

Summary

Recently an importance is attached to searches for local oil and gas bearing structures within the flat loess proluvial plain westward of West Kopetdag anticlines. One of typical local structures — West Zirik one — has been chosen for a test study. Geoindicative model was developed using data on landscape's components (topography, vegetation, loess deposits) and geophysical parameters. The model is presented as a graph with several levels. Local structures identification probability (under conditions similar to those of West Zirik uplift) is 0,6 to 0,7.

УДК 551.462(262.81)

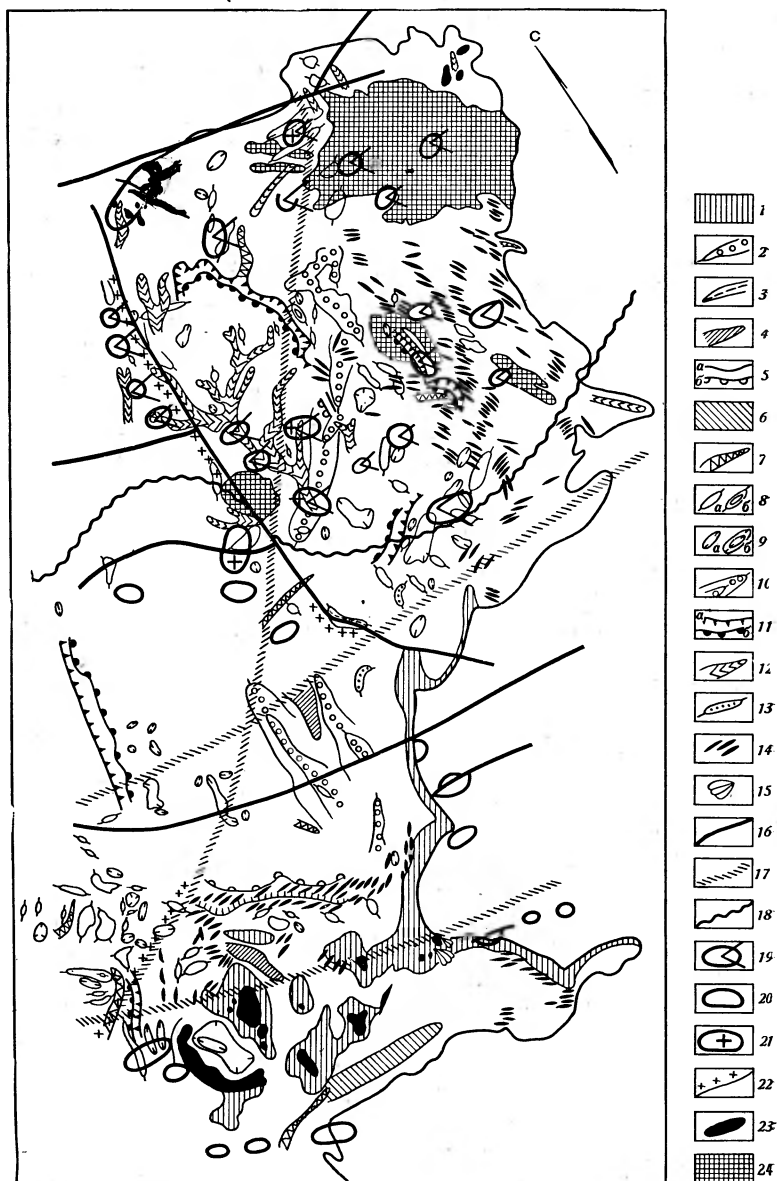
МУСАТОВ В. А.**СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДНА
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАСПИЯ**

В связи с установленной во многих нефтегазоносных районах платформенных областей зависимостью продуктивности структур от их новейшей тектонической активности дно Северного Каспия представляет особый интерес, так как занимаемая им площадь прилегает к нефтегазоносным регионам и с этих позиций еще не рассматривалась.

Современный рельеф шельфа Северного Каспия формировался на фоне многочисленных трансгрессий и регрессий, которых только на последних этапах геологического развития (в новокаспийское время) установлено не менее четырех [1, 2]. На всем протяжении этого периода большое влияние на процессы рельефообразования оказывал сток Волги, Урала, Эмбы, дельты которых во время регрессий смещались к центральной части Северного Каспия. Большое количество наносов, выносимых этими реками, и неоднократные колебания уровня способствовали значительному выравниванию поверхности дна. Учитывая, что и предыдущая (доновокаспийская) история геологического развития характеризовалась теми же тенденциями, а формирование рельефа к тому же протекало на фоне непрерывного тектонического погружения, охватившего с начала плицена почти весь Северный Прикаспий, за исключением Мангышлака, следует сделать вывод, что структуры древнего заложения, неактивные в новейшее время, могли быть сnivelированы волновой деятельностью и погребены молодыми осадками, а условия для проявления в рельефе активных в новейшее время структур в силу этих же причин не были благоприятны.

