

УДК 551.461.24.551.462.651.24.

## РОЛЬ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ САМОРЕГУЛИРУЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА

К. А. Сабанаев

Институт геологии ДНЦ РАН

В статье с позиций концепции глобальной тектоники обосновано преобладающее влияние геодинамических и тектонических процессов на колебания уровня Каспийского моря.

The article proves prevailing influence of geodynamic and tectonic processes on fluctuations of the Caspian Sea level from the positions of the global tectonics concept.

Ключевые слова: Каспийское море; уровень воды; колебание; климатические факторы; объем испарения; геодинамика; тектоника; палеосейсмичность; аномалия; гидроразрыв.

Keywords: the Caspian Sea; water level; fluctuation; climatic factors; evaporation volume; geodynamics; tectonics; paleoseismicity; anomaly; hydraulic fracturing.

Современный импульсный подъем уровня Каспийского моря классифицируется как явление аномальное, поскольку он происходит и при относительном снижении притока поверхностных вод в море, и при отсутствии резких отклонений в климатических характеристиках региона. Современный подъем уровня Каспийского моря зародился на абсолютной отметке  $-29.04$  м (минимальный за последние 420–430 лет) и длится уже 16 лет со среднегодовыми темпами 16–18 см/год, варьируя в пределах 10–32 и более см/год. Взрывные импульсы подъема уровня воды зафиксированы в 1979 г. – 32 см/год, а после 1990 г. – до 40 см/год.

В поведении уровня Каспия можно выделить три основные стадии: первая (1830–1928) и третья (1942–1977) стадии снижения в умеренных темпах, разделенные второй стадией резкого падения уровня воды (1929–1941) с отметками от  $-25.96$  до  $-27.84$  м, которая по продолжительности намного короче первой и третьей [1]. Среднегодовые приращения уровня моря тогда составляли не более 12 см/год и только в 1965–1969 гг. достигали 17.5 см/год. Сравнивая современный подъем уровня Каспия с эпизодами прошлого века, можно сделать вывод, что в прошлом веке поверхностный сток в Каспийское море еще не был зарегулирован. Наиболее показателен среднегодовой сток Волги, который в настоящее время составляет 240–260 км<sup>3</sup>/год, из них потери на хозяйственные нужды в наши дни составляет около 50 км<sup>3</sup>/год. Приток других рек: Терека, Сулака, Самура, Куры и других мелких речушек принципиально не влияет на колебание уровня Каспийского моря.

Многие исследователи пытаются объяснить весь спектр колебаний уровня моря исключительно климатическим фактором. Климатическую концепцию подверг критике С.А. Ковалев, который установил подпитку моря подземными ключами в объеме 23.9 куб. м. Одним из недостатков климатической концепции является отсутствие точных знаний об истинной величине испарения с поверхности.

Результаты многолетних наблюдений показали несоизмеримость логически определяемой величины объема испарения с приходной составляющей. Далее исследователи начали применять эмпирические формулы и уравнения теплового и водного баланса с учетом значений атмосферного давления, напоров подземных вод и высоты столба воды в родниках Дагестанского побережья Каспийского моря. К.И. Смирнова в своих расчетах учла и режим подземных вод западного побережья Каспия. Климат района, безусловно, весьма значимый, но не единственный фактор, регулирующий водный баланс Каспийского моря. Определенное влияние на

колебание уровня моря имеет и хозяйственная деятельность в обширном бассейне стока поверхностных вод.

Автор настоящей статьи, в течение многих лет изучавший флюидодинамические процессы в пределах впадины Каспийского моря, куда входит Скифско-Туранская плита, Терско-Каспийский передовой прогиб и Альпийское складчато-надвиговое сооружение Восточного Кавказа, приходит к выводу, что на колебание уровня воды Каспийского моря, помимо отмеченных выше факторов, оказывают влияние также особенности динамики неустойчивости в природных системах, получившие развитие как фундаментальное научное направление, связанное с понятием системного равновесия. Неоценимый вклад в развитие этого направления внесли отечественные геологи: О.Л. Кузнецов, В.Ю. Зайченко, А.Д. Щеглов, А.В. Николаев и др. Особенно следует отметить исследования И.А. Володина, который обосновал перспективность «нелинейного» подхода к изучению геологической среды [2]. Одним из важнейших направлений геодинамики являются исследования автоволнового поля, интегрирующего все физические поля в геосреде, которые могут быть изучены прямыми и даже косвенными методами.

