

Геологические аспекты проблем энергетической и экологической безопасности Каспийского региона

Волож Ю. А., Милетенко Н. В., Гулиев И. С., Гогоненков Г. Н., Дмитриевский А. Н., Петров О. В., Федонкин М. А., Куандыков Б. М.

Аннотация

В статье рассматриваются особенности геологического строения региона, проблемы и перспективы развития его энергетического потенциала и экологической безопасности

Обосновывается необходимость создания комплексных проектов, направленных на изучение глубинного строения Каспийского региона как единого объекта силами пяти его прибрежных государств Азербайджана, Ирана, Казахстана, России и Туркменистана. Предлагаемый к реализации проект «Хазар» нацелен на получение недостающей параметрической геолого-геофизической информации о строении глубоких недр акватории осадочного бассейна уникальной внутриконтинентальной водосборной территории Земли. Проект предусматривает: (а) разработку универсальной поисковой концепции, учитывающей особенности формирования и консервации залежей УВ в жестких термобарических условиях больших глубин и отсутствия регионально выдержанных дренажных систем; (б) определение факторов, влияющих на характер длинно- и среднечастотных эвстатических колебаний уровня Каспийского озера-моря; (в) оценку энергетических (геотермальных и углеводородных) ресурсов глубоких недр Прикаспийской, Предкавказско-Мангышлакской и Южно-Каспийской нефтегазоносных провинций.

Ключевые слова:

Каспийский регион, геологическое строение, геодинамические процессы, уровень моря, экология, углеводороды больших глубин, тепло недр, международные проекты.

Геологические аспекты проблем энергетической и экологической
безопасности Каспийского региона

Ю. А. Волож (ГИН РАН), Г. Н. Гогоненков (ВНИГНИ), И.С. Гулиев (НАНА),
А.Н. Дмитриевский (ИПНГ РАН), Б.М. Куандыков (Компания «Меридиан-Петролиум»),
Н. В. Милетенко, О.В. Петров (ВСЕГЕИ), М.А. Федонкин (ГИН РАН)

Аннотация:

В статье рассматриваются особенности геологического строения региона, проблемы и перспективы развития его энергетического потенциала и экологической безопасности

Авторами обосновывается необходимость создания комплексных проектов, направленных на изучение глубинного строения Каспийского региона как единого объекта силами пяти его прибрежных государств Азербайджана, Ирана, Казахстана, России и Туркменистана. Предлагаемый авторами к реализации проект «Хазар» нацелен на получение недостающей параметрической геолого-геофизической информации о строении глубоких недр акватории осадочного бассейна уникальной внутриконтинентальной водосборной территории Земли. Проект предусматривает: (а) разработку универсальной поисковой концепции, учитывающей особенности формирования и консервации залежей УВ в жестких термобарических условиях больших глубин и отсутствия регионально выдержанных дренажных систем; (б) определение факторов, влияющих на характер длинно- и среднечастотных эвстатических колебаний уровня Каспийского озера-моря; (в) оценку энергетических (геотермальных и углеводородных) ресурсов глубоких недр Прикаспийской, Предкавказско-Мангышлакской и Южно-Каспийской нефтегазоносных провинций.

Ключевые слова: Каспийский регион, геологическое строение, геодинамические процессы, уровень моря, экология, углеводороды больших глубин, тепло недр, энергетическая безопасность, международные проекты.

Под Каспийским регионом обычно понимают область современного осадконакопления, которая включает в себя акваторию Каспийского моря (конечного водоёма стока водосборных бассейнов рек Волга, Урал, Кума, Эмба, Терек, Самур, Кура, Атрек, Сефидруд, Гогран), Прикаспийскую низменность, плато Устюрт, а также низменные

равнины Западной Туркмении и Азербайджана. Однако, учитывая значение этого региона как одного из главных источников углеводородного сырья для Западной и Восточной Европы, его границы следует расширить. Их следует проводить по периметру совокупности южных тектоно-седиментационных провинций (палеозойского и мезокайнозойского возраста) Каспийско-Баренцевоморского пояса нефтегазонакопления, выделяемого на западе внутриконтинентального Центрально-Евразийского полюса нефтегазоносности, в пределах границ плитных структур Центрально-Евразийской молодой платформы [Соколов Б.А., 1983].

В настоящее время территория Каспийского региона находится под юрисдикцией пяти Прикаспийских государств: России, Казахстана, Туркменистана, Азербайджана и Ирана. При этом границы между государствами не согласуются с ограничениями природных геологических объектов с характерным для них особенностями строения консолидированной коры, осадочного чехла, геодинамическим и гидрогеологическим режимом развития, которые определяют нефтегеологическое и ландшафтно-климатическое районирование. Последнее обстоятельство существенно осложняет эффективное использование природных богатств региона и решение насущных экологических проблем.

В геологическом отношении Каспийский регион расположен на стыке четырех крупнейших тектонических структур земной коры. Здесь сочленяются рифейско-палеозойские складчатые структуры Урало-Монгольского и палеозойско-мезозойские структуры Средиземноморского подвижных поясов, а также платформенные структуры древней Восточно-Европейской и молодой Центрально-Евразийской платформы и Терско-Южнокаспийский альпийский краевой прогиб, что нашло отображение в большом разнообразии сейсмогеологических характеристик строения его земной коры (рис.1).

На протяжении длительной истории геологического развития Каспийский регион неоднократно являлся ареной активных геодинамических процессов, обусловленных событиями на границах литосферных плит. Вначале эти события были связаны с палеозойской коллизией Европейской и Казахстанских плит, затем с позднепалеозойско-мезозойской субдукцией вдоль активной континентальной окраины Евразийского континента и, наконец, с кайнозойской коллизией Евразийского континента с осколками Гондванского суперконтинента. Активные геодинамические процессы, вызванные кайнозойской коллизией в пределах Альпийско-Гималайского складчатого пояса, на южной окраине региона (в пределах Терско-Южнокаспийского прогиба и Кавказско-Копетдагской

складчатой системы) продолжают до настоящего времени, определяя повышенную сейсмическую опасность этой части региона.

Значительную часть Каспийского региона занимает акватория уникального озера-моря. Одна из наиболее примечательных особенностей этого моря - значительные колебания его уровня, на порядок превышающие колебания уровня мирового океана. Другой характерной чертой является несогласованность вектора колебаний уровня океана и Каспия, во многих случаях они разнонаправлены. В течение последних 5 млн. лет его уровень изменялся от -700м (Балаханский кризис) до +150-180м (Акчагыльский потоп). По данным инструментальных наблюдений размах колебания уровня за последние 150 лет составил около 10 м (рис.2).

