

17. Сахатов В. З. Значение генерализации космических изображений при металлогеническом анализе (на примере Кавказа)//Исследование Земли из космоса. 1983. № 6. С. 73—82.
18. Dewey J. E., Pitman W. C., Ryan W. B. F. Bonim Plate tectonics and the evolution of the Alpine system//Geol. Soc. Amer. Bull. 1973. V. 84. № 10. P. 3137—3159.
19. Smith A. D. Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean and Atlantic//Geol. Soc. Amer. Bull. 1971. V. 82. № 8. P. 2039—2070.

Институт географии
АН АзССР

Поступила в редакцию
12.VI.1990

IDENTIFICATION OF MORPHOTECTONIC BLOCKS FRAMEWORK IN THE EASTERN LESSER CAUCASUS AND ADJACENT AREAS USING SPACE IMAGES

E. K. ALIZADE

S u m m a r y

On the basis of space photoes interpretation a distinct pattern of structural elements has been identified, such as lineaments, arch and circular structures. When interpreted in terms of morphotectonics, they revealed individual fold-block and block morphostructures bounded by faults. It is emphasized that the formation and development of the morphotectonic framework of the region is consistently explained on the basis of the plate tectonics.

УДК 551.4.07

©

Л. Б. АРИСТАРХОВА, Р. Г. БЕРЗИН, И. К. КЕРИМОВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЕГИОНАЛЬНЫХ СЕЙСМОПРОФИЛЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОГРЕБЕННОГО ПРЕДРАННЕПЕРМСКОГО РЕЛЬЕФА В ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЕ

Прикаспийская впадина — один из уникальных геологических объектов Советского Союза, издавна привлекавших пристальное внимание не одного поколения геологов, геофизиков, геоморфологов. Тем не менее геологическая изученность этого региона все еще недостаточна. Особенно много неясного в вопросах глубинного (подсолевого) строения Прикаспийской впадины, истории формирования ее погребенного рельефа, степени унаследованности новейших тектонических деформаций и морфоструктуры от древней структуры. Существующие по этим вопросам точки зрения противоречивы, недостаточно подтверждены фактическим материалом.

В Прикаспии остро назрела необходимость всестороннего анализа погребенного рельефа подсолевого ложа. Без знаний особенностей его строения, степени тектонической обусловленности, выражения его в вышележащих отложениях и в современном рельефе невозможна организация ни поиска, ни добычи глубинных залежей нефти и газа. В частности, исследование современной морфоструктуры и предраннепермского палеорельефа, выполненное по материалам бурения на небольшом участке в центральной части Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ), показало довольно тесную связь морфоструктурных элементов с формами погребенного предраннепермского рельефа [1, 2].

В то же время изучение рельефа подсолевого ложа Прикаспийской впадины связано с большими трудностями, так как глубокие скважины распределены здесь крайне неравномерно. Использование же сейсмопрофилирования для построения достоверных структурных карт, карт изохрон, в итоге выявления палеогипсометрии подсолевого ложа сдерживается неоднозначностью стратиграфической интерпретации сейсмических записей. Один и тот же отражающий горизонт нередко отождест-

вляется с весьма различными по возрасту геологическими горизонтами (кровля то среднего карбона, то ассель-артинских отложений и др.).

В этих условиях изучение особенностей строения подсолевого рельефа Прикаспийской впадины требует поиска новых методических подходов. Таким подходом может стать геоморфологическая интерпретация данных сейсмостратиграфии. Возможности сейсмостратиграфии можно использовать для изучения не только литогенеза прошлых эпох, но и для восстановления древнего рельефа и особенностей палеоморфогенеза. Подобные исследования были выполнены авторами с целью изучения погребенного рельефа подсолевого ложа юга Волго-Уральского междуречья Прикаспийской впадины.

Осуществлялись следующие исследования. Во-первых, сейсмостратиграфический анализ региональных сейсмических профилей МОГТ — КМПВ, нацеленный на получение материала для суждения о формировании подсолевого палеорельефа. Во-вторых, структурно-геоморфологический анализ региона, завершившийся составлением морфоструктурной карты масштаба 1 : 500 000. В-третьих, сопоставление результатов палеогеоморфологического анализа с данными структурно-геоморфологических исследований с целью выявления унаследованных (длительно развивавшихся и возрожденных) тектоногенных элементов древнего и современного рельефа.

Основу сейсмостратиграфического анализа составляет системный подход и комплексное использование при трактовке сейсмических записей всей совокупности геолого-геофизических данных [3].

В Прикаспии подсолевой сейсмогеологический разрез может быть расчленен на ряд сейсмических седиментационных комплексов (ССК), ограниченных опорными отражающими горизонтами: Π_3 , который отождествляется с предполагаемой поверхностью рифей-нижнепалеозойских отложений; Π^a , фиксирующий кровлю терригенных отложений среднего и, частично, верхнего девона; Π_2 , сопоставляемый с кровлей карбонатных отложений башкирского яруса среднего карбона; Π_1 в большинстве, но не всегда, увязываемый с поверхностью подсолевого ложа. Кроме того, на некоторых сейсмопрофилях выше отражающего горизонта Π_1 , но ниже поверхности соленосной толщи кунгура (отражающий горизонт VI), зафиксирован еще один отражающий горизонт, обычно обозначаемый индексом Π .

