

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ РЕГИОНАЛЬНОГО ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

Ю.А. Волож, А.Н. Дмитриевский, М.Г. Леонов, Ю.Г. Леонов, Н.В. Милетенко
ГИН РАН, ИПНГ РАН, МПР РФ, e-mail: yvolozh@yandex.ru

1. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОЕКТА

Под **Каспийским регионом** обычно понимают область современного осадконакопления внутри Каспийского водосборного бассейна, который включает в себя акваторию Каспийского моря, 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 необходимо расширить. Их следует проводить по периметру нефтегазоносных седиментационных бассейнов палеозойского и мезокайнозойского возраста, которые расположены внутри крупного ареала прогибания фундамента в центральном секторе северного Перитетиса (на окраине Восточно-Европейского палеозойского континента, обращенной к океану палео-Тетис).

В настоящее время территория Каспийского региона находится под юрисдикцией пяти Прикаспийских государств: России, Казахстана, Туркмении, Азербайджана и Ирана. При этом границы между государствами не согласуются с естественными ограничениями ландшафтно-природных геологических объектов (структур земной коры, геодинамических и морфоструктур, флюидосистем и др.), которые определяют нефтегеологическое и ландшафтно-климатическое районирование (рис. 1). Последнее обстоятельство существенно осложняет эффективное использование природных богатств региона и решение насущных экологических проблем.

В геологическом отношении Каспийский регион весьма неоднороден. Он 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 (Прикаспийская эпикаледонская плита) и молодой Центрально-Евразийской платформ (Западно-Туранская эпигерцинская плита, Скифская эпикимерийская плита и Терско-Южнокаспийский альпийский краевой прогиб).

Копетдагской скадчатой 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 – существенные колебания его уровня. Они на порядок превышают колебания уровня Мирового океана. Примечательно и то, что векторы колебаний уровней Мирового океана и Каспийского озера-моря несогласованны и во многих случаях разнонаправлены. В течение последних 5 млн лет уровень Каспийского озера-моря изменялся от –700 м (Балаханский кризис) до +150 м (Акчагыльский потоп). По данным инструментальных наблюдений, за последние 150 лет размах колебаний составил 10 м (рис. 2).

Последние резкие колебания произошли на нашей памяти. Все помнят историю сооружения плотины на Карабогазе, которая должна была остановить катастрофическое падение уровня моря, начавшееся в конце 50-х годов прошлого века. Но в конце 70-х годов, опровергая все существующие прогнозы, Каспий стал резко подниматься, затапливая прибрежные поселки на казахстанском и российском побережье Северного Каспия; пришлось плотину на Карабогазе ломать и отказываться от популярной теории, объясняющей колебания Каспия только климатическими факторами.

Соответственно с колебаниями уровня моря изменялась и площадь акватории Каспия: в момент «Балаханского кризиса» она была почти вдвое меньше современной и, напротив, в три раза больше – в момент «Акчагыльского потопы» (рис. 3). Однако наиболее примечательной особенностью Каспийского региона, которая привлекает к нему внимание не только ученых-естествоиспытателей (геологов, географов, гидрогеологов), но и широкой общественности, является принадлежность его к главному нефтегазоносному поясу Земли. Этот пояс объединяет три уникальные нефтегазоносные провинции (НГП): Персидского залива, Карско-Западносибирскую и Прикаспийскую провинции, а также четыре богатейшие НГП: Баренцевоморско-Печорскую, Волго-Уральскую, Предкавказско-Мангышлакскую, Терско-Южнокаспийскую (рис. 4).

В пределах собственно Каспийского региона расположены четыре из перечисленных провинций: Прикаспийская, Предкавказско-Мангышлакская, Терско-Южнокаспийская и Арало-Каспийская. По величине ресурсов и характеру распределения месторождений **Прикаспийская НГП** относится к категории *уникальных провинций с онцентрированным ареалом* распределения месторождений углеводородов;