Соответственно с колебаниями уровня моря изменялась и площадь акватории Каспия: в момент «Балаханского кризиса» она была почти вдвое меньше современной, занимая только Южно-Каспийскую котловину и, напротив, в момент «Акчагыльского потопы» - в три раза больше, поднимаясь севернее Самары (Рис.3). Последние резкие колебания, повлекшие за собой ряд экологических проблем, произошли совсем недавно. Начавшееся в конце пятидесятых годов прошлого века катастрофическое падение уровня потребовало сооружения плотины, отделяющей залив Кара-Богаз-Гол от Каспия. Но уже в конце 70-х годов, опровергая все прогнозы, Каспий стал резко подниматься, затопивая казахстанские и российские поселки побережья северного Каспия.

Это повлекло за собой сооружение многокилометровых защитных дамб, ограждающих населенные пункты, а также срочный демонтаж Кара-Богаз-Гольской плотины и внесение корректив в теорию, объясняющую колебания Каспия только климатическими факторами.

Своей южной частью Каспийский регион попадает в границы внутриконтинентального Альпийско-Гималайского сейсмоактивного пояса глубокофокусных очагов землетрясений, что следует учитывать при оценке перспектив и темпов социально-экономического развития всех прикаспийских государств. Положительным фактором являются высокие значения теплового потока на значительной части территории региона, а также аномально высокие температуры подземных вод в водоносных горизонтах осадочного чехла Предкавказско - Мангышлакской НГП и Южно-Каспийской НГП [Глумов И.Ф. и др., 2004; Гнатусь Н.А. и др., 2010; Гулиев И.С. и др., 2003], поскольку они повышают энергетические ресурсы прикаспийских государств. Отрицательным фактором служат риски, связанные с сейсмической активностью, причем

не только Альпийско-Гималайского пояса. Как свидетельствуют результаты расчетов плотности упругой энергии земной коры вдоль трасс профилей глубинного сейсмического зондирования, сейсмически опасными следует рассматривать также районы, прилегающие к активным трансрегиональным разломам юга Скифской плиты: Аксу-Кендерлинского, Донбасс-Зеравшанского, Южно-Эмбинского, которые пересекают акваторию Среднего и Северного Каспия.

Однако наиболее примечательной особенностью Каспийского региона, которая привлекает к нему внимание не только ученых-естествоиспытателей (геологов, географов, гидрологов), но и широкой общественности, является принадлежность его к главному нефтегазоносному поясу Земли. Этот пояс объединяет уникальные и богатейшие НГП: Карско-Западно-Сибирскую, Баренцевоморско-Печорскую, Волго-Уральскую, Прикаспийскую, Предкавказско-Мангышлакскую, Южно-Каспийскую, а также Арало-Каспийскую нефтегазоносную область (НГО).

В пределах собственно Каспийского региона расположены Прикаспийская, Предкавказско-Мангышлакская, Южно-Каспийская НГП, и Арало-Каспийская НГО (табл. 1). По величине ресурсов и характеру распределения месторождений Прикаспийская НГП относится к категории уникальных провинций с концентрированным ареалом распределения месторождений углеводородов. Предкавказско-Мангышлакская и Южно-Каспийская НГП относятся к категории богатых провинций с рассеянным ареалом. Арало-Каспийская НГО (как часть Арало-Афганской НГП) относится к бедным провинциям с рассеянным ареалом. Примыкающие к Каспийскому региону Волго-Уральская НГП относится к богатым провинциям с концентрированным ареалом, а Тургайско-Сырдарьинская - к бедным с концентрированным ареалом [Волож Ю.А. и др., 2009; Леонов Ю.А. и др., 2015].

В пределах этих провинций все месторождения УВ распределены по четырем нефтегазоносным этажам (флюидосистемам): рифейско-палеозойской (докунгурская), палеозойско-мезозойской (верхнепермско-среднеюрская), мезозойско-кайнозойской (позднеюрско-эоценовая) и кайнозойской (миоцен-плиоценовая). Роль трансрегионального флюидоупора для рифейско-палеозойского (докунгурского) этажа нефтегазоносности выполняет кунгурская соленосная толща, для палеозойско-мезозойского (верхнепермско-байоской) - бат-келовейская глинистая толща; для мезозойско-кайнозойского (позднеюрско-эоценовой) - майкопская глинистая толща; для кайнозойского (миоцен-плиоценовой) - акчагыльско-апшеронская песчано-глинистая толща.

Количественные оценки начальных ресурсов Каспийского региона, сделанные различными группами исследователей, варьируются в достаточно широких пределах, различаясь для некоторых провинций почти в два и более раза.

Причины расхождений в оценках ресурсного потенциала связаны в основном с тем, какая часть разреза осадочного чехла рассматривается как потенциально перспективная. Низкие, «пессимистические» оценки ресурсного потенциала, получают при расчете потенциала хорошо изученной части разреза осадочного чехла, которые заверены практикой традиционных направлений поисково-разведочных работ. Как правило, это отложения «плитного» комплекса, залегающие на глубинах до 5,0 - 5,5 км. Согласно этому прогнозу значительными неразведанными потенциальными ресурсами обладают недра только Южно-Каспийской НГП. Он так же показывает, что в Каспийском регионе, как и в других старых районах нефтедобычи, традиционные направления нефтепоисковых работ [Конторович А.Э., 2016], разработанные на материалах региональных исследований прошлого столетия, к настоящему времени практически себя исчерпали и не могут привести к значительным новым открытиям.

Высокие «оптимистические» оценки учитывают ресурсный потенциал всего разреза осадочного чехла, включая глубокие горизонты «плитного» комплекса (залегающие на глубинах свыше 5,5 км), а также отложений «доплитного» и «складчатого» комплексов с невыясненными перспективами, но которые многими исследователями оцениваются как потенциально перспективные. Мощность таких толщ, в центральных наиболее погруженных частях Прикаспийской и Южно-Каспийской НГП достигает 13-15 км, а в Предкавказско-Мангышлакской НГП и Арало-Каспийской НГО 5–10 км.

По «оптимистическим оценкам» недра Прикаспийской, Предкавказско-Мангышлакской и Южно-Каспийской провинций сохраняют значительный неразведанный ресурсный потенциал, почти 2/3 от начальных ресурсов. Он достаточно велик и в количественном отношении составляет порядка 80 млрд. т. н.э.. геологических и 40 млрд т.н.э. извлекаемых, а с учетом данных казахстанских геологов 100 и 50 соответственно), т.е. сопоставим с ресурсным потенциалом восточных и северных регионов России, находящихся на стадии начального освоения. При этом наибольшими ресурсами обладает Прикаспийская провинция, и, что важно отметить, в ней неразведанные ресурсы приурочены к толщам, нефтегазоносность которых уже доказана бурением [Глумов И.Ф. и др., 2004; Гулиев И.С. и др., 2003; Леонов Ю.Г. и др., 2015].

