О.А. Палеосейсмодислокации в осадочном чехле мезозойского комплекса Восточного Кавказа // Геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований. Материалы Международной научно-практической конференции. 22-24 сентября 2017 г. Владикавказ, ВНИЦ РАН, С. 206-212.
13. Мамаев С.А., Таймазов Д.Г., Магомедов Р.А., Магомедов Ю.М., Магомедов А.Г., Никуев Р.Ю. Наблюдения за микросейсмической эмиссией на территории Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2009. № 55. С. 279-281.
14. Таймазов Д.Г., Мамаев С.А. О перспективах развития системы сейсмической безопасности территории Дагестана // В сборнике: Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе. Труды IV Кавказской международной школы-семинара молодых ученых. Центр геофизических исследований ВНИЦ РАН и РСО-А, Заалишвили В.Б. редактор. 2011. С. 224-235.
15. Магомедов Р.А., Мамаев С.А. Сеймотектонические и геодинамические особенности дагестанского сектора Восточного Кавказа // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2015. № 4 (39). С. 127-135.
16. 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.
17. Труды Геологического института / Геол. ин-т. - М.: Изд-во АН СССР, 1932-1964. - М.: Наука, 1964. ISSN 0002-3272. Вып. 593: Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования / Леонов Ю.Г., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Хераскова Т.Н.; Отв. ред. Ю.Г. Леонов. - М: ГЕОС, 2010. - 64 с.
18. Хаин В.Е. Общая геотектоника. М., Недра, 1973. 512 с.
19. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. "Недра". М., 1968. 484 с.
20. Милановский Е.Е. Рифтогенез в истории Земли (рифтогенез в подвижных поясах). - М.: Недра, 1987.
21. Магомедов Р.А. Геолого-тектонические условия, геодинамическая позиция и современная сейсмичность Восточного Кавказа // Геология и ресурсы Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 2(69). 2017. С. 13-32.

УДК 340.132.62

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-81-88

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА МЕР, НАПРАВЛЕННЫХ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ БЕСХОЗЯЙНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Кадиев¹ З.М., Кочетов² А.Н.

*¹Кавказское управление Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору;*

*²Северо-Западное управление Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору.*

На территориях, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, территориальными Управлениями в рамках возложенных полномочий, проводятся регулярные работы, направленные на выявление и сокращение количества бесхозных гидротехнических сооружений. Статус гидротехнического сооружения в качестве бесхозного, являющегося объектом, создающим повышенную опасность для населения, требует принятия незамедлительных мер по постановке их на учет и передаче в собственность и/или оперативное управление эксплуатирующей организации для обеспечения безопасности с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий. Законодатель уделил особое внимание вопросу соблюдения обязательных требований безопасности бесхозных ГТС. И отнес их к наиболее вероятно опасным объектам хозяйственного права. Отсутствие собственника и/или эксплуатирующей организации, подготовленного и аттестованного штата обслуживающих сооружения специалистов, не может не отразиться на потенциальной опасности самого сооружения и, как следствие, территории его расположения.

Эти события могут послужить причиной возникновения ситуаций, влекущих за собой негативные последствия, ввиду наличия опасности для жизни и здоровья людей, проживающих на данной территории.

Ключевые слова: нормативно-правовые акты, обязательные требования, безопасность, бесхозные гидротехнические сооружения, Регистрация, отрицательные эффекты, вероятность аварии, государственный надзор, обязанность.

LEGAL REGULATION IN THE IMPLEMENTATION OF A SET OF MEASURES AIMED AT ENSURING THE OPERATIONAL RELIABILITY AND SAFETY OF OWNERLESS HYDRAULIC STRUCTURES

Kadiev¹ Z.M., Kochetov² A.N.

*¹Caucasus Department of the Federal Service for Environmental,
Technological and Nuclear Supervision,*

*²Northwest Department of the Federal Service for Environmental,
Technological and Nuclear Supervision*

In the territories under the supervision of the Federal service for environmental, technological and nuclear supervision, territorial Administrations, within the framework of their powers, carry out regular work aimed at identifying and reducing the number of ownerless hydraulic structures. The status of a hydraulic structure as an ownerless one, which is an object that creates an increased danger to the population, requires immediate measures to register them and transfer them to the ownership and/or operational management of the operating organization to ensure safety in order to prevent emergencies and natural disasters. The legislator paid special attention to the issue of compliance with mandatory safety requirements for ownerless GTS. He referred them to the most potential dangerous objects of economic law. The absence of the owner and / or operating organization, trained and certified staff of specialists serving the structures, cannot but affect the potential danger of the structure itself and, as a result, the territory of its location.

These events can lead to situations that have negative consequences, due to the presence of danger to the life and health of people living in this territory.

Keywords: regulations, mandatory requirements, safety, unowned hydraulic structures, registration, negative effects, emergency probability, state supervision, responsibility.

На территориях, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), территориальными Управлениями в рамках возложенных полномочий, проводятся регулярные работы, направленные на выявление и сокращение количества бесхозных гидротехнических сооружений.

Статус гидротехнического сооружения в качестве бесхозного, являющегося объектом, создающими повышенную опасность для населения, требует принятия незамедлительных мер по постановке их на учет и передаче в собственность и/или оперативное управление эксплуатирующей организации для обеспечения безопасности с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий. В связи с этим Законодатель уделил особое внимание вопросу обеспечения обязательных требований безопасности такого рода ГТС, отнеся их к наиболее вероятно опасным объектам хозяйственного права, понимая, что отсутствие собственника и/или эксплуатирующей организации, подготовленного и аттестованного штата обслуживающих сооружения специалистов, не может не отразиться на потенциальной опасности самого сооружения и, как следствие, территории его расположения, в части повышенной вероятности возникновения аварийной ситуации. Эти события могут послужить причиной возникновения ситуаций, влекущих за собой негативные последствия, ввиду наличия опасности для жизни и здоровья людей, проживающих на данной территории [20].

Так, «Положением о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», утвержденным постановлением Правительства РФ от 30.07.2004 № 401 (далее – Положение № 401) [9] определено, что Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) является федеральным органом исполнительной власти, на который, кроме прочего, возложено осуществление федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений (далее – орган государственного надзора). Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору осуществляет свою деятельность непосредственно и через свои территориальные органы во взаимодействии с другими федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями. Руководство деятельностью Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору осуществляет Правительство Российской Федерации.

Функция по формированию и ведению перечня бесхозных ГТС (далее – Перечень) возложена на Ростехнадзор «Положением об эксплуатации гидротехнического сооружения и обеспечении безопасности гидротехнического сооружения, разрешение на строительство и эксплуатацию которого аннулировано (в том числе гидротехнического сооружения, находящегося в аварийном состоянии), гидротехнического сооружения, которое не имеет собственника или собственник которого неизвестен либо от права собственности на которое собственник отказался», утвержденным постановлением Правительства РФ от 27.02.1999 № 237 (далее – Положение № 237) [11].

Вновь выявленные ГТС включаются в Перечень только на основании сообщения органа местного самоуправления, на территории которого расположено выявленное/обнаруженное гидротехническое сооружение. Согласно пункту 5 Положения № 237 [11] при выявлении органом местного самоуправления гидротехнического сооружения, которое не имеет собственника или собственник которого неизвестен либо от права собственности на которое собственник отказался, данные о нем в 5-дневный срок со дня выявления направляются в орган государственного надзора и орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации, на территории которого расположено гидротехническое сооружение, для решения вопроса об обеспечении безопасности этого гидротехнического сооружения.

Необходимо отметить, что при выявлении органом местного самоуправления некоего спорного объекта в силу его обладания признаками, предусмотренными статьей 130 Граждан-

ского кодекса Российской Федерации (далее – ГК РФ) [3] для недвижимого имущества, является объектом недвижимости. В этом случае на выявленный объект распространяются требования вещного права, установленные статьей 225 ГК РФ [3] определяющей, что вещь, которая не имеет собственника или собственник которой неизвестен либо, если иное не предусмотрено законами, от права собственности на которую собственник отказался, является бесхозной, т.е. объект недвижимости соответствует признакам бесхозной вещи.

В силу требований части 3 статьи 225 ГК РФ [3], «Порядком принятия на учет бесхозных недвижимых вещей», утвержденным приказом Минэкономразвития России от 10.12.2015 № 931 (далее – Порядок № 931) [17], установлено, что бесхозные недвижимые вещи принимаются на учет органом, осуществляющим государственную регистрацию права на недвижимое имущество, которым является, образованная Указом Президента РФ № 1847 от 25.12.2008 «О Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии» [2], Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (далее – Росреестр) исключительно по заявлению органа местного самоуправления, на территории которого они находятся. Законодателем не определены какие-либо иные участники гражданского оборота, имеющие право на подачу подобного заявления в Росреестр о постановке на учет бесхозного объекта недвижимого имущества.

Не обращение уполномоченного органа местного самоуправления с заявлением в Росреестр о принятии гидротехнического сооружения на учет в качестве бесхозного имущества, свидетельствует о невыполнении обязанностей, вытекающих из положений Устава муниципального образования, в рамках, предоставленных ему федеральным законом исключительных полномочий (часть 3 статьи 225 ГК РФ [3]), может послужить причиной возникновения ситуаций, влекущих за собой негативные последствия, ввиду наличия опасности для жизни и здоровья людей. Подобное бездействие органа местного самоуправления является незаконным, противоречащими, кроме прочего, части 10 статьи 32 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» (далее – ФЗ № 218-ФЗ) [8]), и нарушает права, свободы и законные интересы неопределенного круга лиц, в частности, право каждого на благоприятную окружающую среду, установленное статьей 42 Конституции Российской Федерации [1]. И препятствует следующему правовому шагу - совершению юридически значимых действий - регулированию отношений, возникающих в связи с осуществлением на территории Российской Федерации государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, подлежащих в соответствии с законодательством Российской Федерации государственной регистрации, государственного кадастрового учета недвижимого имущества, подлежащего такому учету согласно ФЗ № 218-ФЗ [8], а также ведением Единого государственного реестра недвижимости и предоставлением предусмотренных ФЗ № 218-ФЗ [8] сведений, содержащихся в Едином государственном реестре недвижимости, (в порядке норм пункта 7 части 2 статьи 3, части 11 статьи 24 и части 10 статьи 32 ФЗ № 218-ФЗ [8]).

В соответствие со статьей 37 Федерального закона от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (далее – ФЗ № 131-ФЗ) [7] местные администрации органов местного самоуправления являются исполнительно-распорядительными органами муниципального образования и наделяется уставом муниципального образования полномочиями по решению вопросов местного значения и полномочиями для осуществления отдельных государственных полномочий, переданных органам местного самоуправления федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации, тем не менее, в силу главы 3 и, в частности, статьи 15 ФЗ № 131-ФЗ [7] в случае если это специально не установлено Уставом или иным нормативным актом, решение вопросов обеспечения безопасности ГТС, расположенных в границах территории муниципального образования, не входит в перечень вопросов местного значения поселений, городских округов и муниципальных

районов, за исключением ГТС, находящихся, оформленных должным образом, в муниципальной собственности.

Требования пунктов 23 и 31 статьи 14 ФЗ № 131-ФЗ [7], определяют возникновение и осуществление правоотношений местного значения в отсылке к Водному кодексу Российской Федерации (далее – ВК РФ) [5], в пределах их полномочий (прав и обязанностей собственника) в соответствии со статьями 24-27 ВК РФ [5], а именно полномочий собственника водных объектов, или лиц, использующих водные объекты в соответствии с ВК РФ [5]: информирование населения об ограничениях их использования и организация и осуществление мероприятий по территориальной обороне и гражданской обороне, защите населения и территории поселения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Бесхозные гидротехнические сооружения являются объектами, создающими повышенную опасность для населения, требует оперативного принятия мер по передаче (постановке) их в собственность для обеспечения безопасности с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий.

Из приобретенного права собственности (права владения, пользования и распоряжения своим имуществом), согласно статье 209 ГК РФ [3] на объект вытекает как следствие, в том числе и соблюдение обязательных требований в части обеспечения безопасности ГТС собственником и/или эксплуатирующей организацией, которые установлены статьей 9 Федерального закона от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» (далее – ФЗ № 117-ФЗ) [6]. Кроме того, в соответствии со статьей 210 ГК РФ [3] собственник несет бремя содержания, принадлежащего ему имущества.