Корреляция геологических и гидрологических событий в Каспийском регионе

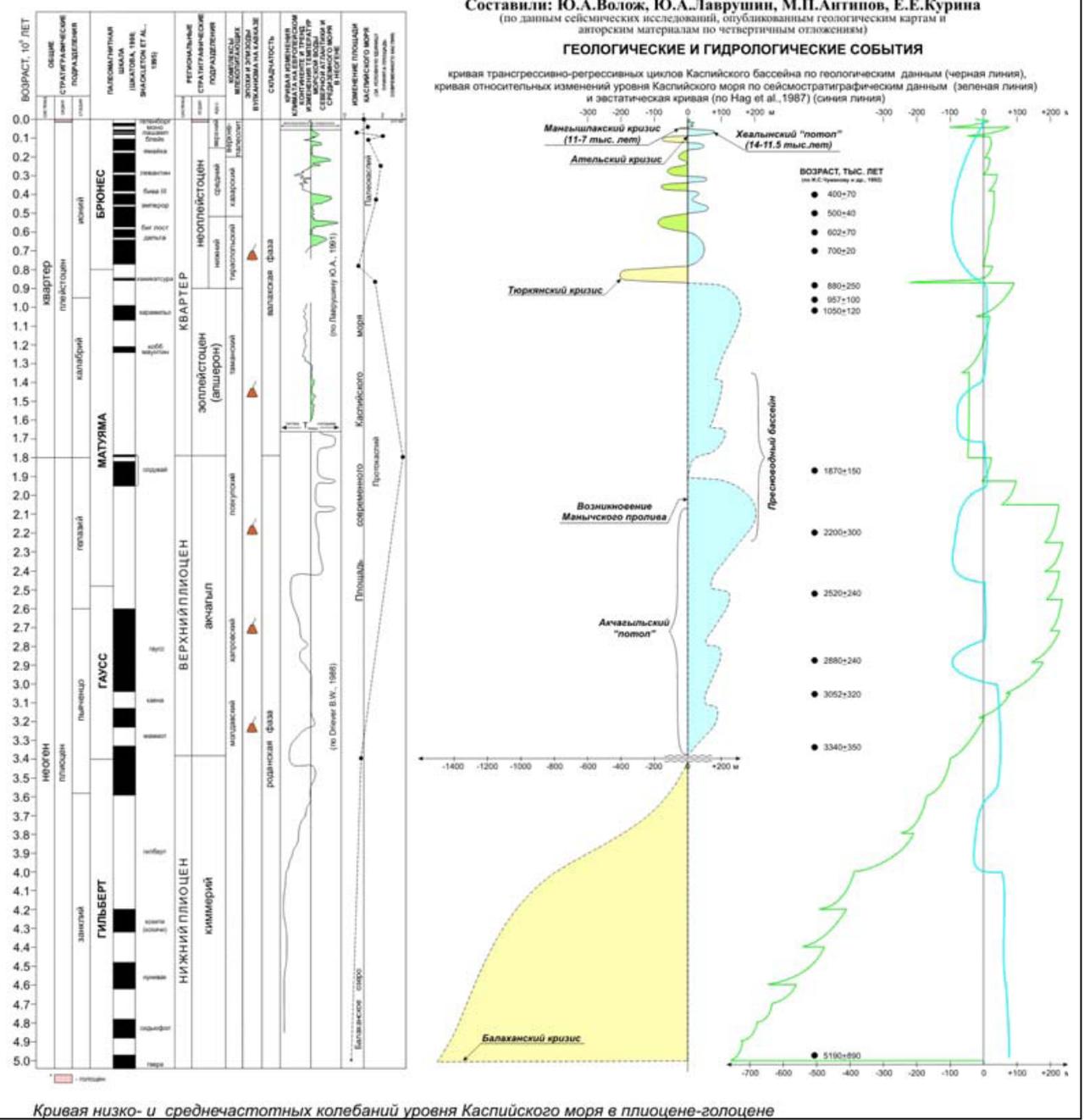
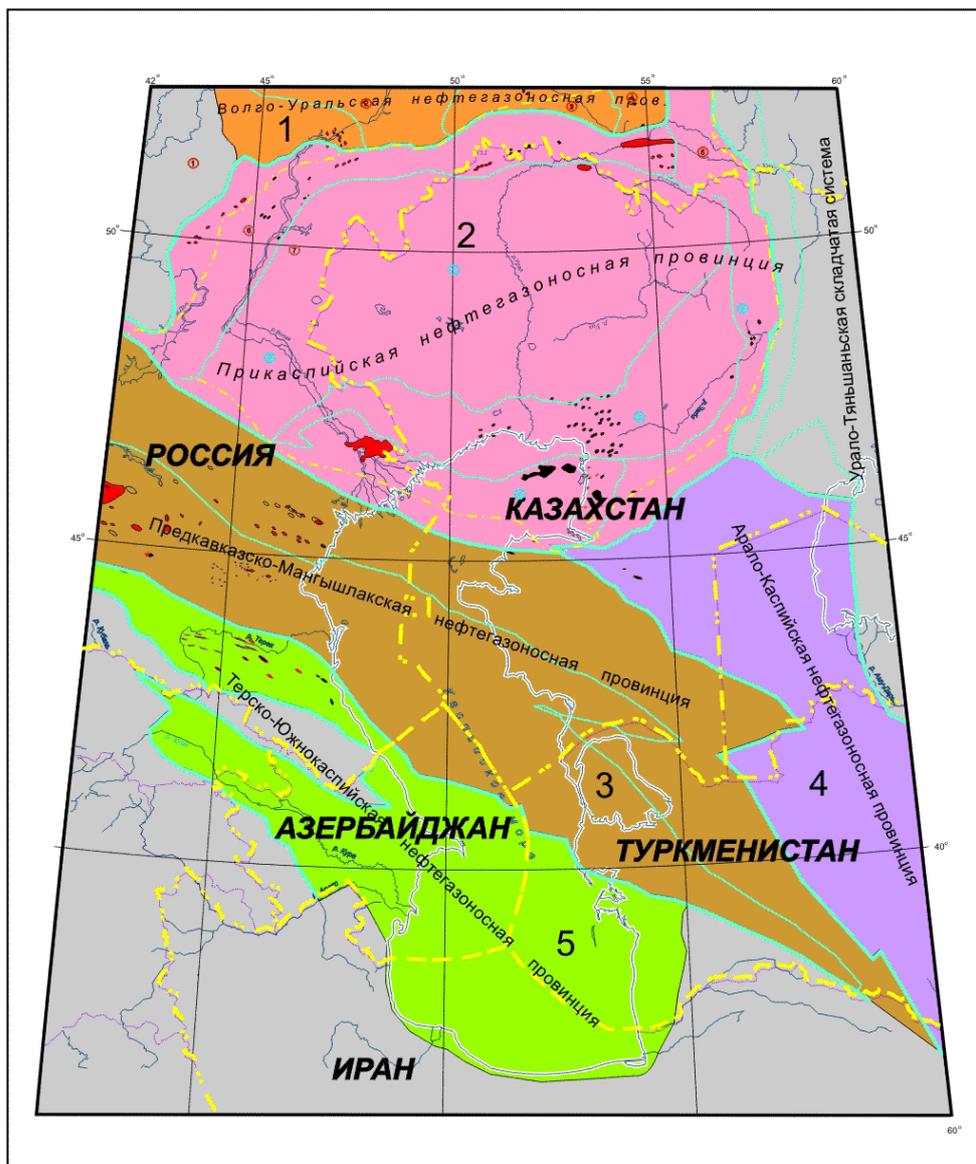