Проявления в литосфере связаны с асимптотическим поведением нелинейных процессов, динамических эффектов в масштабе геологического времени, приводящих к формированию диссипативных структур, за счет механизма, обусловленного резонансом продольных и поперечных автоволн. Автоволны – это типичные диссипативные структуры, в которых происходит, с одной стороны, рассеивание энергии, а с другой – «накачка» энергии из среды. В результате взаимодействия автоволновых полей формируется состояние устойчивого равновесия геологической среды, образуются своеобразные «ядерные котлы», являющиеся мощными источниками энергии, которые в значительной мере определяют динамику Земли. В результате взаимодействия автоволн происходит пробивание нескольких сферических оболочек, что приводит к объединению энергии различных геосфер, мощным потокам вещества и энергии. Мантийные плюмы, осуществляющие транспортировку энергии и вещества, образуются при взаимодействии автоволновых полей геосфер и имеют спиралевидную структуру, что объясняет их иную реологию, отличающую от реологии окружающей их мантийной среды [3]. На границе двух спиралевидных или вихревых структур происходят разрушение пород и разнонаправленные подвижки, причем в одних случаях движения направлены к центру, а в других – от центра Земли. Эти подвижки приводят к провалам и подъемам значительных территорий, что, безусловно, влияет на динамические показатели водного бассейна. Такой подход объясняет наличие нисходящего и восходящего транспорта вещества, возможность погружения холодных литосферных плит и подъема горячих мантийных плюмов, а также объясняет механизм раздвига литосферных плит и формирование зон субдукции. В результате этих процессов создаются зоны разуплотнения в глубоководных зонах осадочно-породных комплексов, в связи с чем создаются условия для поглощения воды, за счет чего происходит некоторое снижение уровня воды на поверхности.

С целью установления влияния геодинамических и геотектонических процессов на колебания уровня Каспийского моря рассмотрим модель строения и развития крупных геотектонических элементов дна Каспия [4] (рис. 1).

Прикаспийская мегасинеклиза характеризуется более интенсивным мезозойско-кайнозойским прогибанием по сравнению с сопредельными районами. Здесь, на юго-востоке Русской плиты, распространена соляная тектоника, выраженная в кровле подсолевых палеозойских отложений, залегающих на глубине 7–9 км. Установление основных этапов развития впадины имеет важное значение для создания модели ее строения. Мощные толщи осадочных пород, содержащие огромные массы органического вещества, прошли все стадии катагенеза, поэтому Прикаспийская мегасинеклиза рассматривается как колоссальный генератор УВ не только на данной территории, но и на значительной части Русской плиты. Центральное место в развитии палеозойских бассейнов имела Актюбинско-Астраханская система выступов фундамента, кровля которого приподнята до 2 тыс. м, тогда как в сопредельных погруженных районах они залегают на глубинах 10–15 тыс. м. М.М. Грачевский, В.П. Шебалдин и др., абсолютизируя седиментационную природу Карачаганакской и Тенгизской структур, выделяют их

как обособленные мегаатоллы, атоллы и отдельные рифы, которые выражены в низах карбонатного массива. В настоящее время наиболее изучен Каратон-Прорвинский карбонатный массив, где можно проследить особенности строения карбонатов в пределах различных структур. Интенсивный нижнепермский перерыв, сопровождаемый значительным региональным размывом, позволил определить морфологическую выраженность Тенгизской структуры. Особенно отчетливо видны карбонаты в разрезе органогенных шельфовых зонах Каспия.