И «пессимисты», и «оптимисты» сходятся во мнении, что наращивание ресурсного потенциала «Каспийского региона» возможно только за счет освоения нижних горизонтов осадочного чехла (интервал глубин 5,5- 8,0 км).

Учитывая большие глубины залегания перспективных толщ, открываемые в них месторождения, чтобы быть экономически рентабельными, должны относиться к категории гигантов и супергигантов (более 300 млн т у.т), т.е. обладать большой емкостью [Волож Ю.А. и др., 2019; Куандыков Б.М. и др., 2015]. Таким требованиям отвечают нетрадиционные ловушки, связанные с геологическими телами седиментационной природы. Это крупные внутрибассейновые карбонатные платформы либо ловушки, связанные с гигантскими подводными конусами выноса, примеры сейсмических отображений которых представлены на рис. 4.

Поиски такого типа ловушек и поиски нетрадиционных ловушек, преимущественно неструктурного типа, могут дать ожидаемый результат только в случае изучения осадочных бассейнов и крупных геологических структур как целостных объектов, без оглядки на межгосударственные границы.

В современном индустриальном мире прикаспийские государства, благодаря своей геологической позиции (принадлежность к главному Центрально-Евразийскому поясу нефтегазоносности), играют роль кладовой углеводородных ресурсов для энергетического комплекса южных и юго-восточных государств Евразийского континента. В мире с глобальной экономикой и зеленой энергетикой, место прикаспийских государств, с учётом их географического положения (связующее пространство между густозаселенными регионами Евразии), а также ландшафтно-климатической и сейсмологической обстановке (принадлежности к Альпийско-Гималайскому поясу глубокофокусных очагов, и к самому крупному внутриконтинентальному водосборному бассейну Евразийского континента) - это транспортный логистический коридор и кладовая природных ресурсов для энергетической, нефтехимической и пищевой промышленности.

Таким образом, у государств, под юрисдикцией которых находится территория Каспийского региона, четко просматриваются проблемы, связанные с необходимостью геолого-геофизического изучения недр, повышения эффективности поисков, добычи и переработки нефти и газа, выявления объектов, перспективных для утилизации тепла Земли. Важнейшее значение для региона имеет прогнозирование природных катаклизмов, представляющих угрозу для инфраструктуры нефтегазового комплекса Прикаспийских

государств. К числу таких угроз относятся колебания уровня Каспийского моря и катастрофические землетрясения на юге региона.

Решение этих проблем возможно на основе проведения масштабных геолого-геофизических исследований, выработки новых направлений поисково-разведочных работ, способных обеспечить расширенное воспроизводство запасов, сохранить уровни добычи углеводородного сырья на далекую перспективу, а также локализовать участки с повышенными значениями градиентов увеличения температуры недр с глубиной.

Ученые Российской Академии наук многие годы работают над этими проблемами в рамках двух комплексных программ:

А) 2003-2004гг. Государственная научно-техническая программа «Глобальные изменения природной среды и климата». (Руководители Н.Л.Добрецов, Ю.Г. Леонов).

Проект - «Выявление роли геологических факторов и прогнозная оценка колебаний уровня Каспия как интегрального эффекта совокупности природных процессов разной периодичности». (Головная организация – ГИН РАН, руководители Ю.Г. Леонов, Ю.А. Волож)

Б) 2015-2016г.г. Программы фундаментальных исследований президиума (отделения) РАН - «Нефть из глубоких горизонтов осадочных бассейнов – источник пополнения ресурсной базы углеводородного сырья: теоретические и прикладные аспекты» (руководители Климов, Леонов Ю.Г.)

Проект -«Типовые модели строения потенциально нефтегазоносных комплексов осадочных бассейнов на глубинах 6-11 км. (Головная организация – ГИН РАН, рук.Ю.А. Волож),

Проект -«Фундаментальные проблемы оценки перспектив нефтегазоносности и ресурсного потенциала осадочных бассейнов, прогноза уникальных и крупных месторождений углеводородов, в том числе на шельфе окраинных и внутренних морей России и на больших глубинах.

(Головная организация – ИПНГ РАН, координатор академик А.Н. Дмитриевский)

Проект -«Моделирование строения глубоких горизонтов в старых нефтегазодобывающих провинциях (российская часть Прикаспийской провинции и Волго-Уральской провинции)» (Головная организация – ГИН РАН, рук. Ю.А. Волож).

В течение последнего десятилетия исследования по этим проблемам ведутся во взаимодействии с коллективами специалистов высших учебных заведений, Минприроды России и Роснедр с участием представителей других прикаспийских государств в соответствии с планами сотрудничества стран СНГ в рамках деятельности Межправительственного совета по разведке, использованию и охране недр.

По итогам работ по первой программе была доказана ведущая роль в длинно- и среднечастотных колебаниях уровня Каспийского моря геологических (тектонических, геодинамических, седиментационных и флюидодинамических) процессов. Выявилась необходимость для построения кривой эвстатических колебаний уровня Каспийского озера-моря проведения целенаправленных геолого-геофизических работ, включающих крупно- и среднемасштабное геологическое картирование. Также необходимо создание специальной сети региональных сейсмических профилей высокого разрешения по всей территории Каспийского региона с площадными исследованиями на отдельных полигонах (на подводных конусах выноса крупных рек Волги, Урала, палео-Кумы-Терека, Самура-Сулака, Куры, палео-Амударьи).

Главным результатом работ по второй проблеме явилось осознание роли флюидодинамического, структурного и литологического факторов в процессе формирования месторождений углеводородов. Стало понятно, что в верхних горизонтах осадочного чехла нефтегазоносных бассейнов (в области с гидростатическим режимом) определяющую роль в формировании месторождений играют структурный и литологический факторы. Здесь распространены в основном ловушки с экранами структурного, тектонического, литологического типов и стратиграфического среза, а ловушки с гидродинамическими экранами редки. В нижних горизонтах осадочного чехла (в области с гидродинамическим режимом), напротив преобладают ловушки с гидродинамическими экранами, а их распределение контролируется распределением аномально высоких давлений внутри флюидосистемы. Были предложены и методы численного моделирования эволюции аномальных давлений в закрытых флюидосистемах осадочных бассейнов, основанные на анализе четырехмерных моделей последних [Абукова Л.А. и др., 2019; Керимов В.Ю. и др., 2017; Конторович А.Э. и др., 2019; Соколов Б.А., 1983]. Тем самым было показано, что обязательным и необходимым условием выработки для новых научно обоснованных направлений нефтепоисковых работ является наличие четырехмерных моделей нефтегазоносных осадочных бассейнов требуемых кондиций (масштаба 1: 500000). Анализ геолого-геофизической изученности осадочных бассейнов территории бывшего СССР показал, что накопленные данные для составления таких

моделей в подавляющем большинстве (в том числе для бассейнов Каспийского региона) отсутствуют.