Рис. 2. Корреляция геологических и гидрологических событий в Каспийском регионе



Рис. 3. Изменение площади акватории Каспия в связи с колебаниями уровня моря: современный уровень моря показан синей линией, в момент «Балаханского кризиса» площадь очерчена пунктирной линией, в момент «Акчагыльского потопа» – зеленой линией с желтым фоном

Предкавказско-Мангышлакская и **Терско-Южнокаспийская НГП** – к *богатым, с рассеянным ареалом*, **Арало-Каспийская НГП** – к *бедным, с рассеянным ареалом*. Примыкающие к Каспийскому региону **Волго-Уральская** (с севера) и **Тургайско-Сырдарьинская** (с востока) нефтегазоносные провинции относятся соответственно к *богатым с концентрированным ареалом* и к *бедным с концентрированным ареалом* (рис. 5).



Нефтегазоносные провинции Каспийского региона:
 1 2 3 4 5
 1-Волго-Уральская, 2- Прикаспийская, 3-Предкавказско-Мангышлакская,
 4- Арало-Каспийская, 5-Терско-Южнокаспийская

Рис. 4. Нефтегазоносные провинции Каспийского региона (серым цветом показаны бесперспективные территории)

В пределах этих провинций все месторождения УВ распределены по четырем флюидосистемам (нефтегазоносные системы): **рифейско-палеозойской** (докунгурская), **палеозойско-мезозойской** (верхнепермско-среднеюрская), **мезозойско-кайнозойской** (позднеюрско-эоценовая) и **кайнозойской** (миоцен- плиоценовая).

Нефтегазоносные провинции	площадь тыс.км ²	начальные суммарные, геологические ресурсы, млрд.т.усл.т.	начальные суммарные извлекаемые ресурсы млрд.т.усл.т.	разведанные извлекаемые запасы, млрд.т.усл.т.	неразведанные геологические ресурсы млрд.т.усл.т.	количество открытых месторождений	Количество гигантских и крупных месторождений (открытых и прогнозируемых) с ресурсами, млрд.т.усл.т.							
							больше 10 млрд.т.усл.т.		3-10 млрд.т.усл.т.		1-3 млрд.т.усл.т.		0.3-1 млрд.т.усл.т.	
							открыто	прогноз	открыто	прогноз	открыто	прогноз	открыто	прогноз
Прикаспийская	500	50-70	35	14	22-42	130	1	0	1	2	3	4	2	15
Терско-Южнокаспийская	250	20-33	10-16	4,5	11-24	100				1	2	1	2	5
Предкавказско-Мангышлакская	300	10-20	5-10	3	4-14	200			1	0	2	1	3	4
Арало-Каспийская	200	1-4	0,5-2	0,22	0,5-3,5	15							0	1-?

Рис. 5. Ресурсы и запасы нефтегазоносных провинций Каспийского региона

Роль трансрегионального флюидоупора для рифейско-палеозойской (докунгурской) флюидосистемы выполняет **кунгурская соленосная толща**, для палеозойско-мезозойской (верхнепермско-байоской) – **бат-келовейская глинистая толща**; для мезозойско-кайнозойской (позднеюрско-эоценовой) – **майкопская глинистая толща**; для кайнозойской (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.

Как показывает анализ, 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, если в расчет берут потенциал только той части разреза осадочного чехла, которая на момент оценки была хорошо изучена и для которой имелись хорошо разработанные и проверенные практикой направления поисково-разведочных работ. Как правило, это отложения «плитного» комплекса, залегающие на глубинах до 5–5,5 км. 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 оцениваемых многими исследователями как потенциально перспективные. Мощность таких толщ в центральных, наиболее погруженных частях Прикаспийской и Терско-Южнокаспийской провинций достигает 13–15 км, а в Предкавказско-Мангышлакской и Арало-Каспийской провинциях – 5–10 км.

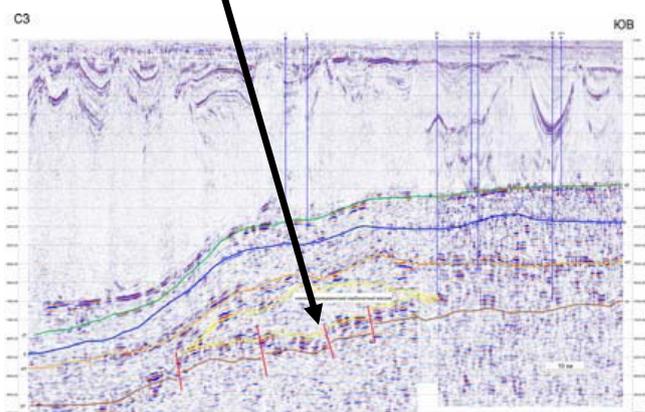
По «оптимистическим» оценкам, недра Прикаспийской, Предкавказско-Мангышлакской и Терско-Южнокаспийской провинций сохраняют значительный неразведанный ресурсный потенциал, почти 2/3 от начальных ресурсов. Он достаточно велик и в количественном отношении (порядка 80 млрд.т.усл.т. геологических и 40 млрд.т.усл.т. извлекаемых), 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 очень важно отметить, в ней неразведанные ресурсы приурочены к толщам, нефтегазоносность которых уже доказана бурением.