Наиболее сложной и нерешенной проблемой региональной тектоники всего Каспийского мегабассейна является установление границ Скифско-Туранской плиты, Восточно-Европейской платформы с одной стороны и альпийского складчато-надвигового сооружения Восточного Кавказа – с другой. Скифско-Туранская плита ограничена на западе Одесским, на востоке Астраханско-Гурьевским глубинными разломами, а на юго-востоке – Среднекаспийским сводом. Граница молодой платформы с областью альпийской складчатости (по А.И. Летавину) проводится по Тырнауз-Пшекишскому разлому в центральной части Кавказа и совпадает с выходами палеозойских отложений. Важным выводом последнего времени является двухъярусность строения фундамента Скифско-Туранской плиты, причем для прилегающей к Русской платформе части он имеет кристаллический характер, а на остальной территории представлен складчатым комплексом, в основном верхнего палеозоя. Согласно современным геодинамическим представлениям Скифская плита, являясь частью Средиземноморского пояса, находится в зоне конвергенции между Восточно-Европейской и Африкано-Аравийской платформами. Древняя платформа, обладающая более «тяжелой» корой, поддвигается под более легкую кору молодой платформы, что приводит к опусканию южного крыла древней платформы с образованием краевых прогибов и к поднятию (надвиганию) северного края молодой платформы с образованием передовых поднятий. Фронт взаимодействия (столкновения) платформы развит на отдельные блоки по поперечным глубинным разломам, что создает условия для вертикальной миграции хлынувшего потока морской воды.