Как первый шаг на пути интеграции усилий стран Каспийского региона для решения общих задач может служить создание условий для обмена геологической и экологической информацией в приграничных территориях соседствующих стран. Геологическая и экологическая информация, полученная в приграничной территории соседнего государства, будет способствовать лучшему пониманию региональной обстановки бассейна, обеспечит более правильную постановку задач дальнейших исследований и приведет в конечном итоге к экономии государственных средств при подготовке новых запасов энергетического сырья и оздоровлению региональной экологической обстановки. Такой обмен должен осуществляться в строгом соответствии с национальными правилами и законодательством, определяющим использование геологической информации. У каждой страны могут быть свои особенности этого законодательства, поэтому и правила обмена геологическими данными могут быть различными при контакте геологических служб разных стран. Нет сомнения в том, что обмен в любой форме - от самой полной, предусматривающей взаимное предоставление новой первичной геолого-геофизической информации, до краткого сводного отчета о видах проведенных работ и геологических следствиях, имеющих региональный характер, будет представлять взаимный интерес.

Необходимо отметить, что научный обмен информацией между странами Каспийского региона никогда не прерывался и продолжается в настоящее время. Проводятся совместные научные конференции, идёт взаимный обмен публикациями в периодических изданиях соседних стран. Однако публикации обычно на 2-3 года опаздывают от получения первичных данных и новизна их ослабевает. Необходим механизм оперативного обсуждения и совместного анализа геологических материалов в приграничных территориях.

Возможным решением проблемы приграничного обмена геологической информацией явилась бы создание совместных рабочих групп из представителей организаций, выполняющих работы в приграничных территориях и регулярные встречи этих групп с взаимным обменом вновь полученных геолого-геофизических данных и обсуждением планов дальнейших региональных и поисковых работ.

Международный проект «Хазар»

Более решительным действием, направленным на ликвидацию дефицита информации, необходимой для решения проблем Каспийского региона, является

выполнение международного (эколого-энергетического) проекта, названного "Хазар" (рис.5).

В текущем году (2021г) по решению правительства Казахстана, в пределах казахстанского сектора Прикаспийской нефтегазоносной провинции, начинаются исследования по выполнению первого этапа работ предусмотренного программой работ международного проекта «Евразия». Реализация этой программы позволит осветить особенности строения и нефтегазоносности глубоких горизонтов осадочного чехла, сложенных рифей-палеозойскими отложениями [Куандыков Б.М. и др., 2015]. Однако установленные здесь закономерности могут быть иными, чем у глубоких горизонтов мезозойских и кайнозойских седиментационных бассейнов. Для более полного учета влияния фактора времени и особенностей формирования месторождений в глубоких горизонтах нефтегазоносных провинций и нефтегазоносных седиментационных бассейнов Каспийского региона, необходимо получение информации о строении и нефтегазоносности осадочного чехла Южно-Каспийского нефтегазоносного бассейна и Предкавказско-Мангышлакской НГП, где разрез сложен мезозойско-кайнозойскими отложениями.

Поэтому представляется целесообразным и своевременным инициировать организацию консорциума с условным названием «Хазар» под эгидой прикаспийских государств России, Азербайджана, Ирана, Казахстана и Туркмении по схеме аналогичной создаваемому по инициативе Казахстана консорциуме по проекту Евразия.

В рамках реализации проекта «Хазар» предусматривается:

- получить недостающую геолого-геофизическую информацию о строении осадочного чехла и консолидированной коры, необходимую и достаточную для обоснования стратегии социально-экономического развития государств Каспийского региона на период до 2050 года, с учетом угроз экологических катастроф, а также изменений в функционировании хозяйственно-промышленного комплекса, обусловленных завершением эпохи «углеводородной энергетики»;
- дать оценку потенциальных энергетических (включая тепло Земли) ресурсов региона;
- дать научное обоснование новым методам выделения и изучения нетрадиционных типов природных резервуаров в глубоко залегающих осадочных комплексах (на глубинах 6-15км), а также в метаморфических и магматических комплексах;

- определить эффективные направления нефтегазопоисковых работ, способные обеспечить расширенное воспроизводство запасов и возможности развития нефтегазового комплекса, а также сохранить уровни добычи углеводородного сырья на длительную перспективу;
- дать оценку сценариям прогнозирования природных катаклизмов (колебания уровня Каспия, сейсмические явления), представляющих угрозу для инфраструктуры нефтегазового комплекса и других секторов жизнеобеспечения прикаспийских государств; определить систему оптимальных мер защиты.

Основу проекта составляет региональное геолого-геофизическое изучение глубинного строения Прикаспийской, Предкавказско-Мангышлакской и Южно-Каспийской нефтегазоносных провинций, в ходе которого в течение 3-4 лет предполагается выполнить:

- повторную обработку региональных сейсмических профилей МОГТ прошлых лет по сложным графам с использованием современных программных комплексов (с построением глубинных динамических разрезов), а также отработать дополнительные региональные сейсмические профили высокоплотными многократными системами наблюдений МОГТ с регистрацией отраженных и преломленных волн на больших удалениях с изучением разреза на всю мощность земной коры;
- бурение как минимум трёх сверхглубоких параметрических скважин.

С целью решения экологических проблем предполагается выполнить комплексные исследования на шести экологических полигонах (дельты рек Волги, Урала, палео-Эмбы, Терека, Самура, Сулака Куры и палео-Амударьи, Атрека, Сефедруда, Гограна), и четырех ресурсных (в Прикаспийской, Мангышлакско-Предкавказской, Южно-Каспийской НГП и Арало-Каспийской НГО).

Проект позволит получить следующие основные результаты:

а) в области тектоники.

Планируется получить ответ на следующие дискуссионные вопросы, от которых непосредственно зависит перспективность того или иного района либо структурно-тектонического комплекса:

- возраст и состав консолидированной коры (фундамента) юго-восточной окраины Прикаспийской впадины, Скифской и Туранской плит;
- границы раннепермского солеродного бассейна Прикаспия, а также его соотношение с предшествующими девонско-каменноугольными и последующими мезозойско-кайнозойскими бассейнами;
- тектоническая природа строения и эволюция раннепалеозойского Тугаракчанского прогиба, Донбасс-Туаркырской складчатой системы и Южно-Эмбинского палеозойского

поднятия в разных их частях (с упором на территорию Астраханско-Тенгизской и Каракульско-Бузачинской НГО);

- тектоническая природа, эволюция и строение юрско-палеогенового этажа Южно-Каспийской впадины;

- постколизийные трансрегиональные сдвиги и их роль в формировании структуры «доплитного комплекса»;

- особенности регионального строения верхнепермско-триасового и плиоцен-четвертичного структурных этажей надсолевого комплекса Прикаспийской впадины;

- строение палеозойских отложений «складчатого комплекса» осадочного чехла Скифской и Туранской плит.