По «пессимистическим» оценкам, прогноз менее радужный. Во-первых, согласно ему значительными неразведанными потенциальными ресурсами обладают недра только одной из шести провинций – Терско-Южнокаспийской. Во-вторых, он показывает, что в Каспийском регионе традиционные направления нефтепоисковых работ, разработанные на материалах региональных исследований прошлого столетия, к настоящему времени практически себя исчерпали и не могут привести к значительным новым открытиям.

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). Месторождения, открываемые на больших глубинах залегания перспективных толщ, чтобы быть экономически рентабельными, должны относиться к категории гигантов и супергигантов (более 300 млн т.усл.т), т.е. должны обладать большой емкостью. Таким требованиям отвечают нетрадиционные ловушки, связанные с геологическими телами седиментационной природы. Это крупные внутрибассейновые карбонатные платформы, либо ловушки, связанные с гигантскими подводными конусами выноса (рис. 6).

Поиск такого типа ловушек связан с необходимостью изучения осадочных бассейнов как целостных геологических объектов. Такого же подхода требует поиск нетрадиционных ловушек, преимущественно неструктурного типа, в уже освоенных верхних интервалах разреза. Таким образом, необходимый новый цикл региональных исследований даст ожидаемый результат только в том случае, если он обеспечит изучение осадочных бассейнов и крупных геологических структур как целостных объектов, без оглядки на межгосударственные границы.

Нижнедевонский карбонатный массив
в пределах Астраханского свода



Подводный конус выноса
в нижнепермских отложениях
Прикаспийской впадины

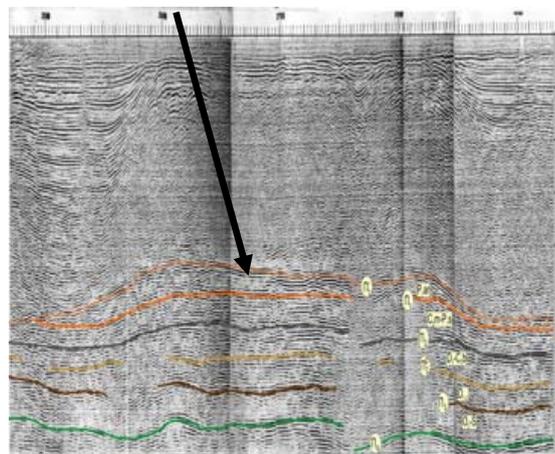


Рис. 6. Примеры ловушек в нижних горизонтах осадочного чехла Каспийского региона

С позиций геологической науки **в Каспийском регионе** четко просматриваются две главные проблемы. Одна из них касается выработки новых направлений поисково-разведочных работ, способных обеспечить расширенное воспроизводство запасов и возможность развития нефтегазового комплекса, а также сохранить уровни добычи углеводородного сырья на далекую перспективу. Вторая проблема рассматривает возможности прогнозирования 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.

Ученые Российской академии наук многие годы работают над этими проблемами в рамках двух комплексных программ: «Геодинамика и механизмы деформирования литосферы» (тема – «Выяснение причин колебания уровня Каспийского моря»), «Фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, разработки месторождений и развития нефтегазового комплекса России» (тема – «Разработка пространственно-временных (четырёхмерных) моделей нефтегазоносных бассейнов»). Исследования велись в тесном сотрудничестве с коллективами ученых и специалистов высших учебных заведений и Министерства природных ресурсов России, а также стран

СНГ в рамках межправительственного сотрудничества, что позволило максимально использовать не только опубликованные данные. К настоящему времени названные проблемы еще не нашли своего решения, однако полученные результаты дают ясное понимание путей их решения.