Район Северо-Восточного Каспия в тектоническом отношении неоднороден и располагается в пределах различных структурных элементов докембрийской и эпигерцинской платформ, где характер тектонических движений также весьма неоднороден. Мангышлак с начала плицена испытывает слабое тектоническое поднятие со средней скоростью 0,005—0,015 мм/год, территория п-ва Бузачи относительно стабильна, а область Прикаспийской синеклизы испытывает погружение, максимальная скорость которого достигает 0,4 мм/год. На фоне общего погружения Прикаспийской синеклизы активно проявляется соляная тектоника. Средняя скорость роста соляных структур, по данным И. Г. Авенариус [3], Л. Б. Аристарховой [4], А. К. Певнева [5], составляет от 0,13 до 1 мм/год. Отдельные наиболее активные соляные купола растут со скоростью 2,5—4 мм/год [5]. Очевидно, приведенные значения знака и скоростей тектонических движений в пределах различных структурных элементов в Прикаспии можно с небольшими допущениями распространить и на прилегающие участки шельфа.

Для того чтобы оценить рельефообразующую роль тектонических движений, необходимо установить возраст поверхности дна. В то время когда уровень Каспия 1200 лет назад упал до отметок -32 м [1], Северо-Восточный Каспий, как можно судить по современным очертаниям впадины Уральская бороздина, превратился в вытянутый с северо-востока на юго-запад полуизолированный проточный бассейн, сток из которого осуществлялся в районе пролива между о. Кулалы и Кулалинской банкой. О наличии стока в этом районе свидетельствуют хорошо прослеживаемые по батиметрическим данным несколько эрозионных ложбин, истоки которых привязаны к уровню на 4 м ниже современного, и множество эрозионных останцов, представляющих собой в настоящее время серию небольших разноориентированных банок с отн. высотами до 1—2 м. Берега этого бассейна на юге располагались у края современного мелководья Тюленьих островов и Западного Бузачи, на востоке и юго-востоке береговая линия проходила по изобате 5 м, протягивающейся по подножию невысокого, но четко выраженного уступа. На севере береговая линия бассейна прослеживается по изобате 5 м и в целом очень напоминает современные очертания береговой линии северного



побережья Каспия. На западе береговая линия четко не фиксируется, так как изобата 4 м проходит по бровке уступа, ограничивающего западный борт впадины Уральская бороздина, а изобата 5 м — по его склону. Возможно, что четко выраженной береговой линии в этот период здесь не существовало, так как к западу от изобаты 4 м простирается обширная выровненная горизонтальная поверхность (по-видимому, выработанная раньше), в пределах которой волновое воздействие на берег было ослаблено и поэтому не оставило заметных морфологических следов существовавшей здесь береговой линии.

Достаточно четко прослеживаемые на остальных участках границы бассейна Дербентской регрессивной стадии дают основание датировать возраст поверхности, лежащей на глубинах 0—4 м в районе к югу и западу от Уральской бороздины и на глубинах 0—5 м к северу и востоку от нее, временем от 1200 до 160—170 лет, когда регрессивная фаза сменилась последней в истории Каспия трансгрессией [1].

Основные черты рельефа поверхности, лежащей в указанных интервалах глубин, по-видимому, были унаследованы от более раннего времени — от 8 до 5,4—6,4 тыс. лет назад, когда уровень моря также снижлся до абс. отметок —32 м. Очевидно, именно к этому периоду относится формирование обширной выровненной поверхности к западу от западного борта впадины Уральская бороздина, а в период последней регрессии здесь осуществлялась пассивная миграция береговой линии без каких-либо существенных изменений рельефа.

Формирование днища впадины Уральская бороздина на преобладающих глубинах 8 м происходило более чем 8 тыс. лет назад. Очевидно, близкие к современным черты рельефа впадины могли оформиться в период послехвалынской регрессии, когда уровень Каспия был на 20—22 м [6] или на 30—40 м [7] ниже современного. Вероятно, во время этой регрессии на месте современного Северо-Восточного Каспия существовал замкнутый озерный бассейн, который временами полностью пересыхал, свидетельством чего являются отдешифрованные по космическим снимкам следы древних русел, врезанных в днище впадины. Эти водотоки, видимо, не доносили свои воды до Каспия, о чем говорят слепые окончания их русел. Полное отчленение Северного Каспия в период послехвалынской регрессии подтверждается еще и тем обстоятельством, что Уральская бороздина на глубинах свыше 5 м не имеет выхода к югу и оконтуривается 5-метровой замкнутой изобатой.