б) в области стратиграфии и седиментологии

Будут разработаны:

- схема сейсмогеологического районирования Каспийского региона масштаба 1:500000;

- унифицированные региональные схемы сеймостратиграфического расчленения разреза (до уровня сейсмокомплексов) для каждой сейсмогеологической провинции и рабочая межрегиональная схема Каспийского региона в целом;

- схема сеймоформаций и палеогеографии масштаба 1:1000000 для выделенных сеймостратиграфических подразделений в ранге сейсмокомплекса;

- четырехмерная (пространственно-временная) модель Каспийского региона масштаба 1:1000000;

в) в области нефтяной геологии.

Предполагается достичь следующих результатов:

- разработать новые подходы к оценке ресурсного потенциала глубоких горизонтов осадочного чехла с учетом установленных особенностей формирования залежей в условиях аномально высоких пластовых давлений и прогнозированию ловушек высокой ёмкости, с которыми могут быть связаны крупнейшие, гигантские и супергигантские месторождения углеводородов в интервале глубин 5,5-8.0км.

- дать оценку ресурсного потенциала палеозойских отложений «складчатого комплекса» осадочного чехла и фундамента Скифской и Туранской плит с нетрадиционными типами ловушек, и, в случае положительной оценки, спрогнозировать зоны возможного распространения последних;

- дать оценку ресурсного потенциала верхнепермско-триасового комплекса Прикаспийской впадины и верхнеюрско-палеогенового Южно-Каспийской впадины;

- выполнить анализ и дать заключение о перспективном развитии поисковых работ на углеводороды в кристаллических и магматических комплексах кристаллического и складчатого фундамента;

- провести нефтегеологическое районирование территории региона с учетом перспектив всех нефтегазоносных этажей;

- обосновать предложения по первоочередным объектам лицензирования территории суши и акватории Каспийского региона.

г) в области геотермальной энергетики:

Будет выполнена:

- оценка низко-, средне- и высокотемпературных геотермальных ресурсов недр Каспийского региона и определены перспективы развития геотермальной (петро- и гидротермальной) энергетики на территории прикаспийских государств;

- определена возможность создания объектов геотермальной энергетики, с учетом способов оптимизации характеристик (геологических, гидрогеологических, геофизических, теплофизических и теплотехнических) геотермальных природно-техногенных систем, минимизации геоэкологических рисков, обусловленных состоянием технологий бурения и теплоотбора, а также составлены карты технической возможности прямого использования геотермальных ресурсов в различных целях.

г) в области экологии:

Будут разработаны:

- количественная кривая низко- и среднечастотных колебаний уровня Каспийского моря в плиоцене – голоцене, обусловленных геологическими факторами;

- трехмерная геомеханическая модель пространственного распределения горного и пластового давлений, тектонических напряжений, разрывных нарушений и дилатансионной трещиноватости земной коры Каспийского региона, обусловленных локальными и региональными тектоническими процессами.

Реализация предложенного проекта «Хазар» и действующего проекта «Евразия» приведет к созданию информационной базы (единая геолого-картографическую основа региона в виде «ГИС-Атлас карт геологического содержания Каспийского региона м-ба 1:1000000), равно необходимой для органов государственной власти (для принятия стратегических, геополитических решений), научных организаций (для решения

фундаментальных проблем геологии нефти и газа и экологии) и коммерческих структур (для разработки долгосрочных программ экономического развития и выработки инвестиционной политики). С учётом указанных обстоятельств целесообразно реализовать проект на основе государственно-частного партнерства. Коммерческие организации могут взять на себя основную часть финансовых затрат, а органы власти - решение организационных проблем и предложить набор кредитных и налоговых преференций для повышения экономической и инвестиционной привлекательности проекта.

Для реализации проекта потребуется:

- заключение прикаспийскими государствами специального соглашения о проведении совместных комплексных геолого-геофизических исследований в Каспийском регионе, в котором будет регламентирован порядок их проведения и финансирования, а также использования результатов этих исследований;
- создание международной комиссии, координирующей выполнение проекта, наделенной правом использования первичных архивных материалов и выдачи разрешений на проведение полевых работ.

В заключение необходимо отметить следующее.

1. В современном индустриальном мире с глобальной экономикой прикаспийские государства являются своеобразной кладовой углеводородных ресурсов для энергетического комплекса западных и юго-восточных государств Евразийского континента и транспортным логистическим коридором между ними. В наступающем постиндустриальном мире с «зеленой энергетикой» значение прикаспийских государств, как источника энергетических (в основном гидро-и паротепловых) ресурсов, но уже мировой экономики, и транспортного логистического коридора будет сохраняться и углубляться. Одновременно они продолжают играть роль одного из главных центров добычи углеводородного сырья для нефтехимической и пищевой промышленности

2. Глубокая научная проработка новой информации по геологическому строению региона позволит дать более надежную оценку потенциальных ресурсов региона, выделить перспективные площади, где возможны открытия крупнейших, гигантских и супергигантских месторождений, а также поможет решению экологических проблем, связанных с длиннопериодными колебаниями уровня Каспийского моря и сейсмической опасностью.

3. Учитывая отсутствие практики объединения усилий Прикаспийских государств по реализации крупных и достаточно затратных совместных геолого-экологических проектов, на первом этапе организации совместных работ целесообразно выполнить глубинное сейсмическое профилирование МОГТ с большими удалениями по трассе одного из указанных на рис 5 профилей с условным названием «Содружество», пересекающего с севера на юг всю акваторию Каспийского моря вдоль демаркационной линии разграничения секторальных зон его прибрежных государств .

Литература:

1. Абукова Л.А. Волож Ю.А., Дмитриевский А.Н., Антипов М.П.. Геофлюидодинамическая коцепция поисков скоплений углеводородов в земной коре// Геотектоника. № 3 2019. С.3-23.

2 Акчулаков У. Новая ресурсная база углеводородов Республики Казахстан и пути возможной их реализации. // В кн. «Нефтегазоносные бассейны Казахстана и перспективы их освоения». Под редакцией: Куандыков Б.М. и др. - Алматы, ОО "КОНГ", 2015, С 21-29

3. Волож Ю.А., Гогоненков Г.Н., Делия С.В., Корчагин О.А., Комаров А.Ю., Рыбальченко В.В., Сибилев М.А., Стенин В.П., Пыхалов В.В., Титаренко И.А., Токман А.К. Углеводородный потенциал глубоких горизонтов астраханской зоны нефтегазонакопления: проблемы и решения // Геотектоника. № 3 2019. С. 3-23.