По итогам работ по первой проблеме была доказана существенная роль в колебаниях уровня Каспийского моря геологических (тектонических, геодинамических, седиментационных и флюидодинамических) процессов. Показано, что геологические факторы определяют характер длинно- и среднечастотных колебаний уровня моря. Стала очевидна необходимость проведения целенаправленных региональных геолого-геофизических работ с целью построения кривой эвстатических колебаний уровня Каспийского озера-моря. При этом необходимо не только детально изучать строение осадочного чехла (в первую очередь его верхней части – плиоцен-четвертичного комплекса). Должна быть создана специальная сеть региональных сейсмических профилей высокого разрешения, с охватом всей территории Каспийского региона, дополненная аналогичными исследованиями на отдельных полигонах (на подводных конусах выноса крупных рек – Волги, Урала, 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 стратиграфического среза, а ловушки с гидродинамическими экранами – редки. В нижних горизонтах осадочного чехла (в области с гидродинамическим режимом), напротив, превалируют 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. Тем самым было показано, что обязательным и необходимым условием разработки новых научно обоснованных направлений нефтепоисковых работ является наличие

четырёхмерных моделей нефтегазоносных осадочных бассейнов. Был выполнен анализ геолого-геофизической изученности осадочных бассейнов на территории бывшего СССР, в ходе которого выявилось, что данные для составления подавляющего большинства четырёхмерных моделей требуемых кондиций (м-ба 1: 500000), в том числе для бассейнов Каспийского региона, отсутствуют.

В целях ликвидации дефицита информации, необходимой для решения перечисленных выше проблем Каспийского региона, предлагается выполнить международный проект регионального изучения глубинного строения региона

2. ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Разработать научное обоснование стратегии развития нефтегазового комплекса Каспийского региона с учетом различных сценариев на период до 2050 года.

3. ЗАДАЧИ РАБОТ

- дать оценку потенциальных ресурсов региона;
- дать научное обоснование новых методов выделения и изучения нетрадиционных типов природных резервуаров в глубоко залегающих осадочных комплексах (на глубинах 6–15 км), 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 далекую перспективу;
- дать оценку сценариям прогнозирования природных катаклизмов (колебания уровня Каспия, сейсмические явления), представляющих угрозу для инфраструктуры нефтегазового комплекса прикаспийских государств; определить систему оптимальных мер защиты.

4. ВИДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОБЪЁМЫ И СРОКИ РАБОТ

- повторная обработка региональных сейсмических профилей МОГТ прошлых лет по сложным графам с использованием современных программных комплексов (с построением глубинных динамических разрезов) 15000 пог. км, в основном в пределах Прикаспийской впадины;