Статья 5 ФЗ № 117-ФЗ [6] устанавливает полномочия органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области безопасности гидротехнических сооружений, что, кроме того, закрепляется и пунктом 6 Положения № 237 [11] указывающим, что обеспечение безопасности (капитальный ремонт, консервация и (или) ликвидация) гидротехнических сооружений, которые не имеют собственника или собственник которых неизвестен либо от права собственности на которые собственник отказался, возлагается на орган исполнительной власти субъекта РФ в области безопасности гидротехнических сооружений, на территории которого расположено это гидротехническое сооружение. В том числе разработка и выполнение согласованного с органом государственного надзора Плана мероприятий по обеспечению безопасности каждого гидротехнического сооружения, которое не имеет собственника или собственник которого неизвестен либо от права собственности на которое собственник отказался, также возложена на тот же орган исполнительной власти субъекта РФ.

Следует отметить, что как разработка, выполнение Планов мероприятий по обеспечению безопасности бесхозных ГТС, так и их согласование в установленном Законом порядке с территориальными управлениями Ростехнадзора, является обязательным к исполнению требованием к органам исполнительной власти субъекта РФ. Надзор за выполнением органом исполнительной власти субъекта РФ, указанных обязательных требований осуществляется территориальными управлениями Ростехнадзора посредством мониторинга выполнения этих Планов мероприятий.

Пунктом 7 «Положения о декларировании безопасности гидротехнических сооружений», утвержденного постановлением Правительства РФ от 06.11.1998 № 1303 (далее – Положение № 1303) [12] первоочередным в Плане мероприятий должно быть указано обследование гидротехнических сооружений, которые не имеют собственника или собственник которых неизвестен либо от права собственности на которые собственник отказался, организованное органом исполнительной власти субъекта РФ в области безопасности ГТС, на территории которого находятся указанные сооружения, с обязательным участием представителей органа государственного надзора. Частями второй и третьей пункта 7 Положения № 1303 [12] определено, что в случае если участниками обследования установлено, что возможные повреждения ГТС не приведут к возникновению чрезвычайной ситуации, декларирование безопасности таких гид-

ротехнических сооружений не проводится, сведения о них не вносятся в Российский регистр гидротехнических сооружений и разрешение на эксплуатацию гидротехнического сооружения не требуется. В случае если после проведения обследования гидротехнического сооружения возникла аварийная (предаварийная) ситуация или имели место опасные отклонения фактических показателей состояния и условий эксплуатации ГТС от установленных критериев безопасности, обследование ГТС должно быть проведено повторно.

Кроме того, согласно разъяснениям, изложенным в письмах Заместителя Руководителя Ростехнадзора от 02.03.2017 № 00-07-06/344 [15] и от 03.04.2017 № 00-07-06/539 [16], основанных на понимании применения пункта 1 «Положения о федеральном государственном надзоре в области безопасности гидротехнических сооружений», утвержденного постановлением Правительства РФ от 27.10.2012 № 1108 (далее – Положение № 1108) [10], что федеральный государственный надзор в области безопасности ГТС осуществляется за ГТС, повреждение которых может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций, участниками комиссии по результатам обследования, в случае установления, что возможные повреждения бесхозного ГТС не приведут к возникновению чрезвычайной ситуации, принимается решение что такое сооружение подлежит исключению из перечня бесхозных ГТС, который ведется Ростехнадзором, на основании акта преддекларационного обследования, форма которого установлена приказом Ростехнадзора от 30.10.2013 № 506 [14].

Не предоставление хозяйствующим субъектом - органом исполнительной власти субъекта РФ на согласование в соответствующее территориальное управление Ростехнадзора Планов мероприятий по обеспечению безопасности бесхозных гидротехнических сооружений влечет за собой применение положения главы 28 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (далее – КоАП РФ) [4] в части возбуждения дел об административных правонарушениях по статье 28.1 КоАП РФ [4], проведения административного расследования по статье 28.7 КоАП РФ [4] с последующим применением санкций, предусмотренных статьей 9.2 «Нарушение требований к обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, установленных законодательством Российской Федерации» и статьей 19.7 «Непредставление сведений, информации» КоАП РФ [4].

Однозначность целеположений, правильность вышеизложенных утверждений и законность требований надзорных органов, подтверждается решениями судов различных юрисдикций и сложившейся судебной практикой в данной области права. В качестве примера можно привести следующее.

Решением Арбитражного суда Ставропольского края от 22.08.2017 по делу № А63-11330/017 об обжаловании Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края (далее – Министерство) постановления Кавказского управления Ростехнадзора, по делу об административном правонарушении от 13.06.2017 № 2591-Р-ВП-К12.3 по привлечению Министерства к административной ответственности, предусмотренной частью 11 статьи 19.5 КоАП РФ [4] за невыполнение в установленные сроки, выданного уполномоченным федеральным органом исполнительной власти предписания, выразившееся в отсутствии согласованного в установленном законом порядке плана мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, которые не имеют собственника или собственник которых не известен либо от права собственности на которые собственник отказался (нарушение требований статьи 5 ФЗ № 117-ФЗ [6]), оставлено без удовлетворения, постановлениями судов апелляционной и кассационной инстанции решение суда первой инстанции оставлено без изменения [19].

Решением Арбитражного суда Ставропольского края от 10.04.2018 по делу № А63-19404/2017. требования Министерства об оспаривании постановления Кавказского управления Ростехнадзора от 26.10.2017 № 5782-Р-ВП-К12.3 о привлечении к ответственности, предусмотренной

ренной частью 11 статьи 19.5 КоАП РФ [4], в части наложения административного штрафа в размере 500 0000 рублей, оставлены без удовлетворения [19].

Постановлением шестнадцатого арбитражного апелляционного суда от 21.06.2018 по делу № А63-19404/2017, решение Арбитражного суда Ставропольского края от 10.04.2018 по делу № А63-19404/2017 оставлено без изменения, апелляционная жалоба Министерства – без удовлетворения. Принятое Постановление вступило в законную, в установленные законом порядке и сроки обжаловано в Арбитражный суд Северо-Кавказского округа через суд первой инстанции не было [21].

Решение Новосокольнического районного суда Псковской области от 07.10.2019 по административному делу № 2а-136/2019 по административному иску Прокурора Новосокольнического района в интересах неопределенного круга лиц к Администрации сельского поселения «Насвинская волость» о признании бездействия незаконным [22].

Предостережение Северо-Западного управления Ростехнадзора от 09.12.2019 № 22-1/ПДЖ-1134 в отношении администрации Ям-Тесовского сельского поселения Лужского муниципального района Ленинградской области о недопустимости нарушения обязательных требований в области безопасности гидротехнических сооружений и понуждению к принятию мер по обращению в орган, осуществляющий государственную регистрацию права для постановки на учет выявленных гидротехнических сооружений в качестве бесхозных.

Правовая позиция Управлений по вопросу исключения гидротехнических сооружений из Перечня бесхозных ГТС основана на соблюдении обязательных требований обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, установленных такими нормативными правовыми актами, как ФЗ № 117-ФЗ [6], Положение № 237 [11], во исполнение ФЗ № 218-ФЗ [8], Порядка № 931 [17], «Правил консервации и ликвидации гидротехнического сооружения», утвержденных постановлением Правительства РФ от 20.10.2014 № 1081 (далее – Правила № 1081) [13], а также требований статьи 225 ГК РФ [3].

Управления, руководствуясь вышеизложенными нормами права, основывая свои выводы на применении обязательных требований обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, считают очевидными основаниями для исключения объектов из Перечня бесхозных ГТС, следующее:

1. Снятие ГТС с учета в качестве бесхозной недвижимой вещи в случаях предусмотренных пунктом 13 Порядка № 931 [17]. А именно, - объект недвижимого имущества снимается с учета в качестве бесхозного в случае:

- государственной регистрации права собственности на данный объект в соответствии с порядком, установленным Законом (ФЗ № 218-ФЗ [8]);

- принятия вновь этого объекта ранее отказавшимся от права собственности собственником (собственниками) во владение, пользование и распоряжение.

2. Ликвидации ГТС в порядке, установленными Правилами № 1081 [13].

Каких-либо, других оснований для исключения ГТС из Перечня бесхозных ГТС законодателем, по мнению Управлений не определено. Установленный законодателем перечень оснований является исчерпывающим. Тем не менее, в виду того, что в соответствии с пунктом 1 Положения № 401 [9], установлено что Ростехнадзор, является федеральным органом исполнительной власти, который осуществляет функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в установленной сфере деятельности, письмом Заместителя Руководителя Ростехнадзора от 03.04.2017 № 00-07-06/539 [16], указанные основания дополнены возможностью исключения объектов из Перечня бесхозных ГТС по результатам обследования ГТС, в случае признания объекта (сооружения) утратившим способность регулировать использование водных ресурсов и предотвращать негативное воздействие вод, на основании решения Комиссии по чрезвычайным ситуациям субъекта РФ.

Применение подобного подхода может рассматриваться исключительно в случае, когда гидротехническое сооружение утратило свою конструктивную целостность до состояния невозможности выполнения своих основных функций (регулировать гидравлические режимы водотока и предотвращать негативное воздействие вод), т.е. по факту объект перестал являться гидротехническим сооружением.

В данном случае, при применении рекомендаций, изложенных в письме Заместителя Руководителя Ростехнадзора от 03.04.2017 № 00-07-06/539 [16], дабы избежать негативных правовых последствий, необходимо четкое соблюдение формальных требований как по форме, так и по содержанию нормативных актов, регулирующих полномочия подобных Комиссий, ее уполномоченных членов. Особое внимание следует обратить на то, что, согласно положению о Комиссии, создающейся в соответствии с Положением о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утвержденным постановлением Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (далее - Положение № 794) [18], возглавляют Комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности субъектов Российской Федерации (далее – Комиссия) высшие должностные лица (руководители) субъектов Российской Федерации (абзац 3 пункта 8 Положения № 794 [18]). Компетенция Комиссий, а также порядок принятия решений определяются в положениях о них, или в решениях об их образовании (абзац 2 пункта 8 Положения № 794 [18]). Очевидным является и то, что Комиссия не может считаться легитимной при составе менее трех человек. В то время как Решение Комиссии, фиксирующее возможность исключения ГТС из Перечня бесхозных по результатам обследования ГТС, в случае признания ГТС утратившим способность регулировать использование водных ресурсов и предотвращать негативное воздействие вод, изготовленное не в соответствии с установленными требованиями и нормами, в отсутствие установленных компетенций и/или подписанное только одним членом КЧС, не председателем Комиссии, противоречит возложенным на Комиссию задачам по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и является ничтожным, что влечет за собой правовые последствия к признанию неправомерности установления факта исключения объекта из Перечня бесхозных ГТС.

Не подвергается сомнению необходимость планомерных действий по защите населения от наводнений и чрезвычайных ситуаций, обусловленных авариями на гидротехнических сооружениях, в том числе на бесхозных ГТС. Необходима инвентаризация гидротехнических сооружений на территориях с усилением внимания и привлечения к этим мероприятиям государственных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации (их профильных структурных подразделений), актуализация информации и постоянное межведомственное взаимодействие. Работы по инвентаризации ГТС необходимо проводить с анализом и оценки их уровня опасности и категории риска. Постановка на учет всех выявленных и выявляемых гидротехнических сооружений не может трактоваться кроме как – в обязательном порядке по заявлению субъекта права на территории которого данный объект находится, во исполнение части 3 статьи 225 ГК РФ [3] и Порядка № 931 [17]. Параллельно и одновременно с этими действиями необходима разработка и реализация комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на повышение безопасности ГТС уполномоченным органом исполнительной власти соответствующего субъекта Российской Федерации, в части требований статьи 5 ФЗ № 117-ФЗ [6] и пункта 6 Положения № 237 [11].

Литература

1. Конституция Российской Федерации от 12.12.1993 (с изменениями на 27.03.2019), официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru.
2. Указ Президента Российской Федерации № 1847 от 25.12.2008 «О Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии» (с изменениями на 21.05.2012).