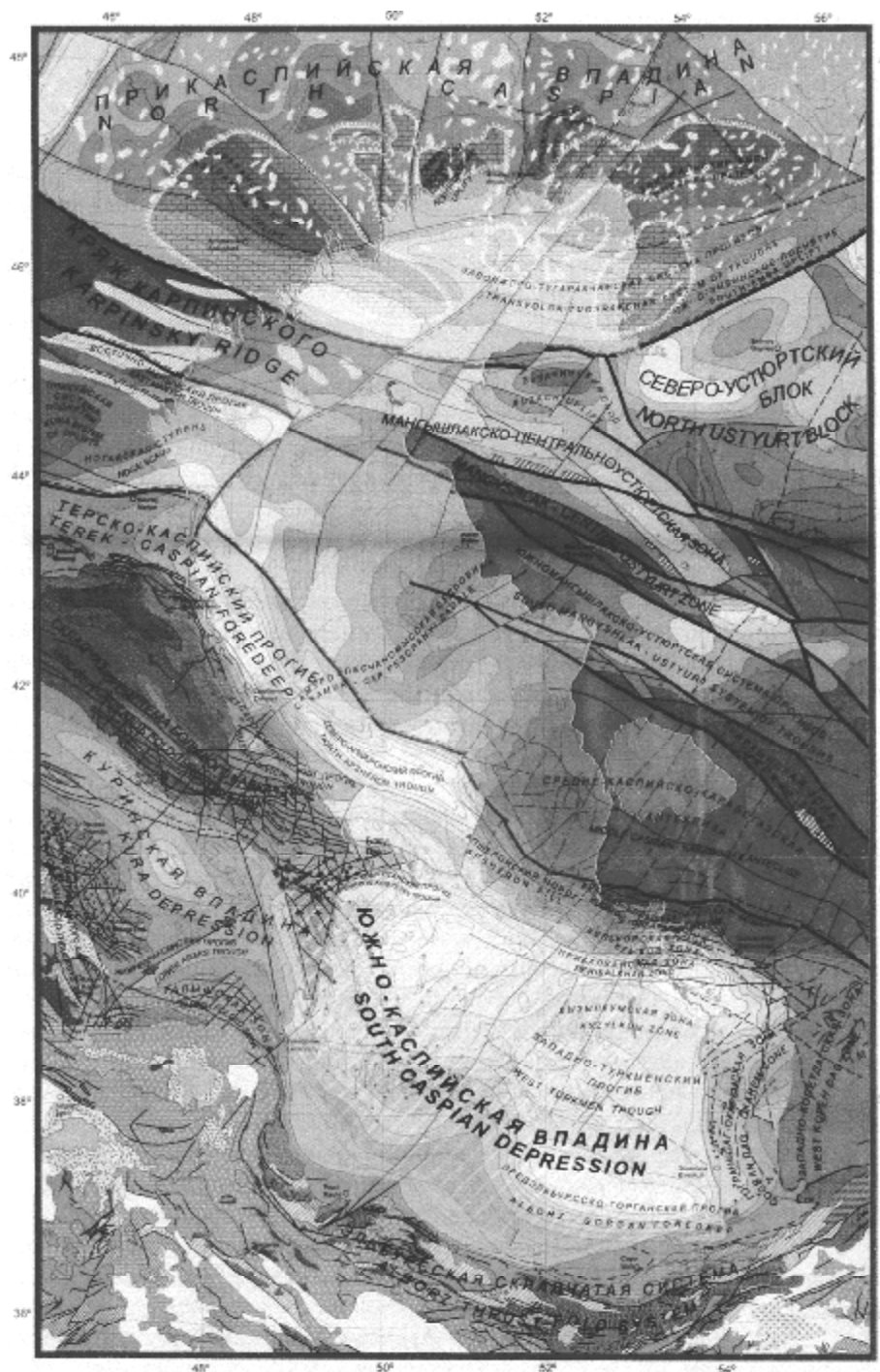


Рис. 1. Тектоническая карта Каспийского моря и его обрамления

В Восточном Предкавказье южную границу Скифской плиты обычно проводят по южному краю Терско-Каспийского передового прогиба. Однако ряд исследователей – М.Ф. Мирчинк, Л.И. Лебедев, Ф.Г. Дадашев, К.А. Сабанаев и др. – часть Восточного Кавказа (Известняковый Дагестан) по характеру тектонического развития относят к южной окраине эпигерцинской платформы. Акваториальная часть Терско-Каспийского передового прогиба меридионального простирания, огибающая Большой Кавказ, является восточной окраиной Скифской плиты и граничит со Среднекаспийским сводом. Терско-Каспийский передовой прогиб и Северо-Ашеронский прогиб, подобно Приапшеронскому прогибу, входят в состав Апшероно-Челекенской седловины. По этим соображениям некоторые исследователи считают их переходными структурами. Эти особенности геологического строения

легли в основу концепции автора о формировании флюидодинамического режима недр впадины Каспийского моря, отшнурованной от древнего океана Тетис около 5.5 млн лет назад и сохранившей толщу морских вод глубиной немногим более 1 км.

В настоящее время исследованиями Б.Н. Голубова, В.Л. Новикова, А.Е. Шлезингера в результате интерпретации данных высокоточной морской сейсморазведки помимо уточнения отметок дна Южно-Каспийской впадины доказано также, что палеокотловины Каспия не являются реликтовыми, а образовались в результате разновозрастных провалов и размыва свода, субмеридионального новейшего тектонического поднятия, представляющего к началу среднего миоцена эрозионную поверхность суши. Кроме того, выявлена тенденция неуклонного нарастания объема водной массы с момента образования Каспийской котловины до наших дней, сопровождаемого кратковременными и резкими фазами понижения его уровня. Темпы заложения и воссоединения котловин Каспия часто менялись, и с позднего плиоцена Каспийское море потеряло связь с Черным и Средиземным морями и Мировым океаном [5]. Последующая история развития бассейна Каспийского моря приводит многих исследователей к весьма важному выводу о том, что Каспийское море является саморегулирующейся системой с признаками автономности, поскольку она не реагирует на изменения климата и атмосферного давления, а имеет связь с флюидодинамическими системами в недрах Земли.