4. Волож Ю.А., Дмитриевский А.Н, Леонов Ю.Г., Милетенко Н.В., Ровнин Л.И. О стратегии очередного этапа нефтепоисковых работ в Прикаспийской нефтегазоносной провинции // Геология и геофизика. 2009. т.50. №4. С. 341-362.

5.Глумов И.Ф., Новиков А.А., Сенин Б.В. Углеводородный потенциал Каспийского региона // Геология регионов Каспийского и Аральского морей Алматы. 2004. С. 218-223.

6. Гнатусь Н.А., Хуторской М.Д. Тепло «сухих» горных пород – неисчерпаемый возобновляемый источник энергии // Литология и полезные ископаемые, 2010, № 6, с. 1–9

7. Гулиев И.С., Левин Л.Э., Федоров Д.Л. Углеводородный потенциал Каспийского региона (системный анализ). // Баку, “Nafta-Press”, 2003, 127 ст.

8. Керимов В.Ю., А.В. Осипов, Нефтегазоносность больших глубин и перспективные направления геологоразведочных работ на нефть и газ в

глубокопогруженных горизонтах на территории РФ. // Источник Neftegaz.RU, 31 января 2017,

9. Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Лившиц В.Р., Рыжкова С.В. - Главные направления развития нефтяного комплекса России в первой половине XXI века. // Вестник Российской Академии наук, 2019, том 89, № 11, с. 1095—1104.

10. Конторович А.Э. Глобальные проблемы нефти и газа и новая парадигма развития нефтегазового комплекса России // Наука из первых рук. 2016 №1. С. 6-17.

11. Куандыков Б.М., Волож Ю.А. Изучение глубокозалегающих горизонтов Прикаспийской впадины. // Нефтегазоносные бассейны Казахстана и перспективы их развития. Алматы, 2015, с. 53-59

12. Леонов Ю.Г., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Патица И.С., Лоджевская М.И. Нефть глубоких горизонтов осадочных бассейнов России и сопредельных стран // Мониторинг. Наука и технологии, 2015, т. 4, № 25, с. 6–15.

13. Соколов Б.А. Эволюционно-генетический подход к созданию классификации нефтегазоносных осадочных бассейнов // Осадочные бассейны и их нефтегазоносность. М.: "Наука". 1983. С. 5-11.

14. Хаин В.Е., Полякова И.Д. Крупные и гигантские углеводородные скопления в переходной зоне континент-океан./ Геотектоника, № 3 2008. С.1-15.

Рис.1. Сейсмогеологическое районирование Каспийского региона с указанием границ прикаспийских государств и современного контура Каспийского моря.

Рис.2. Кривые колебания уровня Каспийского моря в плиоцен-голоценовое время. Зеленая кривая – относительные изменения уровня Каспийского моря по сейсмостратиграфическим данным, синяя кривая – эвстатическая колебания (по Nag et al.,1987).

Рис.3. Изменение площади Каспийского моря — современная (синий цвет), около 2 млн лет назад в момент максимально высокого уровня (розовый), около 6 млн лет назад в момент низкого уровня (фиолетовый), 5 млн лет назад в момент максимально низкого уровня – Балаханское озеро (оранжевый).

Рис. 4. Сейсмические образы гигантских ловушек (желтый цвет) в глубоких горизонтах подсолевого комплекса Прикаспийской нефтегазоносной провинции: а) нижнедевонский карбонатный массив в пределах Астраханского массива; б) подводный конус выноса в нижнепермских отложениях Прикаспийской впадины.

Рис. 5. Проектируемые региональные профили МОГТ и сверхглубокие скважины, предусмотренные проектами «Евразия» и «Хазар» в Каспийском регионе. 1 – проектируемые профили первого уровня (жирной красной линией выделен профиль «Содружество») 2 – проектируемые профили второго уровня; 3 – проектируемые профили Республики Казахстан в рамках проекта «Евразия»; 4 – проектируемые параметрические скважины.

Табл. 1. Распределение ресурсов Каспийского региона по отдельным нефтегазоносным провинциям.

| Нефтегазоносные провинции | тыс.км ² Площадь, | геологические ресурсы, млрд т н.э. | Начальные суммарные, млрд тн.э.. | | | | Неразведанные геологические ресурсы, млрд т н.э.. | Количество открытых месторождений | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------|---|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|---|----|
| | | | Разведываемые извлекаемые ресурсы, млрд т н.э. | | | | | Количество гигантских и крупных месторождений (открытых (а) и прогнозируемых(б)) соответственно с запасами и ресурсами, млрд т усл.т. | | | | | | | | |
| | | | Больше 10 (уникальные) | 3 – 10 (супер гигантские) | | | | 1 – 3 (гигантские) | | 0,3 – 1 (крупные) | | | | | | |
| а | б | а | б | а | б | а | б | | | | | | | | | |
| Прикаспийская | 500 | 50-70*) | 35 | 14 | | | 22-42 | 130 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 15 |
| Южно-Каспийская | 250 | 20-33 | 10-16 | 4,5 | | | 11-24 | 100 | – | – | – | 1 | 2 | 1 | 2 | 5 |
| Предкавказско-Мангышл | 300 | 10-20 | 5-10 | 3 | | | 4-14 | 200 | – | – | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 4 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-------|------|--|--|---------|----|---|---|--|--|--|--|---|-----|
| агская | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Арало-Каспийская область | 200 | 1-4 | 0,5-2 | 0,22 | | | 0,5-3,5 | 15 | - | - | | | | | 0 | 1-? |

*) С учётом последних данных казахстанских геологов [Акчулаков У., 2015] общие начальные суммарные геологические ресурсы Прикаспийской НГП могут составить 70-90 млрд т н.э.