Приведенные данные свидетельствуют, что впадина Уральская бороздина как самостоятельный элемент рельефа оформилась еще в пе-

Схема сопоставления структурного плана Северо-Восточного Каспия с элементами рельефа, выделенными по батиметрическим данным и космическим снимкам

Элементы рельефа (выделенные по батиметрическим данным), частично или полностью совпадающие с изобатированием их на космических снимках: 1 — прибрежные и приостровные отмели с глубинами 0—3 м, 2 — полузамкнутые положительные формы рельефа с отн. высотами до 1 м, 3 — реликтовые русла локальных водотоков, 4 — плоскостонные ложбины между крупными положительными формами донного рельефа, 5 — уступы с отн. высотами от 2 до 3 м: а) бровки, б) подножия.

Элементы рельефа (выделенные по батиметрическим данным), не отразившиеся на космических снимках. 6 — глубокие ложбины с крутыми склонами (отн. глубины 12—20 м), 7 — реликтовые речные русла, 8 — замкнутые положительные формы рельефа: а) с отн. высотами до 1 м, б) то же, до 2 м, 9 — замкнутые отрицательные формы рельефа: а) с отн. глубинами до 1 м, б) то же, до 2 м, 10 — полузамкнутые положительные формы рельефа с превышениями 3—4 м, 11 — уступы с отн. высотами от 2 до 3 м; а) бровки, б) подножия.

Элементы рельефа и ландшафта (не установленные по батиметрическим данным), уверенно выделяемые по космическим снимкам: 12 — реликтовые речные русла, выделяемые по особенностям распространения грунтов и донной растительности, 13 — реликтовые затопленные береговые бары, выделяемые по характеру плановых очертаний, 14 — аккумулятивные гряды (шалыги), выраженные в рельефе и подчеркиваемые особенностями распространения растительности и донных грунтов, 15 — подводные дельты, выработанные на мелководье сгонно-нагонными течениями.

Элементы тектоники: 16 — региональные и локальные разломы, 17 — глубинные разломы, 18 — граница распространения соли, 19 — соляные купола, 20 — локальные поднятия, 21 — активные соляные купола и локальные поднятия, 22 — активные участки разломов.

Прочие обозначения: 23 — острова, 24 — облака и тени от них

риод, предшествовавший послехвалынской регрессии, которая, как известно, произошла 9 тыс. лет назад [1]. С тех пор основные элементы рельефа впадины сохраняются в состоянии относительной консервации. Современные процессы рельефообразования, связанные с волнением, течениями и сгонно-нагонными явлениями, активно проявляются в основном за пределами впадины, где формируются грядовые аккумулятивные формы рельефа, хорошо прослеживающиеся по космическим снимкам. В пределах днища впадины эти формы встречаются гораздо реже, неразвиты, что свидетельствует о слабом проявлении формирующих их процессов.

Таким образом, впадина Уральская бороздина прошла сложный путь развития, на протяжении которого она неоднократно испытывала воздействие морской и озерной абразии и аккумуляции, субэарьальных факторов рельефообразования. А каковы же причины, обусловившие ее возникновение? На этот счет существует концепция, обосновывающая ее эрозионный генезис, при этом плоские участки дна в восточной части депрессии трактуются как остатки речной террасы [8]. Этой концепции противоречат приведенные выше данные (отсутствие следов стока в средний Каспий на глубинах свыше 4 м), а также некоторые другие известные и вновь установленные факты: 1) уступы, четко прослеживаемые в западной и восточной частях котловины, которые можно принять за остатки речных террас, в направлении с севера на юг на всем протяжении (более 70 км) не изменяют своих отметок, что не может быть при их эрозионном генезисе; 2) большие размеры впадины, во много раз превышающие размеры долин Урала и даже Волги. И, наконец, последний факт, также не подтверждающий эрозионное происхождение впадины, устанавливается в результате анализа космических снимков. На последних следы древних долин наблюдаются в значительном удалении от упомянутых выше уступов, а ширина этих долин (до 1—2 км) соответствует современной ширине долины Урала, из чего можно заключить, что палео-Урал того времени по своей полноводности был соизмерим с современным Уралом и, следовательно, не мог выработать такую гигантскую долину. Это представляется невероятным, если также учесть, что рассматриваемые события происходили в условиях засушливого климата, приведшего к резкому падению уровня моря.