Установлено, что в осадочном чехле Восточно-Европейской платформы, Скифско-Туринской плиты и в области альпийской складчатости под дном акватории Каспия сосредоточены значительные объемы физически связанных природных вод, покоящихся под многокилометровой толщей водо-, газо- и нефтенасыщенных пород осадочного чехла. Это так называемые подошвенные напорные воды, объем которых в несколько раз превышает массу вод современного Каспия. Следует отметить, что мощность осадочного чехла в Южно-Каспийской впадине составляет около 40 км. Поэтому подземная гидросфера является мощным источником подпитки вод Каспийского моря, но механизм разрядки этого потенциала изучен на уровне предположений. Для решения этой глобальной проблемы необходимо провести комплексные геолого-геофизические, геохимические, геодинамические и другие исследования, результаты которых имеют народнохозяйственное и межгосударственное значение. На заре XIX в. Г.В. Абигом и др. была подмечена взаимосвязь колебаний уровня Каспия с флюидодинамической обстановкой (газовый режим недр, импульсы грязевого вулканизма и естественная сейсмичность). Не менее важное влияние на колебание уровня Каспия имеют тектонические факторы. Наибольшее распространение в последние десятилетия получила геодинамическая модель, основанная на положениях концепции мобилизма, согласно которой первопричиной образования Кавказа являлся северо-восточный дрейф Африкано-Аравийской плиты с последовавшей затем коллизией с южной окраиной Восточно-Европейского кратона, в результате которого в пределах Каспийского мегабассейна сформировались подвижки покровно-надвигового типа.

Согласно модели В.П. Ренгартена, Л.А. Варданянца и др. на исследуемой территории выделены системы пакетов и пластин, разделенных региональными надвиговыми системами. В процессе альпийского тектогенеза первый пик тектонической активности имел место в начале байоса. Начиная с позднего альба происходит изменение направления дрейфа Афро-Аравии относительно Евро-Азии, в позднем миоцене произошло резкое изменение ситуации, связанное с началом отделения от прежде единой Африканской плиты части Аравийской и ее ускоренное продвижение к северу на 300–350 км. В процессе этих тектонических событий формировались системы осадочных бассейнов закрытого компрессионного типа с напорными или безнапорными потоками флюидов.

Флюидодинамические системы закрытого типа оказались запечатанными под непроницаемыми покрывками глин и соленосных отложений. Над одной из таких покрывок (майкопские глины) развиты системы гравитационно-конвекционного типа со множеством водоносных горизонтов, питающихся за счет поступления вод из возвышенных участков суши и вод, высвобождающихся при уплотнении пород. Этот процесс характерен для Южно-Каспийского прогиба. Вместе с тем в Каспийское море разгружаются потоки напорных подземных вод, движущиеся со стороны горных

сооружений Кавказа, Эльбурса и Колетдага, Приволжской возвышенности, общего Сырта и др.



Рис. 2. Физико-географическая карта Каспийского моря и прилегающих государств

Обособление впадины в новейшее время сопряжено с перестройкой структуры земной коры, что подтверждается высокой сейсмичностью, грязевым вулканизмом и др., способствующими формированию аномально высоких поровых и пластовых давлений (АВПД). Многократные проявления АВПД могут вызвать искусственные гидроразрывы пластов, создавая перетоки вод из одних горизонтов в другие, которые влияют на динамическое состояние уровня всей водной массы Каспийского моря. Излишняя переоценка тектонического фактора, якобы способного контролировать весь спектр колебаний уровня Каспия, включая и высокочастотную составляющую, не нашла понимания среди специалистов в 60-х годах прошлого столетия. Эти представления вновь возрождаются, но уже на новой основе теории тектогенеза и движения литосферных плит, глобальной тектоники, которые привели к деформации ложа Каспийского моря.

Наблюдениями последних лет установлено, что изменения объемов водных масс в Каспии порождают сейсмическую активность, о чем свидетельствует проявление мощного сейсмического всплеска 1980 г., возбужденного интенсивной разработкой нефтяных и газовых месторождений в этом относительно стабильном регионе и достигшего восточного побережья Каспийского моря. Многолетнее и непрерывно нарастающее техногенное воздействие на недра впадины Каспийского моря, связанное с разработкой нефтяных и газовых месторождений с применением вторичных методов (принудительное поддержание пластовых давлений), с резким срабатыванием депрессионных воронок и др., также влияет на изменение уровня водного баланса Каспия. Некоторое воздействие на недра оказывают ядерные взрывы в Прикаспийском регионе, осуществляемые для различных хозяйственных целей. Начиная с 1965 г. произведено 57 подземных ядерных взрывов в Ставрополье, Южном Мангышлаке и Приамударьинской области. Каждый из этих взрывов, подобно природному землетрясению, характеризуется серией афтершоков, продолжающихся до двух месяцев после взрыва.