3. Гражданский Кодекс Российской Федерации (часть первая) (статьи 1-453) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (с изменениями на 16.12.2019).
4. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (с изменениями на 24.04.2020).
5. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (с изменениями на 24 апреля 2020 года).
6. Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» (с изменениями на 29.07.2018).
7. Федеральный закон Российской Федерации от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (с изменениями на 24.04.2020).
8. Федеральный закон Российской Федерации от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» (с изменениями на 02.08.2019).
9. Положение о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 401 (с изменениями на 12.02.2020).
10. Положение о федеральном государственном надзоре в области безопасности гидротехнических сооружений», утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 27.10.2012 № 1108 (с изменениями на 04.08.2017).
11. Положение об эксплуатации гидротехнического сооружения и обеспечении безопасности гидротехнического сооружения, разрешение на строительство и эксплуатацию которого аннулировано (в том числе гидротехнического сооружения, находящегося в аварийном состоянии), гидротехнического сооружения, которое не имеет собственника или собственник которого неизвестен либо от права собственности на которое собственник отказался, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 27.02.1999 № 237 (с изменениями на 21.08.2014).
12. Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 06.11.1998 № 1303 (с изменениями на 09.11.2016).
13. Правила консервации и ликвидации гидротехнического сооружения, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 20.10.2014 № 1081 (с изменениями на 28.02.2018).
14. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30.10.2013 № 506 «Об утверждении формы акта преддекларационного обследования гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)» (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 06.03.2014 № 31533).
15. Письмо заместителя Руководителя Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 02.03.2017 № 00-07-06/344.
16. Письмо заместителя Руководителя Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 03.04.2017 № 00-07-06/539.
17. Порядок принятия на учет бесхозных недвижимых вещей, утвержденный приказом Министерства экономического развития Российской Федерации от 10.12.2015 № 931 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 21.04.2016 № 41899).
18. Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 № 794 (с изменениями на 02.04.2020).
19. Сборник информационно-консультативных и научно-практических материалов по вопросам промышленной, экологической, пожарной безопасности и охране труда. М: 2018. № 5 (61). С. 78-79.
20. Известия АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». 2020. Т. 296. С 94-102.
21. <https://sudact.ru/arbitral/doc/GR1FieR7Ky/>.
22. <http://novosokolnichesky.psk.sudrf.ru/>.

УДК 556

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-89-91

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ДАГЕСТАНЕ

Курбанова¹ Л.М., Курбанов² А.М.,

¹Институт геологии ДФИЦ РАН,

²Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики ОИВТ РАН

В статье рассмотрены возможности применения методов искусственного восполнения подземных вод в Дагестане как способа сохранения их от истощения и загрязнения.

Ключевые слова: ресурсы подземных вод, восполнение подземных вод, magazинирование, охрана от истощения и загрязнения.

PROSPECTS FOR ARTIFICIAL UNDERGROUND WATER RECOVERY IN DAGESTAN

Kurbanova¹ L.M., Kurbanov² A.M.,

¹Institute of Geology, DPRC RAS,

²Institute for Geothermal and Renewable Energy Problems, JIHT RAS

The article discusses the possibility of using methods of artificial replenishment of groundwater in Dagestan as a way to preserve them from depletion and pollution.

Keywords: groundwater resources, groundwater replenishment, storage, protection from depletion and pollution.

Подземные воды являются стратегическим ресурсом водообеспечения населения и составляющей частью общих водных ресурсов страны и жизнеобеспечивающей системы планеты.

Для Дагестана вопросы охраны подземных вод от истощения и загрязнения имеют перво-степенное значение. В процессе эксплуатации водоносных горизонтов с отбором воды в количествах, превышающих их восполнение, а также при нарушениях условий питания, происходит истощение ресурсов подземных вод, что проявляется в снижении напоров и уровней подземных вод, а впоследствии в проседании поверхности земли и образовании депрессионных воронок.

Комплексное использование и охрана водных ресурсов предполагает применение искусственного восполнения запасов подземных вод, как метода регулирования водных ресурсов и управления процессами формирования подземных вод.

Под искусственным восполнением или magazинированием подземных вод (ИВПВ) понимается комплекс инженерных мероприятий, направленных на увеличение питания подземных вод, увеличение эксплуатационных ресурсов водоносного горизонта или водозаборного сооружения, а также улучшение качества получаемой воды.

При ИВПВ дополнительное количество воды постоянно подается непосредственно в эксплуатируемый водоносный горизонт путем фильтрации из специально созданных ин-фильтрационных бассейнов или нагнетанием поверхностных вод в поглощающие водоносные горизонты при помощи нагнетательных и поглощающих скважин. В отдельных случаях осуществляется разовое кратковременное создание дополнительных запасов воды на некоторой площади распространения водоносного горизонта.

В зависимости от гидрогеологических условий могут быть выбраны разные системы ИВПВ. При выборе той или иной системы восполнения учитываются не только гидрогеологические, инженерно-геологические, но и геоморфологические, климатические условия, а также техногенные факторы.

Наиболее благоприятные для искусственного восполнения – водоносные горизонты аллювиальных отложений речных долин, реже – конусы выноса и водоносные горизонты дочет-вертичных терригенных и карбонатных пород. С точки зрения предотвращения загрязнения и

возможности улучшения качества воды при искусственном восполнении благоприятными являются водоносные горизонты, сложенные рыхлыми отложениями с высокими сорбционными свойствами [1].

Искусственное восполнение запасов подземных вод напорных водоносных горизонтов путем закачки воды нагнетательными скважинами имеет преимущества перед созданием поверхностных водохранилищ из-за уменьшения потерь воды на испарение и фильтрацию, сохранения земельных угодий, улучшения качества воды, однако имеет и определенную специфику, связанную с необходимостью изучения приемистости скважин и возможной кольматации фильтровых колонн [5].

Значительный опыт в области применения методов магазинирования подземных вод накоплен в европейских странах, прежде всего в Германии и Голландии, а также в США, Индии, Китае, Новой Зеландии и др. В России и на территории бывшего СССР искусственное восполнение подземных вод практически не используется, так как наша страна является одной из наиболее обеспеченных поверхностными водами стран в мире. Можно привести лишь единичные примеры по территории бывшего СССР, где восполнение запасов подземных вод осуществлялось за счет магазинирования атмосферных осадков и речного стока. Это водозаборы Балтезерс (Латвия), города Клайпеда (Литва) и Туапсе [1]. Однако в условиях возрастания антропогенной нагрузки на поверхностные воды и напряженной экологической обстановки метод ИВПВ становится все более актуальным.

В Дагестане опыт работ по ИВПВ вод весьма ограничен.

Проблема магазинирования природных вод в разнообразных геологических резервуарах (от барханных песков и подрусловых галечников до предгорных конусов выноса и слабонапорных артезианских бассейнов) была одним из первых рассмотрена Курбановым М.К. [2,3].

Под его руководством еще в 1971-1972 гг. Институтом геологии совместно с Дагестанским отделением Северо-Кавказского треста изыскательских работ были выполнены научно-экспериментальные полевые исследования с проходкой значительного количества скважин и шурфов по магазинированию природных вод в подрусловых аллювиальных отложениях бассейна реки Арт-Озень в Южном Дагестане. В последующем такие исследования были расширены и углублены. Только в Южном Дагестане, который до сих пор испытывает острый дефицит в водных ресурсах, были выявлены и оконтурены геологические резервуары суммарной емкостью более 5 км³. Это был первый опыт внедрения методов ИВПВ на Кавказе.

В последующем была обоснована возможность магазинирования природных вод с целью воспроизводства геотермальных ресурсов в водоносных горизонтах, залегающих на глубинах от 1–2 до 3–4 км. Эти разработки легли в основу подземных геодинамических систем геотермальной теплоэнергетики и воспроизводства теплоэнергетических ресурсов недр.

В пределах Дагестана перспективными участками для осуществления ИВПВ являются площади распространения сарматских известняков, ряд песчано-гравелистых конусов выноса вдоль предгорной полосы, а также валунно-галечниковые и гравийно-песчаные отложения долин рек Уллучай, Рубас и Гамри-Озень. Источниками питания могут служить атмосферные осадки, паводковые речные воды Самур-Дербентского канала [4]. Перспективными для искусственного восполнения являются и районы в нижнем течении рек Сулак (реки Аксай, Акташ) и Терек. В бассейнах и дельтах рек Шура-Озень, Черкез-Озень, Манас-Озень и Количи распространены аллювиальные песчано-галечниковые отложения, которые наряду с барханами и песчаными массивами служат гидрогеологическими резервуарами для магазинирования природных вод.

Таким образом, на территории Дагестана перспективы использования методов ИВПВ весьма значительны и внедрение их, наряду с внедрением кранового и крановодиафрагменного методов эксплуатации скважин, позволит многократно увеличить ресурсы подземных вод и этим самым решить проблему водоснабжения безводных районов, и что не

менее важно, проблемы рационального использования и экологически оптимального управления ресурсами подземных вод.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310203-3.

Литература

1. Зекцер И.С., Потапова Е.Ю., Четверикова А.В., Штенгелов Р.С. Перспективы искусственного восполнения подземных вод юга европейской части России //Водные ресурсы, № 6, 2012. С. 624–638.
2. Курбанов М.К. Ресурсы подземных вод и перспективы по разработке и внедрению методов магазинирования природных вод в геологических резервуарах (на примере Дагестана) //Тез. IV Конф. по геологии и полез. ископ. С.Кавказа – Ессентуки, 1974.
3. Курбанов М.К. К проблеме магазинирования природных вод в геологических резервуарах Дагестана //Тр. Ин-та геологии Даг.ФАН СССР. 1978. Вып. 14. С. 128-135.
4. Курбанов М.К., Кудрявцева К.А. Закономерности формирования и размещения ресурсов пресных и минеральных вод Южного Дагестана //Отчет ИГ Даг.ФАН СССР, 1974 г.
5. Самедов Ш.Г., Курбанова Л.М., Гусейнова А.Ш., Базманова П.М. Магазинирование природных вод в геологических резервуарах //Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Кавказа. – Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск 49. – Махачкала, 2003.С. 30-32.

УДК: 620.191; 556.3.01

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-92-97

ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА КОНВЕРСИЕЙ ПОПУТНОГО С ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ВОДОЙ МЕТАНА НА СКВАЖИНАХ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА И ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Ахмедов¹ Г.Я., Курбанисмаилова² А.С.,

¹Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики ОИВТ РАН

²Институт геологии ДФИЦ РАН

В статье рассматривается вопрос целесообразности получения водорода из попутных с геотермальной водой углеводородов на территории Восточного Кавказа и Предкавказья. Поисково-разведочные данные говорят о наличии больших запасов водорастворенного метана в этих водах, где выход метана на одной скважине с дебитом от 2000 до 3000 м³/сут составляет, в среднем, от 1000 до 4000 м³/сут. Показано, что это создает как экономически, так и экологически более выгодные условия для производства водорода на скважине наряду с использованием тепловой энергии подземных термоминеральных вод. Представлена схема установки по утилизации тепловой энергии геотермальной воды и попутных с ней горючих газов с возможностью получения водорода конверсией метана непосредственно на скважине.