Таким образом, многочисленные и достаточно убедительные факты свидетельствуют о неэрозионном происхождении впадины. Вероятнее всего, основные черты рельефа впадины предопределены тектоникой.

По данным палеотектонического анализа [9] известно, что от рэтлейаса до олигоцена — раннего миоцена существовали две области устойчивого поднятия — Бузачинская и Астраханская, между которыми протягивалась субмеридиональная зона тектонического погружения, форма, размеры и местоположение которой примерно совпадают с современными контурами впадины Уральская бороздина. Очевидно, основные черты рельефа впадины заложилась позже — в среднем плиоцене, когда в пределах Каспия и Прикаспия повсеместно происходили интенсивные тектонические движения. По-видимому, активизация этих движений отрицательного знака произошла по разломам, наиболее ярким отражением которых в современном рельефе являются западный и юго-восточный борты впадины, характеризующиеся своей прямолинейностью. На продолжении юго-восточного борта впадины на суше, в средней части п-ова Бузачи на космических снимках прослеживается четко выраженный линеймент, маркируемый прямолинейной полосой солончаков, дающих на фотоизображениях светлый фототон.

Приведенные факты говорят о том, что на протяжении длительного периода тектоническое развитие и развитие рельефа рассматриваемого района протекает унаследованно, что является благоприятной предпосылкой для структурно-геоморфологического анализа.

В рассматриваемом районе наблюдается достаточно большое количество положительных форм рельефа с отн. высотой до 1,5—3,0 м. Часть их совпадает с известными соляно-купольными структурами, в то же

время в пределах некоторых структур таких форм не наблюдается, и наоборот, аналогичные формы встречаются на участках, где соляно-купольные структуры неизвестны. Из этого следует, что далеко не все положительные формы рельефа связаны с проявлениями тектоники и к интерпретации их генезиса следует подходить с осторожностью. Во избежание ошибок следует, по-видимому, исключить из анализа формы рельефа с субмеридиональной ориентировкой, так как они могут быть связаны с деятельностью водотоков, сток которых был направлен с севера на юг. Следует также исключить формы рельефа, связанные с деятельностью современных рельефообразующих процессов, способствующих образованию подводных валов, которые, как установлено по космическим снимкам, группируются в гряды с субмеридиональной и субширотной ориентировкой. Наиболее вероятно тектоническое происхождение положительных форм рельефа с субширотной ориентировкой (за исключением названных выше), так как она соответствует простиранно складчатости в рассматриваемом районе.

В днище впадины Уральская бороздина в ареал соленосной формации попадает относительно неширокая полоса с глубинами 5—6 м. В пределах этой поверхности, являющейся халистатической областью, где скорость осадконакопления относительно равномерна, а рельефообразующая роль течений и волнений незначительна, при наличии сильно-активных поднятий можно было бы ожидать максимально возможных контрастов рельефа. Такой участок отмечается в восточной части впадины, где наблюдается вытянутая положительная форма рельефа отн. высотой 3 м. Она выходит за пределы собственно днища впадины и осложнена несколькими мелкими формами северо-западной ориентировки и абразионным уступом, проходящим на глубине 5 м и как бы разделяющим ее на две ступени. Описываемая форма рельефа имеет северо-восточную ориентировку и проходит вблизи глубинного Аграхано-Эмбенского разлома. В ее пределах установлено два соляно-купольных поднятия [12—14], которые, по-видимому, следует считать активными и, вероятно, связанными с Аграхано-Эмбенским разломом. Разлом и описанная форма рельефа в точности совпадают по ориентировке, но несколько отстоят друг от друга, протягиваясь параллельно, что, возможно, связано с наклоном плоскости разлома на данном участке к северо-западу, в связи с чем его отражение в рельефе смещено к юго-востоку. В пределах рассматриваемого участка, возможно, имеется еще несколько соляных поднятий, вероятнее всего, в зоне пересечения Аграхано-Эмбенского глубинного разлома с региональным Урало-Бузачинским разломом, так как соляные поднятия формируются обычно в зонах сочленения разломов различной ориентировки и группируются в гряды, так называемые соляные антиклинали [15, 16]. В пределах остальной части впадины Уральская бороздина в ареале распространения соли признаков сильноактивных соляных поднятий не отмечается, так как превышение развитых здесь положительных форм рельефа менее 1,5 м.