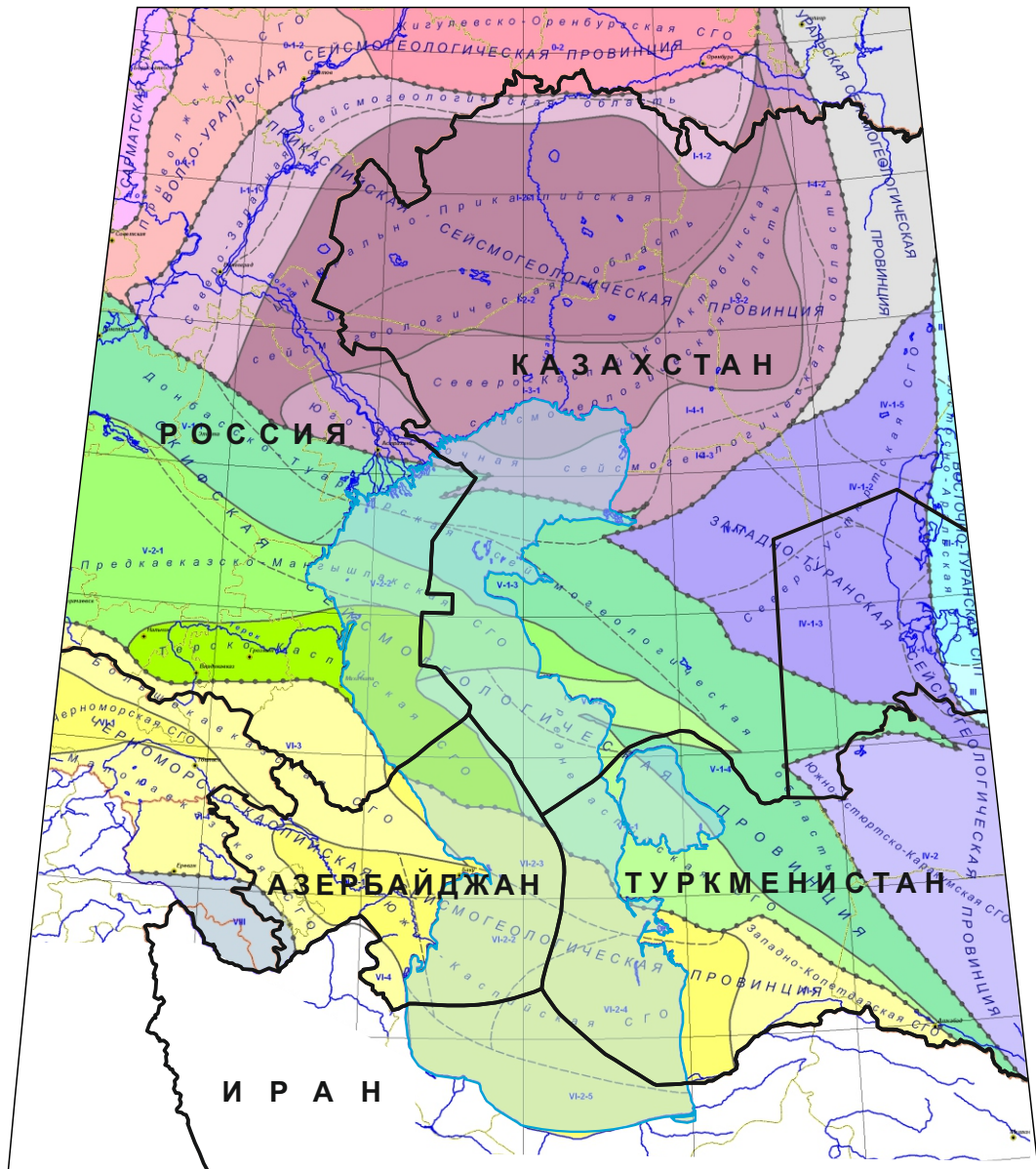


Рис.1. Сейсмогеологическое районирование Каспийского региона с указанием границ прикаспийских государств и современного контура Каспийского моря.

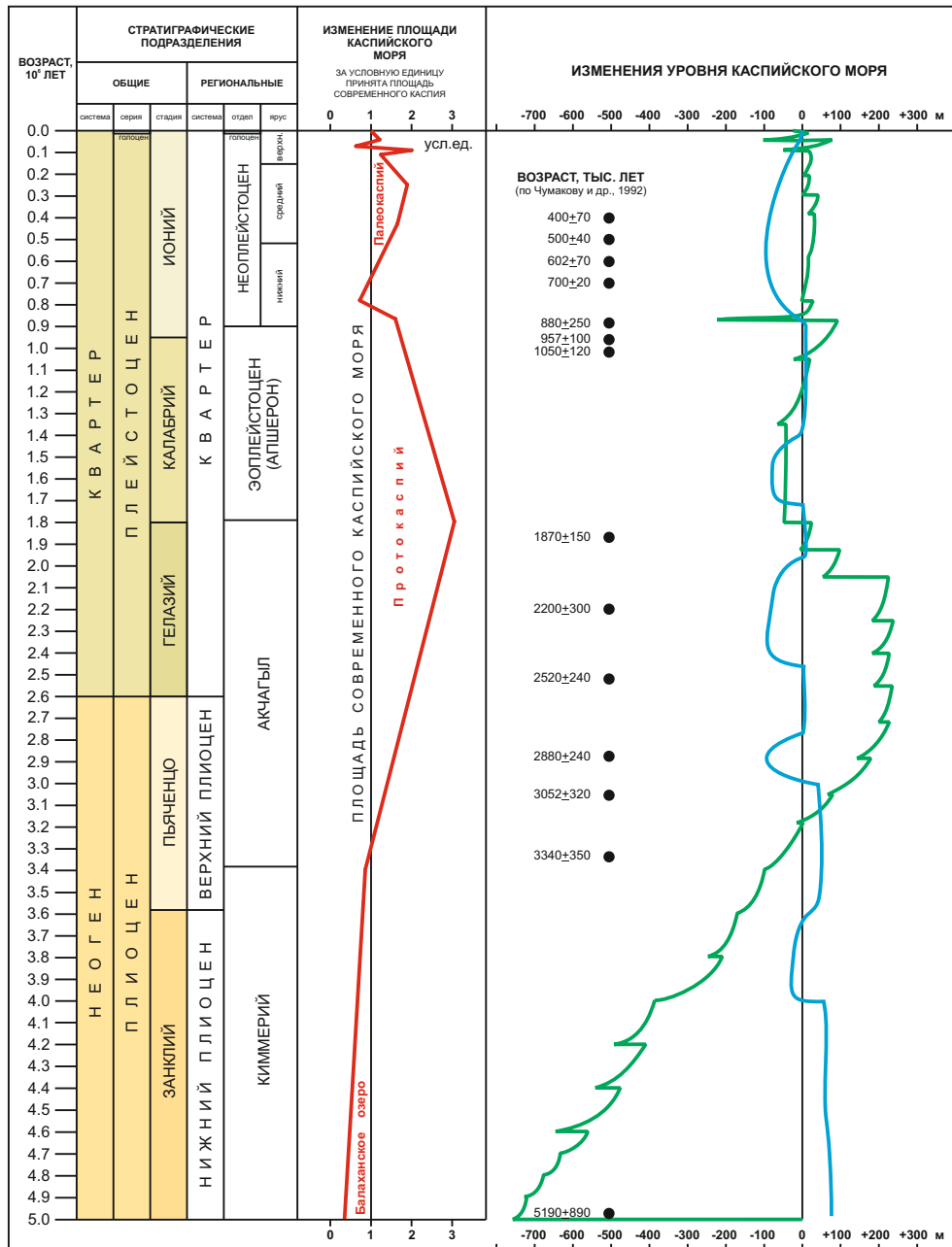


Рис.2. Кривые колебания уровня Каспийского моря в плиоцен-голоценовое время. Зеленая кривая – относительные изменения уровня Каспийского моря по сейсмостратиграфическим данным, синяя кривая – эвстатическая колебания (по Nag et al., 1987).