Ключевые слова: геотермальная вода, метан, конверсия, водород, растворенные газы

PRODUCTION OF HYDROGEN BY CONVERSION OF PASSED METHANE WITH GEOTHERMAL WATER IN THE WELLS OF THE EASTERN CAUCASUS AND PRECAUCASIA

Akhmedov¹ G.Ya., Kurbanismailova² A.S.,

¹Institute for Geothermal and Renewable Energy Problems, JIHT RAS

²Institute of Geology, DPRC RAS

The article considers the feasibility problem of hydrogen obtaining from associated with geothermal water hydrocarbons in the territory of the eastern Caucasus and Ciscaucasia. Exploration data indicate the presence of large reserves of water dissolved methane in these waters, where one well methane yield debit from 2000 to 3000 m³ per day is, on average, from 1000 to 4000 m³ per day. It is shown that this creates both economically and environmentally more favorable conditions for the hydrogen production at the well along with the use of thermal energy of underground thermomineral waters. Presented is the installation scheme for waste thermal energy of geothermal water and associated fire gases utilization with the possibility of hydrogen obtaining by methane conversion directly in the well

Keywords: geothermal water, methane, conversion, hydrogen, dissolved gases

Список обозначений

<i>Буквы латинского алфавита</i>	
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻	Ионы натрия, калия, магния, хлора, бикарбоната и сульфата
H ₂	Водород
CH ₄	Метан
H ₂ O	Вода
O ₂	Кислород
CO ₂	Углекислый газ
N ₂	Азот
H ₂ S	Сероводород
ΔH	Изменение энтальпии–тепловой эффект химической реакции

<u>Единицы измерения</u>	
м	Метр
м ³ /м ³	Кубический метр на кубический метр
кВт ·ч/м ³	Киловатт-час на кубический метр
°С	Градус Цельсия
м ³ /сут	Кубический метр за сутки
кДж / моль	Килоджоуль на моль
г/л	Грамм на литр
<u>Аббревиатуры</u>	
ВНИИГ газа	Всесоюзный научно-исследовательский институт газа

Введение

За последние годы возрос интерес к процессам производства синтез-газа (смесь водорода и окиси углерода) в связи с широким спектром его применения. На сегодняшний день он используется, в основном, как сырье для химического синтеза аммиака, метанола и в других химических производствах. Считается также перспективным использование синтез-газа для получения водорода, который, возможно, станет в будущем одним из экологически чистых источников для питания энергоустановок.

При наличии в России огромных ресурсов, как разведанных, так и используемых, подземных термоминеральных вод с наличием в них попутных горючих газов, основным компонентом которых является метан, представляет интерес вопрос о целесообразности организации производства водорода конверсией метана непосредственно на скважинах.

Проблема вопроса и база для его решения

Россия обладает крупнейшими месторождениями нефти и газа. В то же время ресурсы углеводородов сосредоточены по территории России неравномерно. Они сосредоточены, в основном, в Западной и Восточной Сибири, а также на арктическом шельфе. Решить проблему снижения дефицита этого вида сырья в ряде регионов России можно освоением нетрадиционных источников углеводородов, в том числе, и источников водорастворенных газов, которыми богаты, в частности территории Восточного Кавказа и Предкавказья. Этими источниками являются термоминеральные воды с попутными в них горючими газами, представленными, в основном, метаном. Метановые воды в России распространены в нефтегазоносных бассейнах Русской и Сибирской платформы, Западно-Сибирской низменности, на Сахалине и в ряде других районов. Минерализация их варьирует от единиц до 400 г/л. По составу подразделяются на гидрокарбонатно – хлоридные, хлоридно – натриевые и гидрокарбонатно – натриевые. Геотермальные метановые воды встречаются также азотно-метановые и сероводородно-метановые. Их химический состав представлен, как правило, ионами: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻ с преимущественным содержанием ионов Na⁺ и Cl⁻. В газовом составе преобладает метан CH₄ с незначительным содержанием CO₂, N₂ и H₂S.

К метановым относят также и подземные термальные воды Восточного Кавказа и Предкавказья. Исследования, проведенные в течение нескольких десятков лет во времена Советского Союза по анализу проб воды в скважинах, показали, что в составе вод кумского горизонта при глубине залегания 1300 – 1400 м содержится: метан (70-90 %), тяжелые углеводороды (2,6-9,5 %), углекислый газ (3-6 %), азот (1- 4 %). Газовые факторы, в зависимости от глубин, составляют от 1 до 5 м³/м³. Изучение динамики изменения состава газа с глубиной предполагает наличие на больших глубинах (4000 м и более) газодонных смесей с высокими газовыми факторами [1,2]. Газовые факторы более 5 м³/м³ наблюдаются в подземных водах в районе Та-

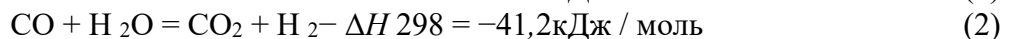
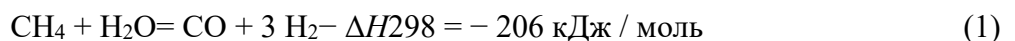
манского полуострова, что по расчетам специалистов соответствует уровню рентабельности утилизации горючих газов. Газовый фактор скважин территории Восточного Кавказа и Предкавказья, где имеются большие запасы подземных вод с температурой воды в устье скважины от 40 до 100 °С, в среднем, составляет $1 \div 3 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Исследования ученых ВНИИГаза в 60-х и 70-х годах прошлого столетия показали, что газы мезозойского водоносного комплекса в пределах Восточного Предкавказья практически везде представлены метаном с незначительной примесью азота, углекислого газа и редких газов. Они повсюду формируют газовые и газоконденсатные залежи [2,3,4,5]. В работе [5] представлены данные по содержанию растворенных газов в подземных водах Терско-Каспийского, Южно-Дагестанского, Терско-Кумского бассейнов, в которых содержание метана, в большинстве своем, составляет более 80%. При этом интервал перфорации водоносного горизонта расположен на глубине от 2000 до 3500 м.

Таким образом, в связи с наличием больших запасов водорастворенного метана в подземных водах Восточного Кавказа и Предкавказья, возникает вопрос целесообразности производства на скважинах водорода параллельно с использованием тепловой энергии этих вод. По мнению некоторых специалистов, утилизация горючих газов на скважинах при газовом факторе менее $2 \div 3 \text{ м}^3/\text{м}^3$ считается нерентабельным и на практике газ, освобожденный из воды этих скважин, сжигается на факеле. Тем не менее, по скромным подсчетам (проведенным на основе газового анализа и дебита скважины) выход метана на одной скважине с дебитом от 2000 до 3000 $\text{м}^3/\text{сут}$ составляет, в среднем, от 1000 до 4000 $\text{м}^3/\text{сут}$ [6].

Пути решения вопроса

Все же надо полагать, что наличие горячей воды пара, а также, попутного с водой метана, создают благоприятные условия для организации производства водорода методом паровой конверсии непосредственно на скважине вместо того, чтобы, сжигая метан на факеле, выбрасывать в атмосферу тепловую энергию его сгорания и углекислый газ CO_2 . Это еще раз подчеркивает необходимость проведения экспериментальных работ по получению водорода непосредственно в природных условиях с целью организации практического внедрения научно-технических разработок в промышленное производство.

Существует три метода окислительной конверсии метана в синтез-газ: паровая конверсия, парциальное окисление кислородом, углекислотная конверсия [7,8,9]. В промышленности используется практически лишь метод паровой конверсии. Реакцию проводят на нанесенном Ni-катализаторе при высокой температуре (700 - 900 °С) в две ступени и описывается следующими равновесиями:



В сумме этот процесс можно записать уравнением:



Смесь газов охлаждают и промывают водой под давлением. При этом CO_2 растворяется, а малорастворимый в воде водород идет на промышленные нужды. Примечательно то, что растворенный в отработанной геотермальной воде CO_2 способствует предотвращению отложений карбоната кальция на стенках оборудования, а также и в скважине обратной закачки [10,11,12,13].

В литературе имеются технические предложения по производству водорода на геотермальных скважинах путем электролиза (патент № 30848, 45377, 65627, 84467), что представляет собой дорогой способ ($4,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$) по сравнению с паровой конверсией метана ($2 - 2,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$) [14]. Но на скважинах, где имеется достаточное количество попутного с геотермальной водой метана, более практичен и дешевле метод паровой конверсии. Предлагаются модели [15,16] эффективного использования горячих подземных вод с возможностью использования теплоты воды, попутных с ней горючих газов и получения водорода. При этом водород, полученный на скважине, может быть использован как в газовой турбине, так и для других це-

лей. Так, в геотермальной установке [16], содержащей линию 1 вывода воды из скважины 2 в газоотделитель 3, сообщенным со ступенью расширителя 6, линию 4 отвода газа, установлена камера сгорания 11, подключенная через двухступенчатый конверсионный центр 13 и водородный фильтр 14 к линии отвода газа и патрубку 12 подвода окислителя.

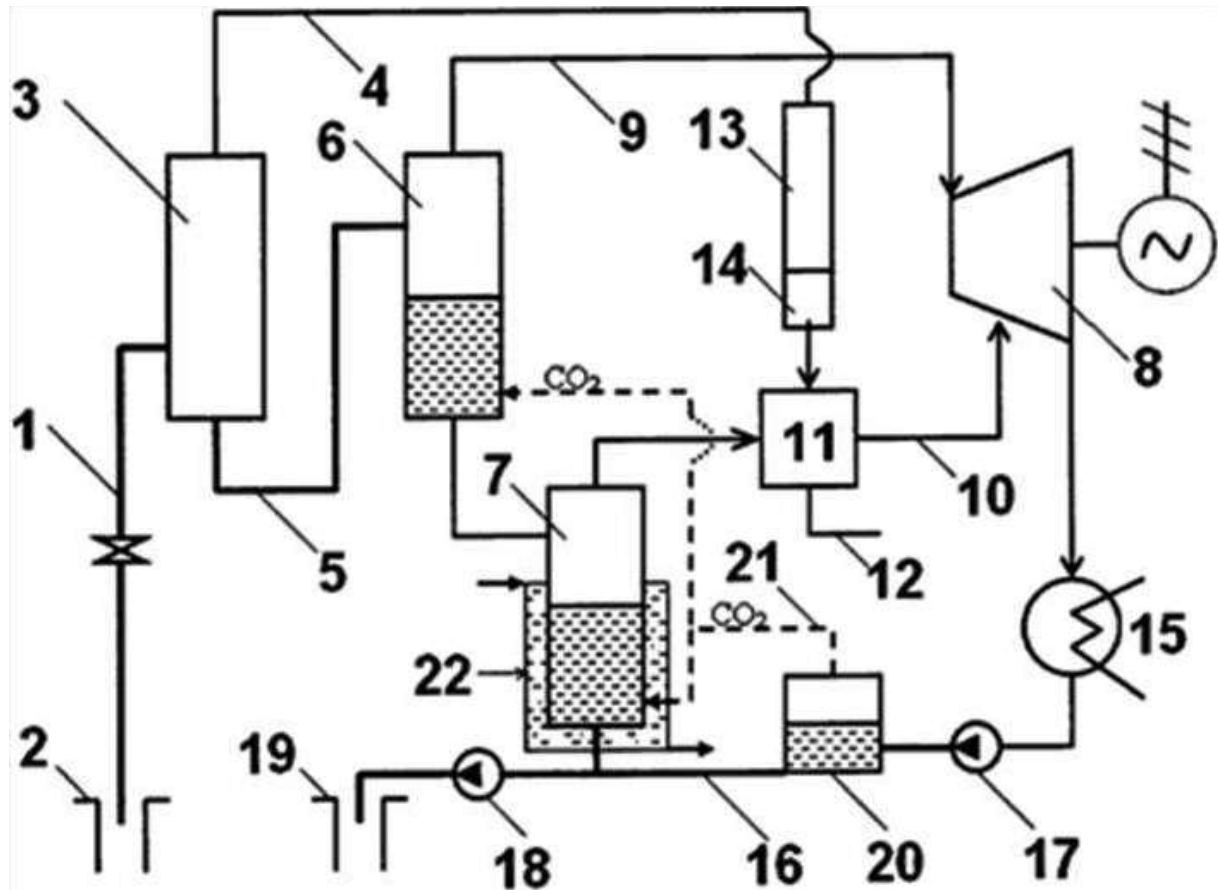


Рис. Геотермальная энергетическая установка

Дополнительно она также снабжена и линией 21 подачи углекислого газа в ступени расширителя 6 и 7, что в комплексе обеспечивает наряду с производством относительно дешевого водорода и защиту как наземного, так и скважинного оборудования путем подачи CO_2 из отработанного газа в расширители 6 и 7 и далее в оборудование закачки 16-20. Отфильтрованный в водородном фильтре 14 от двуокиси углерода водород можно подавать 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. При необходимости отфильтрованный водород можно подавать и в отдельный резервуар для накопления. Продукты горения после выхода из парогазовой турбины поступают в геотермальную воду для закачки обратно в водоносный горизонт, что предотвращает образование твердых отложений на поверхности оборудования и в скважине [17,18]. Одновременно можно осуществить и неразрушающий контроль солеотложения в данном оборудовании, согласно разработкам, представленным в работах [19-32].