Обращает на себя внимание густое расположение соляных куполов в зоне развития реликтовых русел и то, что каждый из известных здесь куполов пересекается руслом. Соляные купола часто прорываются в зонах, ослабленных эрозией. М. В. Проничева [17] приводит данные о приуроченности целой серии куполов к древней предакчагыльской долине палео-Урала. Поскольку в зоне развития реликтовых долин во впадине Уральская бороздина каких-либо деформаций послехвалынской поверхности не отмечается, то, очевидно, соляные купола, приуроченные к древним долинам, проявили свою активность раньше послехвалынской регрессии, а в последующее время были неактивными.

В месте пересечения Аграхано-Эмбенского разлома с современной береговой линией отмечается сочленение этого разлома с двумя разломами субширотной ориентировки. В зоне сочленения установлено соляное поднятие, к северной периферии которого приурочен бар или затопленный бэровский бугор, опознанный на космическом снимке. В связи с отсутствием данных о внутреннем строении этой формы рельефа точ-

нее установить ее генезис не представляется возможным. Тем не менее независимо от ее генезиса поднятие в том и другом случае является активным, так как бэровские бугры в Северном Прикаспии обычно приурочены к периферийным частям активных морфоструктур [6], а бары повсеместно на Каспии являются индикаторами новейших поднятий. Учитывая, что данное поднятие располагается на глубине до 2 м, мы условно относим его к относительно активным.

В пределах днища впадины Уральская бороздина, к югу от границы распространения соленосной формации, Аграхано-Эмбенский разлом в рельефе никак не проявляется, на основании чего можно считать, что на последних стадиях новейшего этапа существенных подвижек на этом участке разлома не происходило. Его юго-западное продолжение за пределами впадины находит отражение в распластывании изобат в месте сочленения западного и юго-западного бортов впадины, а южнее он совпадает с направлением эрозионной ложбины, маркирующей направление стока из впадины при уровне на 4 м ниже современного. На основании этих признаков Аграхано-Эмбенский разлом на этом участке следует считать активным на последних стадиях новейшего этапа.

Активным почти на всем протяжении является и Урало-Бузачинский региональный разлом. Он отражается серией мысовидных выступов изобат. К нему приурочены эрозионные ложбины, положительные формы рельефа соответствующей ориентировки, спрямленные участки изобат. Характерно, что при изменении его простираения с меридионального на юго-юго-восточное, аналогичным образом изменяется простираение эрозионной ложбины, приуроченной к нему на этом участке. В зоне его пересечения с Аграхано-Эмбенским разломом, где проходит также субширотный региональный дугообразный разлом, известно крупное локальное поднятие, которому в рельефе соответствует возвышенность субширотной ориентировки. Это поднятие находится вблизи границы зоны соляно-купольной тектоники, но за ее пределами. Мало вероятно, чтобы за пределами распространения соленосной формации, где скорости тектонических движений не превышают сотых долей мм/год, поднятие, даже тектонически активное, могло отразиться в рельефе, так как возможные деформации поверхности за 8—9 тыс. лет не могут превышать 10 см, а в данном случае превышение формы рельефа, соответствующей поднятию, более 1 м. На основании этих данных можно предположить, что граница соли проходит восточнее и, возможно, обрывается по дугообразному разлому, а поднятие является тектонически активным.

Приведенные данные о признаках новейшей тектонической активности некоторых структур Северо-Восточного Каспия дают право считать их перспективными в нефтегазоносном отношении и соответствующим образом ориентировать дальнейшее направление разведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьев О. К., Каплин П. А., Рычагов Г. И., Свиточ А. А., Абрамова Т. А. Новые данные о четвертичной истории Каспийского моря.— В кн.: Комплексные исследования Каспийского моря, вып. 5. М.: Изд. МГУ, 1976, с. 49.
2. Рычагов Г. И. Позднеплейстоценовая история Каспийского моря.— В кн.: Комплексные исследования Каспийского моря, вып. 4. М.: Изд. МГУ, 1974, с. 18.
3. Авенариус И. Г. Сравнительная роль новейшей тектоники и избирательной денудации в формировании локальных морфоструктур в центральной части Подуральского плато.— В кн.: Структурно-геоморфологические исследования при нефтегазопойсковых работах. Л.: ВНИГНИ, 1969, с. 243.
4. Аристархова Л. Б. Современный рельеф и глубинное строение Прикаспийской впадины.— В кн.: Структурно-геоморфологические исследования при нефтегазопойсковых работах. Л.: ВНИГНИ, 1969, с. 242.
5. Левнев А. К. Современные движения поверхности в районе Баскунчакской солянокупольной структуры. М.: Наука, 1968, 100 с.
6. Жуков Н. М. О дифференцированных вертикальных движениях берегов Каспия за четвертичное время.— Уч. зап. МГУ. Сер. геогр., вып. 48, 1941, с. 137.
7. Рихтер В. Г. Новые данные о древних береговых линиях на дне Каспийского моря.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1954, вып. 5, с. 55.
8. Пахомова А. С. Тенденция изменения геологических условий дельты Волги и северной части Каспийского моря.— Тр. ГОИН, 1955, вып. 28, с. 39.
9. Польштер Л. А., Висковский Ю. А., Левин А. И., Несмеянов Д. В. Среднекаспийский нефтегазоносный бассейн. Л.: Недра, 1972. 222 с.