Рис.3. Изменение площади Каспийского моря — современная (синий цвет), около 2 млн лет назад в момент максимально высокого уровня (розовый), около 6 млн лет назад в момент низкого уровня (фиолетовый), 5 млн лет назад в момент максимально низкого уровня – Балаханское озеро (оранжевый).

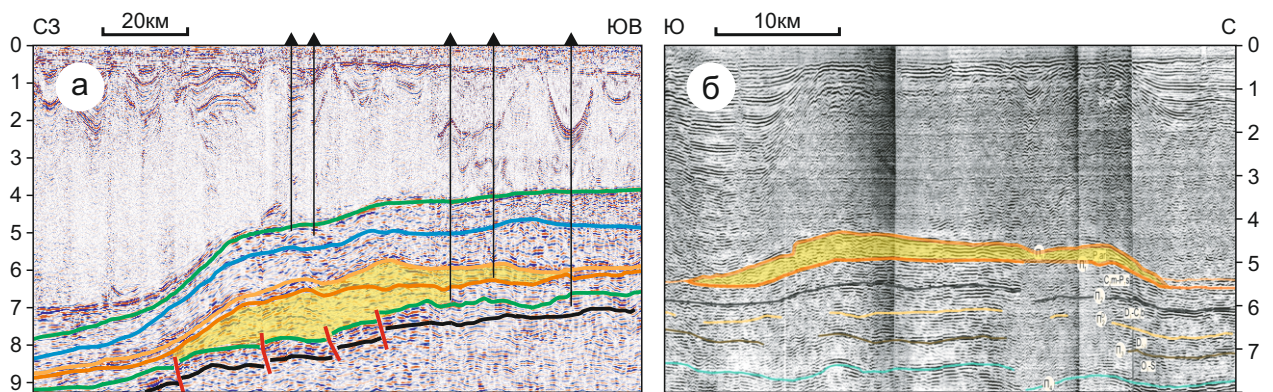


Рис. 4. Сейсмические образы гигантских ловушек (желтый цвет) в глубоких горизонтах подсолевого комплекса Прикаспийской нефтегазоносной провинции: а) нижнедевонский карбонатный массив в пределах Астраханского массива; б) подводный конус выноса в нижнепермских отложениях Прикаспийской впадины.

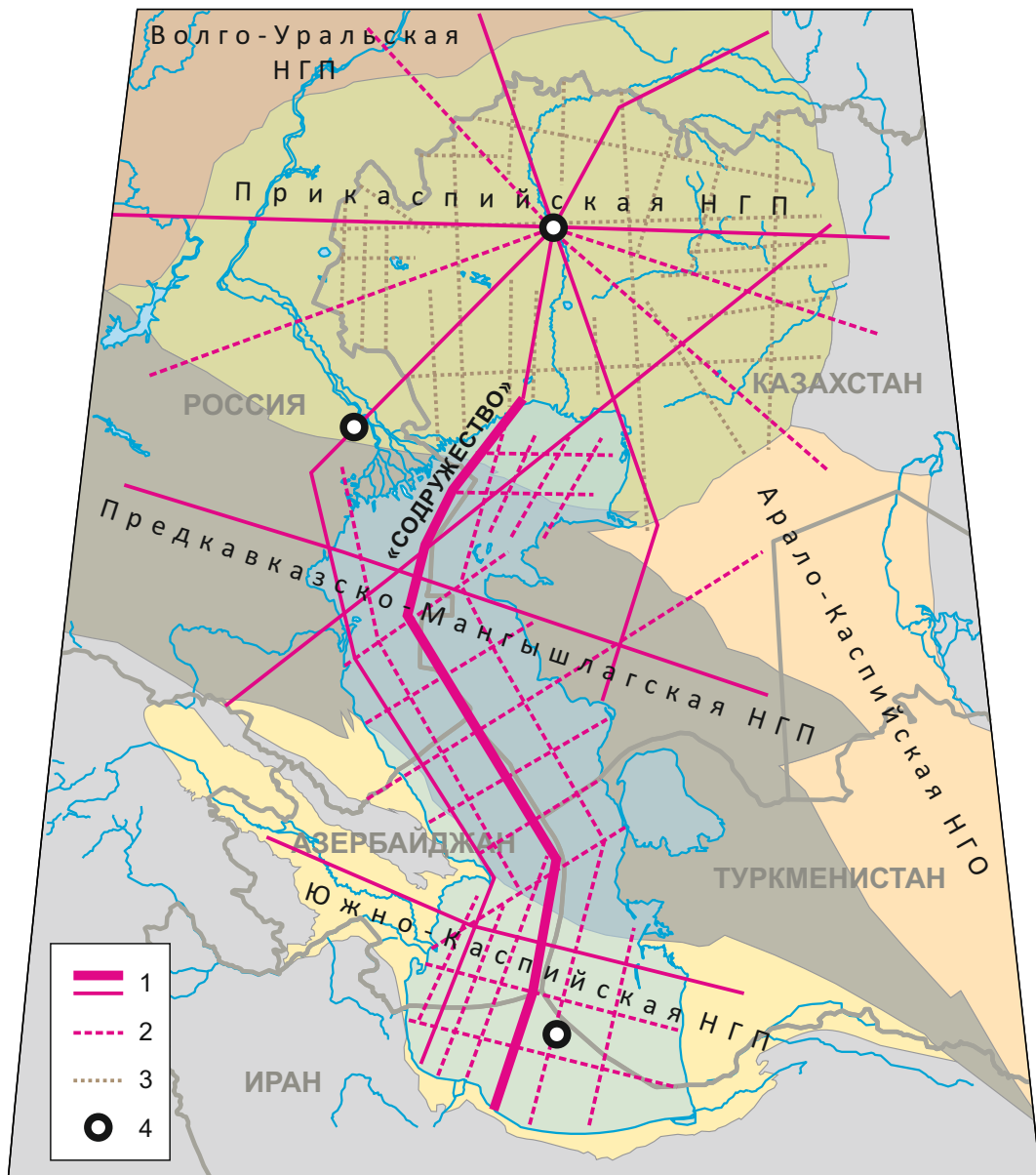


Рис. 5. Проектируемые региональные профили МОГТ и сверхглубокие скважины, предусмотренные проектами «Евразия» и «Хазар» в Каспийском регионе. 1 – проектируемые профили первого уровня (жирной красной линией выделен профиль «Содружество») 2 – проектируемые профили второго уровня; 3 – проектируемые профили Республики Казахстан в рамках проекта «Евразия»; 4 – проектируемые параметрические скважины.