Выводы

Снижение себестоимости производства водорода непосредственно на скважине обеспечивается за счет наличия попутного метана и пара, на получение которого из воды в промышленности тратится дополнительная энергия на нагрев воды до $100\text{ }^\circ\text{C}$ и теплоту парообразования. Это представляет хорошую перспективу организации производства водорода непо-

средственно на скважинах, для чего потребуется выполнить большой объем экспериментальных исследований непосредственно в природных условиях.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310203-3.

Литература

1. Б. П. Акулинчев, А. С. Панченко, М. Ф. Пугачева. Водорастворенные газы Предкавказья и проблемы их использования в народном хозяйстве // Ресурсы нетрадиционного газового сырья и проблемы его освоения. Ленинград, 1990 г. С. 138-144.
2. Корценштейн В.Н., Кирьяшкин В.М., Филин А.С., Фомин Ю.Д. Новые данные по гидрогеологии мезозойских водоносных комплексов Восточного Предкавказья. В кн. Гидрогеология газоносных горизонтов Советского Союза. Тр. ВНИИГаза, вып. 33/41. - М., 1970, С.317-506.
3. Корценштейн В.И. Растворенные газы подземной гидросферы Земли.— М.: Недра, 1984.
4. Акулинчев Б.П., Рахбари Н.Ю. Механизм взаимодействия водорастворенных и свободных газов в процессе формирования залежей углеводородов // Георесурсы, геознергетика, геополитика: Электрон. науч. журн. 2011. № 2(4). – Режим доступа: <http://oilgasjournal.ru>
5. Курбанов М.К. Геотермальные и гидротермальные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья.-М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001.- 260 с.
6. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С., Эфендиев К.А., Ахмедова Л.М. К вопросу о перспективах утилизации попутных с геотермальной водой горючих газов и режимах эксплуатации энергетического оборудования//Международный научный журнал альтернативная энергетика и экология. 2015. № 21. С. 30 – 35.
7. П. Ванден Остеркамп, Э. Вагнер, Дж. Росс. Достижения в производстве синтез-газа //Российский Химический Журнал. Том XLIV, 2000.- № 1.- С. 34-42.
8. Крылов О.В. Углекислотная конверсия метана в синтез-газ // Российский Химический Журнал. Том XLIV, 2000.- № 1.- С. 19-33.
9. Галанов С.И., Косырева К.А., Литвак Е.А. Парциальное каталитическое окисление природного газа в синтез-газ//Вестник Томского государственного университета, 2012.- № 364.- С. 230 - 233.
10. Ахмедов Г.Я. Защита геотермальных систем от карбонатных отложений. М.: Научный мир, 2012.- 330 с.
11. Ахмедов Г.Я. К вопросу образования и растворения карбонатных отложений в геотермальных системах //Альтернативная энергетика и экология.- 2010.-№ 2.- С. 109-112.
12. Ахмедов Г. Я. Работа геотермальных систем теплоснабжения в режиме без солеотложения / /Промышленная энергетика.- 2010.- №4.- С.54-59.
13. Ахмедов Г.Я. Твердые отложения карбоната кальция в геотермальных системах//Альтернативная энергетика и экология.- 2010.- № 11.- С. 81 - 86.
14. Гуцин П.А., Иванов Е.В. Конверсия метана в синтез-газ и водород под воздействием СВЧ-разряда. Тр. Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина, 2009.- №3,- С.84 – 90.
15. Авторское свидетельство СССР № 1513175, МПК F03 G 7/00. Геотермальная установка/Абдуллаев А.Н. Оpubл.07.10.1989. Бюл. № 37.- 3 с.
16. Пат. 91384 РФ, МПК F03G 7/00. Геотермальная установка /Ахмедов Г.Я. Оpubл. 10.02.2010. Бюл. № 4.- 2 с.
17. Ахмедов Г.Я. Обеспечение долговечности работы подземных циркуляционных систем в геотермальной энергетике//Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки.- 2010.- Т. 18.- № 3.- С. 45-52.
18. Ахмедов Г.Я. К вопросу о закачке отработанных геотермальных вод обратно в водоносный горизонт //Вестник Дагестанского государственного технического университета.- 2011.- Т. 22.- № 3.- С. 84 – 89.
19. Ахмедов Г. Я. О некоторых методах контроля солеотложения в геотермальной энергетике // Промышленная энергетика.- 2010.- № 6.- С. 58-62.
20. Ахмедов Г.Я. Измерение толщины солеотложения в геотермальных системах // Ползуновский вестник.- 2011.- № 3/1.- С. 175 – 178.

21. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. Эксплуатация энергетического оборудования при утилизации попутных с геотермальной водой горючих газов // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2017. Т. 44. № 3. С. 48-60.
22. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. О перспективе развития возобновляемой энергетики в Республике Дагестан // В сборнике: Новые технологии и проблемы технических наук. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 55-59.
23. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. Об извлечении горючих газов из геотермальных вод с низким газовым фактором // В сборнике: НЕДЕЛЯ НАУКИ-2017. сборник материалов XXXVIII итоговой научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов Дагестанского государственного технического университета. Под редакцией Т.А. Исмаилова. 2017. С. 560-561.
24. Курбанисмаилова А.С., Ахмедов Г.Я., Камалутдинова И.А., Эфендиев К.А. Об отложении твердой фазы карбоната кальция на теплообменной поверхности. // В сборнике: Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов. Материалы XI Школы молодых ученых. 2018. С. 182-187.
25. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. Об оценке стабильности геотермальных вод и защите оборудования от твердых отложений при утилизации попутных горючих газов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2017. № 4 (196). С. 71-76.
26. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. О повышении эффективности использования геотермальных скважин // вестник научных конференций. 2016. № 10-3 (14). С. 23-24.
27. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С., Эфендиев К.А., Ахмедова Л.М. К вопросу о перспективах утилизации попутных с геотермальной водой горючих газов и режимах эксплуатации энергетического оборудования // International Scientific Journal Life and Ecology. 2015. № 2. С. 65-66.
28. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. О целесообразности получения водорода конверсией попутного метана на геотермальных скважинах Восточного Кавказа и Предкавказья // International Scientific Journal Life and Ecology. 2016. № 1-2 (5-6). С. 80-81.
29. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. Геотермальная энергетическая установка // Патент на полезную модель RU 196410 U1, 28.02.2020. Заявка № 2018127790 от 27.07.2018.
30. Курбанисмаилова А.С., Ахмедов Г.Я., Селимов А.М. Методика извлечения попутных горючих газов из геотермальных вод с защитой оборудования от карбонатных отложений. // В сборнике: Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы. актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов. Материалы VI Международной конференции; Материалы XII Школы молодых ученых имени Э.Э. Шпильрайна. Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики – филиал Объединенного института высоких температур РАН. Махачкала, 2020. С. 470-475.
31. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. О целесообразности получения водорода конверсией попутного метана на геотермальных скважинах восточного кавказа и предкавказья // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2016. № 23-24. С. 82-87.
32. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. Разработка методики эксплуатации геотермальных систем при извлечении попутных газов // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018. Т. 45. № 3. С. 28-38.

УДК 551.4.03

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-98-100

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ОБЛАСТИ ПРЕДГОРНОГО ДАГЕСТАНА

*Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Мамаев А.С., Юсупов З.А.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

На территории Республики Дагестан широко развиты различные типы природных памятников (ПП). Эти природные памятники непосредственно связаны с геологическим строением территории; тектоникой, геоморфологией и различными разновидностями осадочных пород. В данной статье дается краткая характеристика памятников природы предгорного Дагестана, которые связаны в основном с карбонатными и песчано-глинистыми породами третичного времени.

Ключевые слова: памятники природы, карбонатные отложения, песчано-глинистые отложения, предгорный Дагестан, палеоген, неоген, геологическое строение.

GEOLOGICAL MONUMENTS OF THE REGION OF FOOTHILL DAGESTAN

*Yusupov A.R., Mamaev S.A., Mamaev A.S., Yusupov Z.A.
Institute of Geology, DPRC RAS*

Various types of natural monuments are widely developed on the territory of the Republic of Dagestan. These natural monuments are directly related to the geological structure of the territory; tectonics, geomorphology and various types of sedimentary rocks. This article provides a brief description of the natural monuments of foothill Dagestan, which are associated mainly with carbonate and sandy-clay rocks of the Tertiary time.

Keywords: natural monuments, carbonate deposits, sandy-argillaceous deposits, foothill Dagestan, Paleogene, Neogene, geological structure.

В России первым шагом на пути решения проблемы сохранения природного наследия на государственном уровне стали изданные в 1920 г. Советом Народных Комиссаров декреты о создании Ильменского национального заповедника, об охране памятников природы, садов и парков. После принятия в 1960 г. Закона "Об охране природы в РСФСР", при активном участии ВООП и широкой общественности началось интенсивное выявление памятников природы, в том числе и геологического содержания. В последующие годы руководством страны был принят ряд законодательных и нормативных актов, призванных упорядочить и ввести в юридические рамки это, ставшее лавинообразным, движение [1].

В настоящее время на территории Российской Федерации насчитывается около 2000 официально зарегистрированных государственных геологических памятников природы. Большая часть из них была предложена энтузиастами-краеоведами, для которых главным критерием являлась рекреационная (красивые ландшафты, экзотические формы рельефа, красивые скалы или останцы и т. д.) или бальнеологическая (лечебные источники) ценность объектов. Значительно реже основанием для выделения памятника природы становилась научная ценность его как объекта познания естественной истории Земли

К настоящему времени в Дагестане выделено порядка 20 природных объектов в качестве памятников природы. Также количество выделенных к настоящему времени памятников природы явно не соответствует природному разнообразию Дагестана [2-10]. Большое количество природных памятников также можно выделить в предгорном Дагестане

Область Предгорного Дагестана сложена, в основном, палеоген-неогеновыми отложениями, из которых наибольшее площадное распространение получили миоценовые песчано-глинистые отложения. Ими сложены возвышенности и хребты: Нарат-Тюбинский, Перджан и др. Нарат-Тюбинский хребет, имеющий наибольшую протяженность, пересечен рядом рек, обнажая прекрасные литолого-стратиграфические разрезы: Сулакский, Атлы-Боюнский, Талгин-

ский, Манас-озеньский и другие. Мелкие балки (ручья), пересекая песчаниковые толщи среднего миоцена, образуют живописные ущелья и теснины. Одно из живописных ущелий находится на северном склоне Нарат-Тюбинского хребта (по правому притоку р. Шура-озень). В глубокой теснине этого ущелья на гладких, нависающих стенах найдены наскальные надписи. Горьким воспоминанием об этом ущелье является то, что при изучении наскальных надписей в 1920 году бандитами здесь был убит ученый-исследователь Марков, имя которого носит это ущелье – «Марковское».

Это ущелье является теперь местом большого потока туристов.

Большой эстетический и исторический интерес представляет живописный памятник – скала «Кавалер-батарея», занимающая доминирующую высоту на северо-западной окраине г. Буйнакск. Этот памятник природы посещали все, кто побывали в этом городе, в т.ч. М.Ю. Лермонтов, французский романист А. Дюма – отец, художник Айвазовский, Г.К. Орджоникидзе, художники: Горшельт, В.И. Рубо, Н.А. Ярошенко, хирург Пирогов и др. Региональными (комплексными) геоморфологическими памятниками природы этой области являются межгорные котловины: Буйнакская, Талгинская, и другие. Достаточно отметить, что в комплекс Талгинской котловины входят: стратиграфический разрез палеоген-неогеновых отложений, источники сероводородных минеральных вод, Гиик-Салганское месторождение самородной серы, Гиик-Салганское ущелье, проявления нефти, газа и красящих глин. В центре Талгинской котловины поднимается на высоту 900 м Талгинское куполовидное поднятие (гора Кукурт-Баш, сложенное верхнемеловыми известняками).

Другим тектоническим типом геологических памятников этой области является гора Эльдама, сложенное верхнемеловыми известняками. Эта структура представляет большой научный и практический интерес в связи с ее минеральными источниками и крупным разведанным месторождением известняков Гелли, являющимся сырьевой базой промышленности строительных материалов (извести, щебня, бутового камня).