Можно предположить, что в продолжение длительного времени в акватории Каспийского моря образовался пояс техногенной стабилизации, который изменил режим естественных эндогенных и экзогенных геологических процессов, повлиявший на состояние флюидодинамической системы осадочно-породного комплекса бассейна Каспийского моря. Проведенные автором исследования по изучению влияния тектонических факторов на геодинамическую обстановку в Каспийском мегабассейне имеет флюидодинамическую направленность [6]. Это вертикальные погружения и воздымания, структурообразование, палеосейсмичность, связанная как с естественными условиями (землетрясение), так и с искусственными (ядерные взрывы). В процессе общих погружений пропорционально величине опускания происходит уплотнение пород, уменьшение их емкости, отжимание и отток флюидов из более уплотняющихся разностей в краевые зоны осадочного комплекса [7]. В период воздыманий происходит некоторое разуплотнение пород и заложение новых трещин и формирование зон трещиноватости, которое способствует увеличению емкости пород и при соответствующих условиях может привести к вакуумному «всасыванию» флюидов, т.е. к искусственному гидроразрыву, и происходит своеобразное «тектоническое дыхание» осадочно-породного бассейна (ОПБ).

Следует отметить, что проявление сейсмичности в геологическом прошлом изучено слабо, хотя следы древних землетрясений прослеживаются в осадочных и вулканогенно-осадочных образованиях от протерозоя до антропогена. Установлено, что каждый крупный седиментационный бассейн характеризуется определенными особенностями, присущими только ему свойствами, поэтому изучение палеосейсмичности может пролить свет на проблему установления стадийности развития ОПБ. Периоды сейсмопроявлений – это процессы образования разрывов, по которым происходит вертикальное перемещение флюидов. Пульсационный характер процесса разрывообразования в связи с чередованием периодов сжатия и растяжения обуславливает возникновение нагнетающего эффекта, приводящего к перемещению флюидов вдоль разрывов и осложняющих их трещин. Это обстоятельство заложено в основу периодичности подъема и падения уровня Каспийского моря.

Таким образом, нельзя отвергать общепризнанные причины колебания уровня Каспийского моря, связанные с климатическими факторами, динамикой подземных вод, разработкой нефтяных и газовых месторождений, искусственными ядерными взрывами и даже с хозяйственной деятельностью в регионе. И все же преобладающее значение в колебании уровня Каспийского моря имеют геодинамические и тектонические процессы, происходящие в крупных геоструктурных элементах Каспийского мегабассейна. Необходимо провести комплексные специальные исследования по направлениям предлагаемой концепции, в которых помимо России и Дагестана заинтересованы приграничные государства: Азербайджан, Иран, Туркменистан и Казахстан (рис. 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубов Б.Н. Подъем уровня воды – результат эксплуатации недр // Вестн. РАН. 1995. Т. 65, № 7. С. 626–630.
2. Володин И.А. Нелинейная геодинамика геологической среды. М.: ВИМИ, 1999. 229 с.
3. Дмитриевский А.Н. Фундаментальные проблемы геологии нефти и газа // Современные проблемы геологии нефти и газа. М.: Научный мир, 2001. С. 22–28.
4. Модель строения и развития нефтегазоносного бассейна Прикаспийской впадины / В.П. Авров, Н.А. Крылов, Н.Н. Лисовский, А.А. Новиков // Осадочные бассейны и нефтегазоносность. М.: Наука, 1989. С. 84–92.
5. Сабанаев К.А., Черкашин В.И. Геологическое строение и нефтегазоносность осадочного комплекса Российского сектора Каспийского моря. Махачкала, 2008. 204 с.
6. Сабанаев К.А. Флюидодинамическая концепция образования УВ и формирования их залежей в пределах Каспийского мегабассейна // Вестн. Дагест. науч. центра. 2013. № 49. С. 35–39.
7. Микуленко К.И. Палеосейсмичность и нефтегазоносность. // Геология и геофизика. 1978. № 8. С. 14–22.

*Поступила в редакцию 12.03.2013 г.  
Принята к печати 18.12.2013 г.*