10. Шарков В. В. Геология подводного склона западного берега Каспийского моря. М.—Л.: Наука, 1964. 429 с.
11. Лебедев Л. И., Едигарян З. П., Кулакова Л. С., Алексина И. А., Калинина Л. А., Никишкин А. В. Геологическое строение и нефтегазоносность платформенной части Каспия. М.: Наука, 1976. 127 с.
12. Маловицкий Я. П. Оценка перспектив нефтегазоносности Каспия (на основе анализа его глубинной структуры).— Геология нефти и газа, 1964, № 6, с. 18.
13. Маловицкий Я. П. Перспективы нефтегазоносности акватории Каспия.— ВНИИОЭНГ. Сер. нефтегазоносность, геология и геофизика. М., 1967, с. 18.
14. Летавин И. А. Основные черты строения палеозойского фундамента западной части Туранской плиты.— В кн.: Геологическое строение и нефтегазоносность молодых платформ. М.: Наука, 1970, с. 69.
15. Свиточ А. А. Изучение глубинного строения Прикаспия при помощи анализа новейшей тектоники соляных гряд.— В кн.: Структурно-геоморфологические исследования при нефтегазопроисловых работах. Л.: ВНИГНИ, 1969, с. 70.
16. Шульц С. С. Планетарная трещиноватость и ее значение для нефтяной геологии.— В кн.: Структурно-геоморфологическое изучение нефтегазоносных земель. М.: Изд. МГУ, 1973, с. 4.
17. Проницева М. В., Рождественский А. П. Преадакчагыльский рельеф Северного Прикаспия и проблема палео-Волги.— Геоморфология, 1976, № 4, с. 12.

Госцентр «Природа»,
Москва

Поступила в редакцию
17.IV.1981

STRUCTURAL-GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE FLOOR OF NORTH-EAST CASPIAN SEA

MUSATOV V. A.

Summary

A series of investigations carried out using geophysical data, bathymetrical maps, space images and other materials resulted in some notions on the floor topography evolution at the North-East Caspian as well as permitted to evaluate the rate of neotectonic movements of some local structures. Active structures are believed to be promising for oil and gas prospects.

УДК 551.432 : 551.240(571.5)

ТУЛОХОНОВ А. К.

МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ И МОРФОСТРУКТУРА ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Характерной особенностью геоморфологического строения краевой части Сибирской платформы является его асимметрия, которая заключается в горном обрамлении южных и восточных границ, в сочетании с краевыми прогибами и рифтовыми структурами, и совершенно противоположном характере равнинного сочленения с Западно-Сибирской плитой и шельфом Северного Ледовитого океана. Некоторое исключение представляет хр. Бырранга на Таймыре. Однако его отметки, едва достигающие 1100 м, несопоставимо меньше высоты горных сооружений, окружающих платформу с востока и юга. Кроме того, по структурным особенностям Таймыр представляет собой выступы древних структур в ядрах антиклинорий герцинской складчатости, отличаясь тем самым от гор Южной* и Восточной Сибири. При этом масштабы эндогенного рельефообразования практически не зависят от вещественного состава субстрата и, судя по геолого-геофизическим данным, определяются прежде всего структурным положением в зоне обрамления Сибирской платформы и тангенциальным сжатием со стороны внешней складчатой области. Это позволяет объединить латеральный ряд морфоструктур такого рода под понятием внутриконтинентального орогена, подразумевая под ним крупные континентальные горные сооружения, образующиеся на окраине платформенных плит в результате