Кварцевые песчаники среднемиоценового возраста этой области – месторождение Серное, Карабудахкентское, Экибулакское и др. являются сырьевой базой стекольной промышленности. В южной части этой области, на границе с Известняковым Дагестаном (по дороге Буйнакск-Аракань), расположено «Родниковое» и Перевальное месторождения мраморизованных известняков – декоративного облицовочного камня, котормы отделаны внутренние части (интерьеры) ЦУМа и других зданий в г. Махачкале.

Хорошо замечаемым тектоническим типом ПП, является Кадарская антиклиналь (114), которая широкой дугой известняковых толщ хорошо видна с дороги Буйнакск-Леваши (у с. Апши).

Вышеприведенные краткие сведения позволяют считать, что территория Дагестана имеет сложное геологическое строение, что определяет многообразие и своеобразие тех геологических объектов, котормые можно отнести в разряд памятников природы.

Таким образом, памятники природы Дагестана очень многочисленны, о них можно рассказывать часами. В каждом регионе нашей Родины есть свои уникальные и неповторимые природные творения. Все они, без всякого сомнения, заслуживают внимания и бережного отношения к себе.

Большой проблемой в нашей стране является тот факт, что многие природные объекты не внесены в соответствующие списки и не имеют охранного статуса. Более того, многие памятники природы существуют только "на бумаге": никаких реальных мероприятий по их охране не ведется.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310202-6.

Литература

1. Карпунин А.М., Мамонов С. В., Мироненко О. А., Соколов А. Р. Геологические памятники природы России. Научное издание. Санкт-Петербург 1998. 200 с.
2. Юсупов А.Р., Черкашин В.И. Геолого-географические памятники Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2013. № 62. С. 169-172.
3. Идрисов И.А., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Особенности распространения и развития крупных оползней Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2013. № 62. С. 96-100.
4. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Черкашин В.И. Области распространения и типы геологических памятников Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 63. 2014. С. 335-340.
5. Идрисов И.А., Мамаев С.А., Юсупов А.Р., Магомедов Р.А. Оползневые процессы в дагестане в 21 веке // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2015. № 64. С. 155-159.
6. Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Курбанова Г.М., Гусейнова А.Ш. Природные памятники области внутреннего сланцевого Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН., вып. № 66. 2016. С. 120-124.
7. Юсупов А.Р., Сулейманов В.К., Алимагомедов А.А., Алхулаев К.Г. Природные памятники области известнякового Дагестана // В журнале. Геология и ресурсы Кавказа. № 1 (76). Махачкала 2019. стр.8-12.
8. Юсупов А.Р., Алхулаев К. Роль научно-просветительской деятельности геологического музея ИГ ОП ДФИЦ РАН // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2019. № 4 (79). С. 124-126.
9. Мамаев С.А., Юсупов А.Р., Идрисов И.А., Мамаев А.С., Юсупов З.А. Новый Дюльтычайский крупный оползень на Восточном Кавказе // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 1 (80). С. 78-84.
10. Мамаев С.А., Юсупов А.Р., Мамаев А.С., Юсупов З.А. ПРИРОДНЫЕ ПАМЯТНИКИ ВЫСОКОГОРНОГО ДАГЕСТАНА // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 1 (80). С. 121-123.

УДК 553.9

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-82-3-101-107

ПОИСКИ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЛОВУШЕК УВ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ДАГЕСТАНА

*Меликов М.М., Гаджиева Т.Р.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

В работе рассматривается один из путей развития нефтегазовой промышленности РД, в которой предлагается решать методом увеличения коэффициента нефтеотдачи, исходя из анализа геолого-геофизического материала и анализа разработки месторождений республики, а также поисками нетрадиционных ловушек УВ, в том числе на шельфе Северного и Среднего Каспия.

Ключевые слова: КИН, запасы, потенциальные ресурсы, обводненность, блок-структура, свита, фильтрационно-емкостные свойства, порода-коллектора, нетрадиционная ловушка, пористость, проницаемость, пористость.

THE SEARCH FOR UNCONVENTIONAL HYDROCARBON TRAPS IS ONE OF THE WAYS TO FURTHER DEVELOP THE OIL AND GAS INDUSTRY IN DAGESTAN

*Melikov M.M., Gadzhieva T.R.
Institute of Geology of the Russian Academy of SCIENCES*

The paper discusses one of the ways of development of oil industry RD, which serves to decide the method of increasing the ratio nefteotdachi, based on the analysis of geological-geophysical materials analysis and field development of the Republic, as well as the search for unconventional traps of hydrocarbons, including offshore in the North and Middle Caspian sea.

Keywords: KIN, reserves, potential resources, water content, block structure, formation, filtration and reservoir properties, reservoir rock, unconventional trap, porosity, permeability, porosity.

В России специалисты нефтегазовой промышленности давно обозначили две основные негативные тенденции в развитии отрасли, вызывающие особую тревогу. Это, во-первых, отставание процесса воспроизводства минерально-сырьевой базы и, во-вторых, продолжающееся падение показателей нефтеотдачи. Такая ситуация сложилась в первую очередь из-за многолетнего недофинансирования и снижения темпов и объемов ГРП. Кроме того, в отрасли уже последние десятилетия идет постоянное падение среднего проектного коэффициента извлечения нефти (КИН), который с 51 % – в 1960 г. уменьшился до 25-28 % – в последние 10-15 лет XX в. Только за счет низкого КИН потенциальные извлекаемые запасы нефти в РФ уменьшились на 15 млрд. тонн [1].

Перспективы развития нефтяной промышленности, ориентированные на сохранение уровня добычи и дальнейшего ее роста, предполагают наряду с освоением новых месторождений, постоянным увеличением добычи за счет более полного ее извлечения. Извлечение остаточной нефти из эксплуатируемых пластов в современном мире является актуальной задачей [2]. Перспективы развития нефтяной промышленности республики, ориентированные на сохранение уровня добычи и дальнейшего ее роста, предполагают наряду с освоением новых месторождений, постоянным увеличением добычи за счет более полного ее извлечения. Извлечение остаточной нефти из эксплуатируемых пластов в современном мире является актуальной проблемой [3]. Проведенный анализ геолого-геофизических материалов и разработки, позволил установить, что большая часть месторождений характеризуется высокой степенью обводненности – около 100 % (от 85 до 98 %) и большой выработанностью (50-70 %) запасов, текущий КИН – доли единиц [4].

Нами проведен анализ Государственных балансовых запасов нефти по состоянию на 01.01.2018 г. в РД, где учтено 41 месторождение (21 нефтяное, 4 газонефтяных, нефтегазокон-

денсатных) с разбуренными технологическими извлекаемыми запасами на разрабатываемых месторождениях категории $A+B_1$ – 8,458 млн. т, на разведываемых кат. C_1 – 0,122 млн.т, всего (кат. $A+B_1+C_1$) – 8,580 млн. т. Неразбуренные извлекаемые запасы нефти кат B_2 (оцененные) на разрабатываемых месторождениях составляют 1,509 млн. т, на разведываемых кат C_2 – 0,376 млн.т, всего (кат. B_2+C_2) – 1,885 млн. т. Эта тенденция будет расти, если не принимать радикальные меры, в частности, если не провести доразведку с применением высокоточной сейсмоки или новых методов и технологий по увеличению конечной нефтеотдачи, а также поиски нетрадиционных ловушек УВ. К сожалению, из-за введенных карантинных ограничений, связанные с пандемией КОВИД-19, нам не удалось проанализировать данные ГБЗ за 18-19-е годы, в связи с чем приводим данные за 2017 год. В 2017 г. в РД добыто 0,156 млн.т нефти, что на 0,011млн.т, или 6,59 % меньше, чем в 2016 г.

По степени промышленного освоения в разрабатываемых в РД на указанную дату учтены 38 месторождений с извлекаемыми запасами кат. $A+B_1$ – 8,458 млн. т, кат. B_2 – 1,509 млн.т, в разведываемых – 3 с извлекаемыми запасами категории C_1 – 0,122 млн.т, категории C_2 – 0,376. Запасы категории А на разрабатываемых месторождениях составляют 4,112 млн. т, или 48,62 %, кат. B_1 – 4,346 млн.т (51,38 %). За год извлекаемые запасы категории А увеличились на 1,047 млн.т, или 34,16 %, категории B_1 – на 0,608 млн.т (16,26 %). По имеющимся на данным, в малопроницаемых коллекторах (менее 0,05 мкм²) учтены 3,383 млн. т, или 39,43 %, запасов кат. $A+B_1+C_1$ (3,373 млн.т – на разрабатываемых месторождениях и 0,010млн.т – на разведываемых). По величине извлекаемых запасов нефти (кат. $A+B_1+B_2$) и (кат. C_1+C_2) на указанную дату 2 месторождения относятся к мелким (41,32 % разрабатываемых запасов) и 39 – к очень мелким (58,68 % разрабатываемых и 100 % – разведываемых запасов). На мелких месторождениях в 2017г. добыто 0,030 млн.т (19,23 % от общей добычи в республике), на очень мелких – 0,126 млн. т (80,77 %). Неразбуренные извлекаемые запасы нефти кат B_2 (оцененные) на разрабатываемых месторождениях составляют 1,509 млн. т, на разведываемых кат C_2 – 0,376 млн. т, всего (кат. B_2+C_2) – 1,885 млн. т.

По конденсату учтены 18 месторождений (6 газоконденсатных, 12 нефтегазоконденсатных) с технологическими извлекаемыми запасами конденсата: на разрабатываемых месторождениях (13 месторождений) категории $A+B_1$ – 1,793 млн. т, на разведываемых категории C_1 – 0,082 млн. т. Извлекаемые (оцененные) запасы на разрабатываемых месторождениях составляют кат. B_2 – 3,605 млн т., на разведываемых кат. C_2 – 0,040 млн т, всего (кат B_2+C_2) – 3,645 млн. т.

Начальные суммарные ресурсы на 01.01. 2009 составляет 15,900 млн. т. Запасы на 01.01.2018 по кат $A+B_1+C_1$ – 1,875 млн т, B_2+C_2 – 3,645 млн. т; прогнозные ресурсы по кат. D_1+D_2 – 8,146 млн. т.

По горючим газам учтены 19 месторождений (1– газовое, 1 – газонефтяное, 6 – газоконденсатных и 11– нефтегазоконденсатных) с технологическими извлекаемыми запасами свободного газа (включая газ газовых шапок) на разрабатываемых месторождениях кат. $A+B_1$ – 62,907 млрд. м³, на разведываемых кат. C_1 – 1,488 млрд. м³, всего (кат. $A+B_1+C_1$ – 64,395 млрд. м³). Извлекаемые запасы (оцененные) на разрабатываемых месторождениях кат. B_2 составляют 37,864 млрд. м³, на разведываемых кат. C_2 – 1,958 млрд. м³, всего (кат. B_2+C_2) – 39,822 млрд. м³). Запасы кат. А на разрабатываемых месторождениях составляют 20,338 млрд м³ (32,3 %), кат. B_1 – 42,569 млрд. м³ (67,7 %). Ресурсы категории D_0 – 225,989 млрд. м³

Ниже вкратце рассмотрим проанализированные технико-экономические показатели и состояние разработки месторождений УВ в Прикумской нефтегазоносной области (ПНГО).

В 2017 г. в разработке находились 22 (30 скважин-2014 г.) нефтяных месторождений, из которых предусматривалось добыть 151,117 тыс. т. и 23,892 млн. м³ попутного нефтяного газа. Фактически добыто 138,442 тыс. т. нефти и 22, 300 млн. м³ попутного нефтяного газа. Коэффициент эксплуатации действующего фонда скважин составил 0,95, при плановом – 0,97. Невы-

полнение плана связано со снижением дебита нефти в скважинах ряда месторождений, связанное высокой обводненностью пластов.

Рассмотрим в качестве примера В-Сухокумское месторождения (рис. 1), для которого характерны текущие коэффициенты извлечения нефти (КИН) низкие – 0,178 долей единиц, степень выработанности – 51 %, обводненность, практически, достигает 100 %. Практически, на всех месторождениях проводят закачку воды с целью утилизации. Такая ситуация складывается для большинства месторождений Равнинного Дагестана [3].