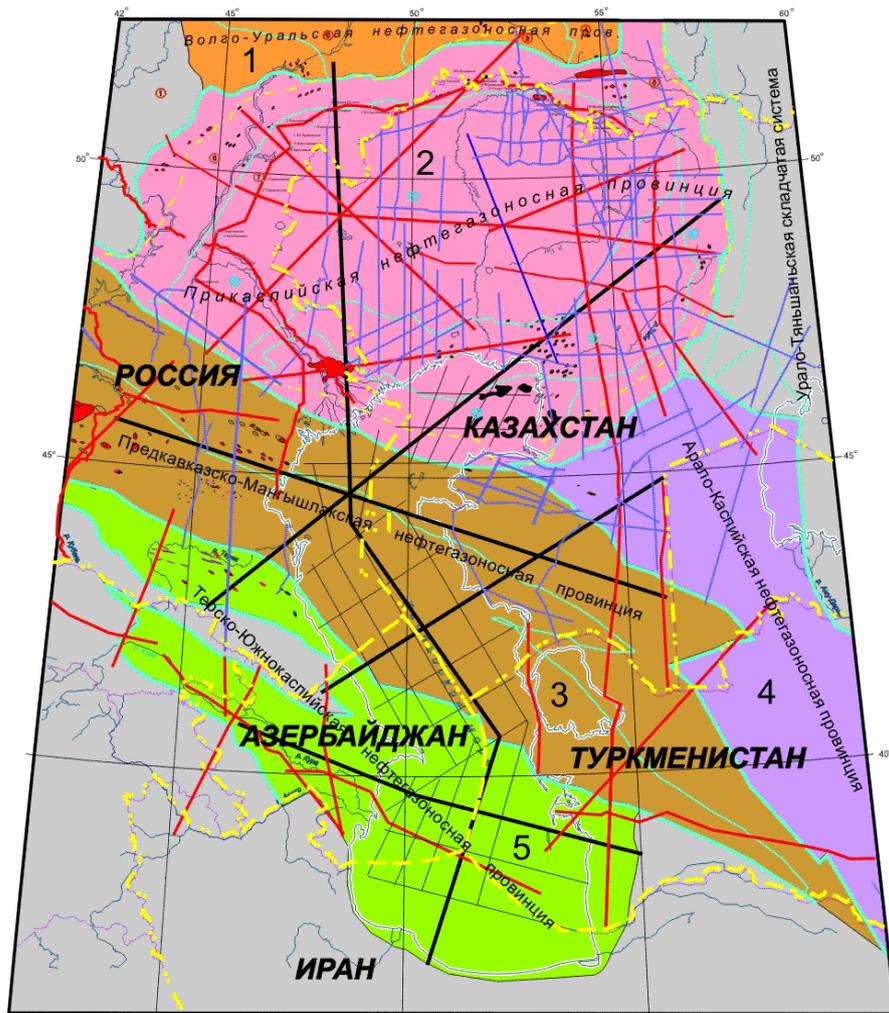


Рис. 7. Схема изученности Каспийского региона

- отработка дополнительных региональных профилей МОГТ-ШГСП с изучением разреза на всю мощность земной коры 13000 пог.км;

□ анализ и обобщение материалов изучения керна и геофизического исследования скважин опорного, параметрического и поискового бурения в совокупности с разрезами МОГТ и разработка схемы сеймостратиграфического районирования Каспийского региона и сеймостратиграфического расчленения разреза Прикаспийской, Терско-Южнокаспийской, Предкавказско-Мангышлакской и Арало-Каспийской провинций.

5. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

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 раннепалеозойского Тугаракчанского прогиба и Донбасс-Туаркырской складчатой системы в разных ее частях;
- тектоническая природа Южно-Эмбинского палеозойского поднятия;
- тектоническая природа, эволюция и строение юрско-палеогенового этажа Южно-Каспийской впадины;
- взаимоотношения складчатых структур Урала и Тянь-Шаня;
- постколлизийные 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.

В области стратиграфии и седиментологии

Будут разработаны:

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

- схема сейсмоформаций и палеогеографии масштаба 1:500000 для выделенных сейсмостратиграфических подразделений в ранге сейсмокомплекса;
- четырехмерная (пространственно-временная) модель Каспийского региона масштаба 1:500000.

В области нефтяной геологии

Предполагается достичь следующих результатов:

- выработать подходы к оценке ресурсного потенциала глубоких горизонтов осадочного чехла с учетом установленных особенностей формирования залежей в условиях аномально высоких пластовых давлений и к прогнозированию ловушек высокой ёмкости в интервале глубин 5,5–8,0 км.
- дать научно обоснованную оценку ресурсного потенциала палеозойских отложений «складчатого комплекса» осадочного чехла и фундамента Скифской и Туранской плит с нетрадиционными типами ловушек и спрогнозировать зоны возможного распространения последних;
- дать научно обоснованную оценку ресурсного потенциала верхнепермско- триасового комплекса Прикаспийской впадины и верхнеюрско-палеогенового комплекса Южно-Каспийской впадины;
- оценить эффективность поисковых работ на углеводороды в кристаллических и магматических комплексах кристаллического и складчатого фундамента.

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.

6. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Реализация проекта

Реализация предлагаемого проекта приведет к созданию информационной базы, 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 частно-государственного партнерства**. Коммерческие организации могут взять на себя основную часть финансовых затрат, а органы власти – решение организационных проблем проекта.

Организационные мероприятия

1. 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;
2. Создание межгосударственного совета (или комиссии), ответственного за выполнение проекта и наделенного правом использования первичных архивных материалов и разрешением на проведение полевых работ.

Для реализации проекта предлагается организовать консорциум из заинтересованных нефтяных и других компаний, а также государственных учреждений, ответственных за лицензионную политику.

ЧЛЕНЫ КОНСОРЦИУМА ИМЕЮТ ПРАВО:

- Влиять на управление проектом.
- Контролировать процесс продвижения проекта на регулярных совещаниях.

СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ, ФИНАНСИРОВАНИЕ

Будут представлены на рассмотрение Рабочей группы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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 колебаниями уровня Каспийского моря и сейсмической опасностью.