Анализ разработки показал, что КИН для месторождений ПНГО характеризуется низкими долями единиц и выработанностью – 50-85 %, а также высокой обводненностью – до 98 %.



Рис.1. Изменение добычи нефти, жидкости, содержания воды в продукции

Исходя из анализа разработки и имеющегося материала по промысловым параметрам и данным ГБЗ по химсоставу, вязкости и содержания парафинов в нефтях, а также динамики подземных вод, нами были рекомендованы несколько методов увеличения нефтеотдачи [3]

В Предгорном Дагестане на ряде месторождений: Селли, Гаша, Ачи-су, Шамхал-Булак, Дузлак, Избербаш, коэффициент извлечения запасов нефти и газа составляет меньше 0,3 %. Но, однако, даже если применить успешно предложенные методы, проблему наращивания топливно-энергетического потенциала республики не решить, и остается открытой, необходимо искать другие пути и методы решения этих вопросов.

В связи с этими обстоятельствами, как показывает опыт геологоразведочных работ (ГРР) в большинстве нефтегазоносных провинций мира показывают, что освоение ресурсов углеводородов УВ сланцевых формаций является одним из перспективных направлений развития современной мировой нефтегазовой промышленности. В условиях снижения разведанных запасов УВ в традиционных ловушках месторождений, поиски и освоение «нетрадиционных» ловушек являются актуальными с точки зрения восполнения ресурсов УВ.

В связи с вышеизложенным, выявление условий формирования и закономерностей распространения скоплений УВ в хадумских отложениях майкопской серии центрального и восточного Предкавказья является актуальной задачей, стоящей перед нефтяной промышленностью как страны так республики Дагестана. Хадумские отложения, содержащие скопления углеводородов УВ в Предкавказье, сложены как традиционными, так и нетрадиционными коллекторами. Примером таких отложений являются сланцевые формации нефтяного плеча Eagle-Ford бассейна Западный-Гальф Южного Техаса, формация Баккен бассейна Уиллистон, формация Barnett бассейна FortWorth, Техас США, которые по ряду физических параметров схожи с хадумской свитой Предкавказья, что подтверждает актуальность проводимых работ (Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Дмитриевский С.С., Яндарбиев Н.Ш., Козлова Е.В., 2015). В работах указанных исследователей рассчитаны величины исходного генерационного углеводородного потенциала для хадумских и баталпашинских отложений в пределах исследуемого региона и составляет 133,4 млрд. т., в том числе, хадумская свита – 92,7 млрд. т., баталпашинская свита –

40,7 млрд. т., что свидетельствует о высокой перспективности этих отложений, В работе [5] ,показано, что ганическое вещество (ОВ) в породах хадумской свиты разреза «Чиркей» характеризуется относительно высокой степенью зрелости, которая соответствует главной зоне нефтеобразования.

Кроме того, в последние годы основными направлениями геологоразведочных работ в платформенной части Восточного Предкавказья являются поиски и разведка нетрадиционных залежей УВ в пермо-триасовом комплексе. Обобщение полученных данных в результате поискового и разведочного бурения, а также последних данных геолого-геофизического изучения разрезов позволило выяснить особенности геологического строения пермо-триасового комплекса, оценить его нефтегазоносность и определить направление дальнейших поисково-оценочных работ (рис. 1).

Среди многообразных типов пород пермо-триасового комплекса лишь их часть характеризуется высокими фильтрационно-емкостными свойствами. К их числу можно отнести трещиноватые и трещиновато-кавернозные известняки и доломиты нефтекумской свиты и анизийского яруса, с которыми связана промышленная нефтетазоносность в Платформенном Дагестане.

В нефтекумской свите, имеющиеся каверны и поры выщелачивания, пустоты вторичной доломитизации, тектонические трещины определяют основные фильтрационно-ёмкостные свойства карбонатных пород нефтекумской свиты. По лабораторным данным общая пористость известняков свиты изменяется от 1,5 до 15 %, средняя 3-5 %, проницаемость, как правило, очень низкая и редко превышает $0,01 \times 10 \text{ мкм}^2$.

Многообразные формы несогласного залегания различных горизонтов триаса, юры и мела на известняках нефтекумской свиты создали благоприятные условия для образования ловушек структурного, литолого-стратиграфического и тектонически экранированного типов терригенно-карбонатными осадками култайской, демьяновской свит и анизийскими образованиями. В анизийских отложениях благоприятными ёмкостными свойствами обладает пачка известняков в средней части яруса, сложенная доломитизированными известняками и их зернистыми, микрокристаллическими, обломочно-оолитовыми разностями с различной степенью глинизации.

Общая пористость карбонатных пород колеблется от 0,27 %, среднее значение – не более 2 %. Проницаемость, по данным промысловых гидродинамических исследований, достигает $0,250 \text{ мкм}^2$.

Установленные стратиграфические и угловые несогласия в сочетании с тектоническими нарушениями в пермо-триасовом комплексе обуславливают наличие различных видов ловушек, благоприятных для формирования залежей нефти и газа. Перспективные участки для выявления таких ловушек – это зоны сочленения Восточно-Манычского прогиба (ВМП) с Прикумским поднятием – на юге и с кряжем Карпинского – на севере, а также сводовые части и крылья Величаевско-Зимнеставкинского и Дадинского валообразных поднятий.

Определённый интерес для поисков залежей УВ представляют эродированные выступы фундамента, сложенные интрузивными образованиями, и их склоны, на которых элювиальные осадки (аркозовые песчаники и гравелиты), в основном, пермского возраста перекрыты непроницаемыми породами-покрышками среднего и нижнего триаса. В этом отношении перспективны также базальные слои среднего и нижнего триаса, в частности, на склонах погребённых гранитных массивов в пределах Южно-Буйнакской, Восточно-Песчаной, Мартовской, Русский Хутор, Капиевской площадей. Залежи могли формироваться при латеральной миграции УВ из нефте-газопroduцирующих отложений триаса и средней юры смежных депрессионных зон с аномально высокими пластовыми давлениями. Так, перспективные могут быть оценены и коренные граниты в повышенных частях массивов, в зонах значительной трещиноватости (Комсомольско-Тереклинский разлом).

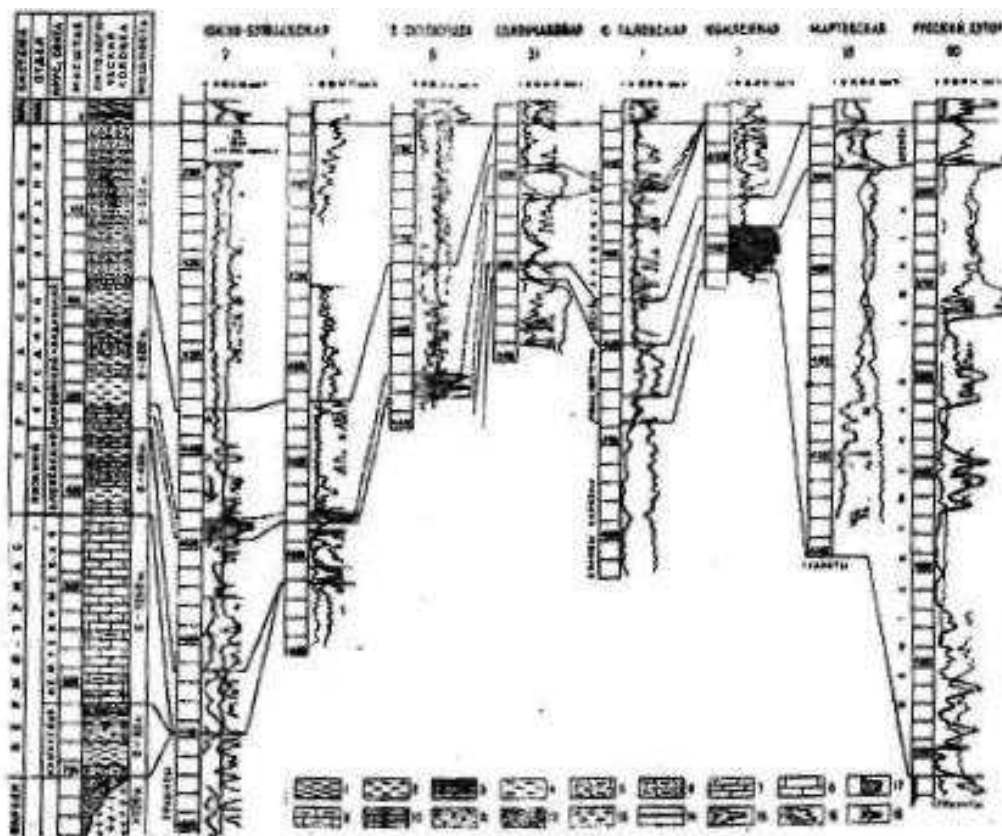


Рис.2. Схема сопоставления пермо-триасовых отложений Равнинного Дагестана

В Предгорном Дагестане имеются благоприятные условия для выявления тектонически экранированных залежей нефти и газа и на с-в крыле Кадар-Апшинской (Ирганайской) антиклинали, где свод структуры был эродирован в мальм-неоком-ское время, и на байосских отложениях залегают породы барремского яруса. Проведённые в последнее время геофизические исследования и пробуренные скважины (геотермальные в окрестностях г. Буйнакск), позволили впервые выделить узкий палеограбенный прогиб, отделяющий с-в крыло Кадар-Апшинской антиклинали от Буйнакской синклинали, где в этой зоне могут быть обнаружены тектонически экранированные залежи нефти и газа на ю-з борту Буйнакской синклинали в отложениях средней, верхней юры, мела и палеогена. Палеограбенный прогиб установлен резким увеличением мощности отложений верхнего мела и палеогена. Амплитуда сброса может достигать 500м, при ширине – 2,5-3 км и протягивается от с. Чиркей до с. Буглен параллельно с-в крылу Кадар-Апшинской антиклинали.

Основной объём сейсмических исследований и глубокого бурения были сосредоточены в Нараттюбинской складчато-надвиговой зоне, обрамляющей внешнюю, наиболее погруженную часть Дагестанского клина. Анализ и обобщение геолого-геофизической информации позволил выяснить основные особенности геологического строения и нефтегазоносности верхнемеловых отложений региона, пересмотреть результаты поискового бурения отдельных площадей, дать современную оценку перспектив нефтегазоносности и наметить перспективное направление поисково-оценочных работ [6,7]. В результате этих исследований установлено, что верхнемеловые отложения под моноклинально залегающими отложениями олигоцен-миоцена, погружаясь к ТКП, образуют ступенчатые протяжённые блоки меловых пород, разделённых разрывными нарушениями. Некоторые тектонические блоки осложнены антиклинальными перегибами. Такая морфология погребённых структур характерна для всей Нараттюбинской моноклинали и депрессионных зон Предгорного Дагестана. Палеотектонический анализ и построения позволили

установить, что во время отложения осадков хадумского и миатлинского горизонтов в результате импульсных тектонических движений (растяжение) узкие блоки пород по образовавшимся разрывным нарушениям опускались, образуя грабены шириной 1,5-3 км и глубиной 250-500 м, заполненные осадками в виде оползней с соседних блоков (глыбы палеогеновых отложений). Зоны грабенов в майкопе, видимо, возникли там, где ранее в палеогене и, возможно, в верхнем мелу были уже заложены такие структуры.

В результате предакчагыльских тектонических движений (Восточно-Кавказская фаза складчатости) образовалась крупная передовая моноклинали и некоторые антиклинальные складки в пределах Предгорного Дагестана. В связи с этими преобразованиями палеограбенные прогибы стали тектоническими экранами для верхнемеловых отложений в моноклиналях и создали условия для образования ловушек, способных формировать промышленные запасы нефти и газа. Палеограбенные прогибы хорошо выделяются по материалам сейсморазведки и по данным бурения скважин. На сейсмических временных разрезах зоны палеограбенов характеризуются потерями коррелируемости отражающих горизонтов меловых отложений за счёт сильной нарушенности пород и аномально повышенного поглощения энергии сейсмических волн в этих зонах.

Данные бурения также подтверждают существование палеограбренных прогибов, когда скважина вскрывает относительно увеличенную (несколько раз) мощность миатлинского или других горизонтов майкопской серии. Наиболее крупные и глубокие палеограбенные прогибы характерны для зоны перехода головной, наиболее крутопогруженной части Нараттюбинской моноклинали к пологим предгорьям. Палеограбенный прогиб, прослеживающийся от Манас-озеньского до Шура-озеньского поперечных разломов экранирует крупный блок верхнемеловых пород, в пределах которого расположены такие известные месторождения нефти и газа, как Димитровское, Махачкала-Тарки и поисковые площади Тернаир и другие. Далее к западу прослеживается палеограбен Шамхал-Терменский, экранирующий Кумторкалинский выступ с основными площадями Алмало и Сафарали (Смирнова М.Н.). Южнее этого палеограбена наблюдается Пираузский, который экранирует Шамхал-Булак-Истису-Кумторкалинский блок. К западу, за р. Сулак этот же палеограбен экранирует Шавданский блок до поперечного Дылымского выступа. В пределах Акташ-Аксаиской депрессии проходит Новолакский палеограбен, экранируя блоки Аркабашский и Каратюбинский и прослеживается в Петропавловскую синклинали Чечни.

Южнее, от Хадумского поднятия через Гумбетовскую и Бугленскую структуры наблюдается следующий крупный палеограбен, отделяющий Буйнакскую синклинали и входящие в её пределы поднятия Талги, Заузан-баш, Эдальма от Гимринской моноклинали. Крупный палеограбенный прогиб также наблюдается южнее от Манас-озеньского поперечного разлома через Катын-таусскую синклинали с некоторым смещением по Кака-озеньскому поперечному разлому, далее по Алхаджикентской синклинали и до самого Самурского поперечного разлома. Этот палеограбен экранирует всю предгорную часть Южного Дагестана от меловой моноклинали, где находятся известные нефтегазоносные структуры Ачи-су, Гаша, Селли, а также антиклинали Балхас-Хунук, Экендиль, Аджинаур. Все перечисленные крупные блоки экранированные палеограбенами, в свою очередь разбиты продольными и поперечными разрывами на блоки меньшего порядка. Так, в пределах блока, экранированного Таркитауским палеограбеном, находятся блок-антиклинали Димитровская, Махачкала-Таркинская, разделённые разрывными нарушениями. В свою очередь Димитровская структура поперечным Черкез-озеньским разломом делится на северную и южную части. Севернее Тернаирский поперечный разлом отделяет Махачкала-Таркинский блок от блоков площадей Тернаир и Агачаул, которые постепенно погружаются в сторону Шура-озеньского поперечного разлома.

Таким образом, исходя из вышеприведённого представления о геологическом строении Предгорного Дагестана наиболее перспективными тектонически экранированными могут быть

следующие: в Акташ-Аксайской депрессии – Аркабашский и Каратюбинский блок-антиклинали. На Аркабашской структуре промышленная продукция получена только в одной скважине в её западной части. В то время как в наиболее перспективной части (Восточный Аркабаш) из пробуренных скважин продукция не была получена, хотя в скважине-10 Новолак во время испытания при недостаточной депрессии на пласт (ниже репрессии до 3-х раз) в испытателе пластов был получен глинистый раствор с нефтью и газом. В скважине 4, пробуренной в сводовой части этой структуры, испытания верхнемеловых отложений были проведены некачественно. Положение палеосводов структур можно определить по мощности майкопских отложений, вскрываемых скважинами на каждой площади. В сводовых частях мощность майкопа оказывается меньше на 400-500м, чем в скважинах, вскрывших эти отложения на крыльях палеоподнятий. Недостаточно изучены поисковым бурением, перспективные на получение нефти и газа, погребённые верхнемеловые структуры (ловушки) как Алмалинская, Тернаирская, Агачаульская, Айри-тюбинская и другие.

Полученный геолого-геофизический материал по меловым отложениям в скважинах Бабаюртовской площади Терско-Сулакского прогиба позволяет предположить, что прогнозируемые в них скопления нефти и газа аналогичны Правобережным месторождениям Чечни, где с глубины 5400м получен промышленный приток нефти.

Весьма перспективным направлением поиска нефтяных и газовых месторождений как традиционного, так и нетрадиционного типа ловушек является мезозой кайнозойский комплекс акватория Среднего и Северного Каспия [8].

Исходя из вышеизложенного можно отметить, что в Дагестане, как в Равнинном (пермотриасовый комплекс), так и в Предгорном (верхнемеловом) есть ещё перспективы для открытия крупных месторождений нефти и газа на нетрадиционных блок-структурах и ловушках со смешанным экранированием, а также на шельфе Среднего и Северного Каспия.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310202-6.

Литература

1. Боксерман А.А., Мищенко И.Т. Пути преодоления негативных тенденций развития НГК России // Технологии ТЭК, 2006. №4 (29), с. 30.
2. Источник: Neftegaz. RU
3. Сургучев М.Л., Горбунов А.Т. Методы извлечения остаточной нефти. - М.: Недра, 1991. - 347 с.
4. Меликов М.М., Гаджиева Т.Р. К вопросу увеличения нефтеотдачи пластов разрабатываемых месторождений Дагестана на основе современных методов и технологий добычи углеводородов // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала, 2020, вып. 1 (80). С. 15-26.
5. Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., и др. Обстановки седиментации и геохимия верхнеэоценовых и нижнеолигоценовых отложений Северо-восточного Кавказа // Литология и полезные ископаемые. 2017, № 6. С. 23–46.
6. Сабанаев К.А. Перспективы выявления неантиклинальных залежей нефти и газа в Предгорном Дагестане. В сб. «Нефтегазоносность глубокопогружённых зон Дагестана // Тр. ИГ Даг. ФАН СССР, вы. 27. Махачкала, 1982. С. 54-64.
7. Агамов В.А., Мирзоев Д.А., Шарафутдинов Ф.Г., Шарафутдинов В.Ф. Перспективы поисков нефти и газа в нетрадиционных коллекторах и ловушках майкопских отложений Восточного Предкавказья // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2001, вып. 47. Махачкала. С. 32-38.
8. Сабанаев К.А., Сабанаев А.К. Геологическое строение осадочного чехла Северного и Среднего Каспия // Вестник РУДН, 2007. С. 108-112.

Информация для авторов

Материалы для опубликования в журнале направлять по адресу: 367030, г. Махачкала, ул. М. Ярагского 75. Институт геологии ДФИЦ РАН.

Статьи необходимо направлять в редакцию в двух бумажных экземплярах, подписанных всеми авторами, а также в электронном виде (CD-диск или др. накопитель, либо отправка электронной версии статьи по e-mailна: dangeogis@mail.ru).

К рукописи необходимо приложить разрешение на публикацию от учреждений, в которых выполнены исследования.

Правила оформления рукописи в журнале

Название журнала: "Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Геология и ресурсы Кавказа".

1. В журнале публикуются оригинальные статьи теоретического и методического характера по вопросам геологии, геофизики, географии, геохимии, результаты изучения состава и строения коры и мантии Земли, процессов формирования и закономерностей размещения полезных ископаемых, исследования по разработке и применению новых методов геологических исследований. Для работ регионального характера предпочтение отдается статьям по различным вопросам сравнительной геологии Кавказа и сопредельных регионов.

2. Статьи, соответствующие профилю журнала, принимаются к опубликованию после рецензирования. Автор представляет два внешних отзыва, подготовленных докторами наук из сторонней организации. Отзывы также могут быть подготовлены специалистами, отобранными редакцией Журнала, за дополнительную плату.

3. Авторы представляют статьи на русском или английском языках. Необходимо указать официальное название организации, в которой выполнена работа, в том числе на английском языке, а также места работы авторов их должности и адреса электронной почты.

3. Название статьи должно строго соответствовать ее содержанию. Текст статьи, как правило, разбивается на разделы: а) введение и постановка проблемы, б) методика исследования, в) результаты исследований, г) обсуждение результатов, д) заключение, е) список литературы.

4. Аннотация объемом до 100 слов, ключевые слова (3-7), индекс УДК.

5. Название, данные об авторах, аннотация, ключевые слова и список литературы дублируются на английском языке.

6. Тексты статей будут проверяться на плагиат на специальных сайтах.

7. Рукопись должна быть окончательно проверена, датирована, подписана всеми авторами. Допускается отправка по электронной почте отсканированных листов публикации с подписями авторов.

Технические требования

1. Статьи, в том числе приложения, примечания, список литературы, подписи к рисункам, таблицы, представляются в электронном виде по адресу dangeogis@mail.ru.

2. Формат текста: полуторный интервал, шрифт 14. Сжатие текста не допускается. Значимые слова выделяются жирным шрифтом или курсивом. Поля сверху 2см, снизу 2см, слева 3см, справа 2см. Объем статьи не должен превышать одного авторского листа (40000 знаков с пробелами), включая таблицы и список литературы. Исключение составляют заказные и обзорные статьи. Текст статьи должен быть также представлен в электронном виде. Текст представляется в файле с любым из расширений doc, docx, rtf.

3. В текстах статей можно размещать рисунки, таблицы, графики и схемы. Эти элементы статьи печатаются на отдельных листах. На рисунках должен быть минимум буквенных и цифровых обозначений, при масштабировании рисунков эти надписи будут не видны. Название рисунков и информация по ним должны приводиться в подрисуночных подписях.

При необходимости рекомендуется представлять рисунки в цветном варианте. Печать цветной графики является платной. Если автор не согласен оплачивать цветную печать, представляемая графика должна быть переработана в системе градаций серого таким образом, чтобы обеспечить ясность изображения и избежать необходимости допечатной коррекции. При этом рекомендуется присылать оба варианта рисунка с пометкой, что для печати автор просит использовать черно-белый вариант графики.

Разрешение растровых иллюстраций должно быть не менее 300 dpi.

4. При использовании в тексте сокращенных названий следует давать их расшифровку при первом применении или ограничиваться общепринятыми сокращениями.

5. Список используемой литературы дается в конце статьи в алфавитнохронологическом (по первому автору) порядке: вначале на русском, а затем на английском и других иностранных языках. Авторский коллектив приводится полностью. В списке литературы даются только опубликованные работы. Ссылка в тексте дается в квадратных скобках и номер ссылки.

Список литературы оформляется с абзацем. Для книг: фамилии и инициалы авторов, полное название источника, город, издательство, год издания, число страниц. Статья из сборника: фамилии и инициалы авторов, полные названия как статьи, так и сборника в целом, место и год издания источника и номера страниц статьи. Статья из журнала: фамилии и инициалы авторов, название статьи и журнала, год издания, том, номер, страницы.

6. Упомянутые в статьях единицы измерения должны соответствовать Международной системе единиц СИ.

7. Занумерованные формулы обязательно выделяются красной строкой, номер формулы ставится у правого края. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

Рукописи, оформленные с нарушением правил, возвращаются без рассмотрения.

Адрес редакции:
Россия, 367030, Махачкала, ул. М.Ярагского 75
© Институт геологии ДФИЦ РАН
© Коллектив авторов

ISSN: 2541-9684

Научное издание

*Зарегистрирован в федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций
Российской Федерации (Роскомнадзор).*

ПИ № ФС77-67725 от 10 ноября 2016 года

Ежеквартальный научный журнал
"Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН"
Выпуск № 3 (82) 2020

Издаются по решению ученого совета ИГ ДФИЦ РАН

Сборник набран, сверстан и отредактирован на компьютерной
базе ГИС-центра Института геологии ДФИЦ РАН.

Дизайн – Черкашин В.И.
Верстка – Мамаев А.С., Ибаев Ж.Г., Идрисов И.А.
Набор – Гусейнова А.Ш.

Подписано в печать 20.09.2020 г. Формат 60x84¹/₈.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.
Усл. п. л. 13,75. Уч.- изд. л. 6,92. Тираж 200 экз. Заказ №20-12-09.



Отпечатано в типографии АЛЕФ
367002, РД, г. Махачкала, ул. С.Стальского 50, 3 этаж
Тел.: +7 (8722) 935-690, 599-690, +7 (988) 2000-164
www.alefgraf.ru, e-mail: alefgraf@mail.ru