В данной работе рассматривается ССК, заключенный между опорными горизонтами Π^a и Π_1 (верхний девон — нижняя пермь). Этот комплекс состоит из совокупности сейсмофаций, которым соответствует интервал с характерным рисунком отражений, отличающимся от рисунка соседних интервалов. Сейсмофациальный анализ заключается в прослеживании и интерпретации рисунка отраженных волн (осей синфазности), их выдержанности по простиранию, интенсивности записи, интервальной скорости, в визуальном определении частоты отраженных волн и их геометрии внутри сейсмофаций, а также в выделении ассоциаций сейсмофаций в пределах исследуемого ССК. По пересечениям сейсмопрофилей определялось трехмерное положение выделенных сейсмофаций. Цель анализа — получение информации об условиях осадконакопления и литологии пород, а через них — о вероятной геоморфологической обстановке в исследуемый интервал геологического времени.

В пределах анализируемого верхнепалеозойского ССК отмечаются два вида прекращения корреляции отражений: эрозионный срез и врез (размыв с образованием поверхности несогласия) и кровельное прилегание (исчезновение отражения от кровли осадочного комплекса). Выклинивание осадков характеризуется на временных разрезах подошвенными несогласиями.

При анализе сейсмофаций выделяют основные типы рисунков, образуемых отраженными волнами на сейсмических разрезах. Примеры геологической и геоморфологической интерпретации типов рисунков отраженных волн на сейсмических разрезах, пересекающих юг Волго-Уральского междуречья, показаны на рис. 1.

Параллельный (субпараллельный) рисунок сейсмической записи указывает на равномерный темп осадконакопления на спокойно погружающемся шельфе в обстановке стабильного положения дна бассейна. В исследуемом районе выделены четыре крупные области с таким видом напластования: Астраханская, Междуреченская (Жамбайская), Мынтюбинская и Новобогатинская. Скоростной и динамический анализ сейсмических отражений позволяет отнести первые три области к преиму-

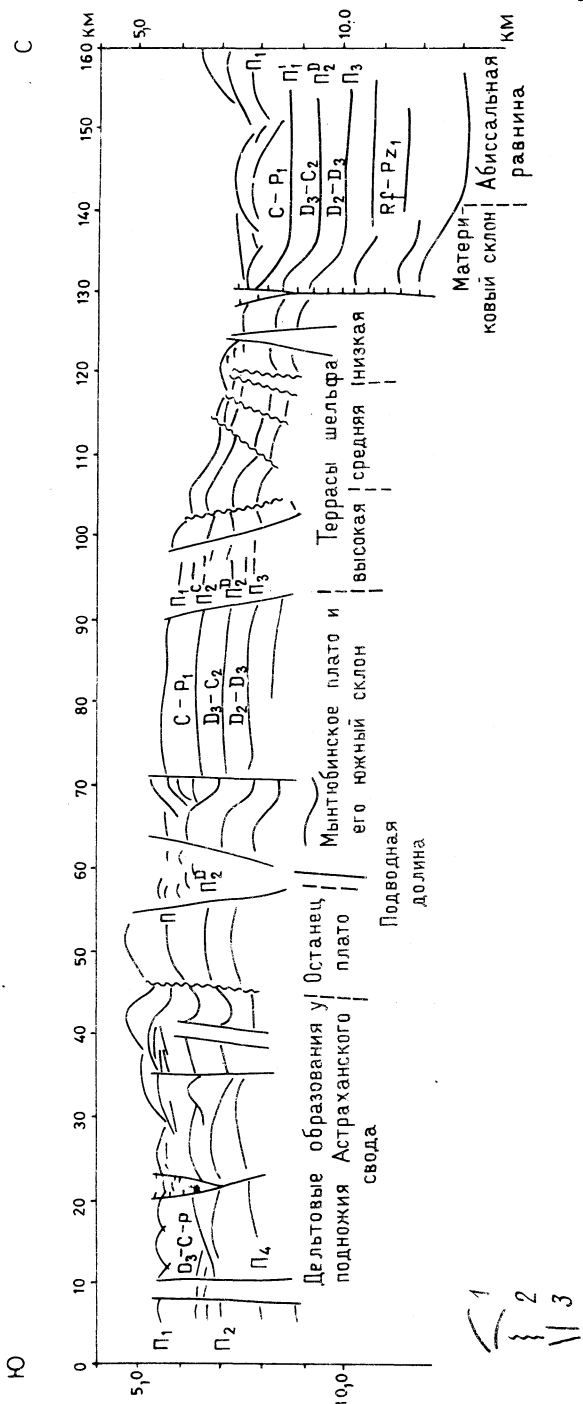
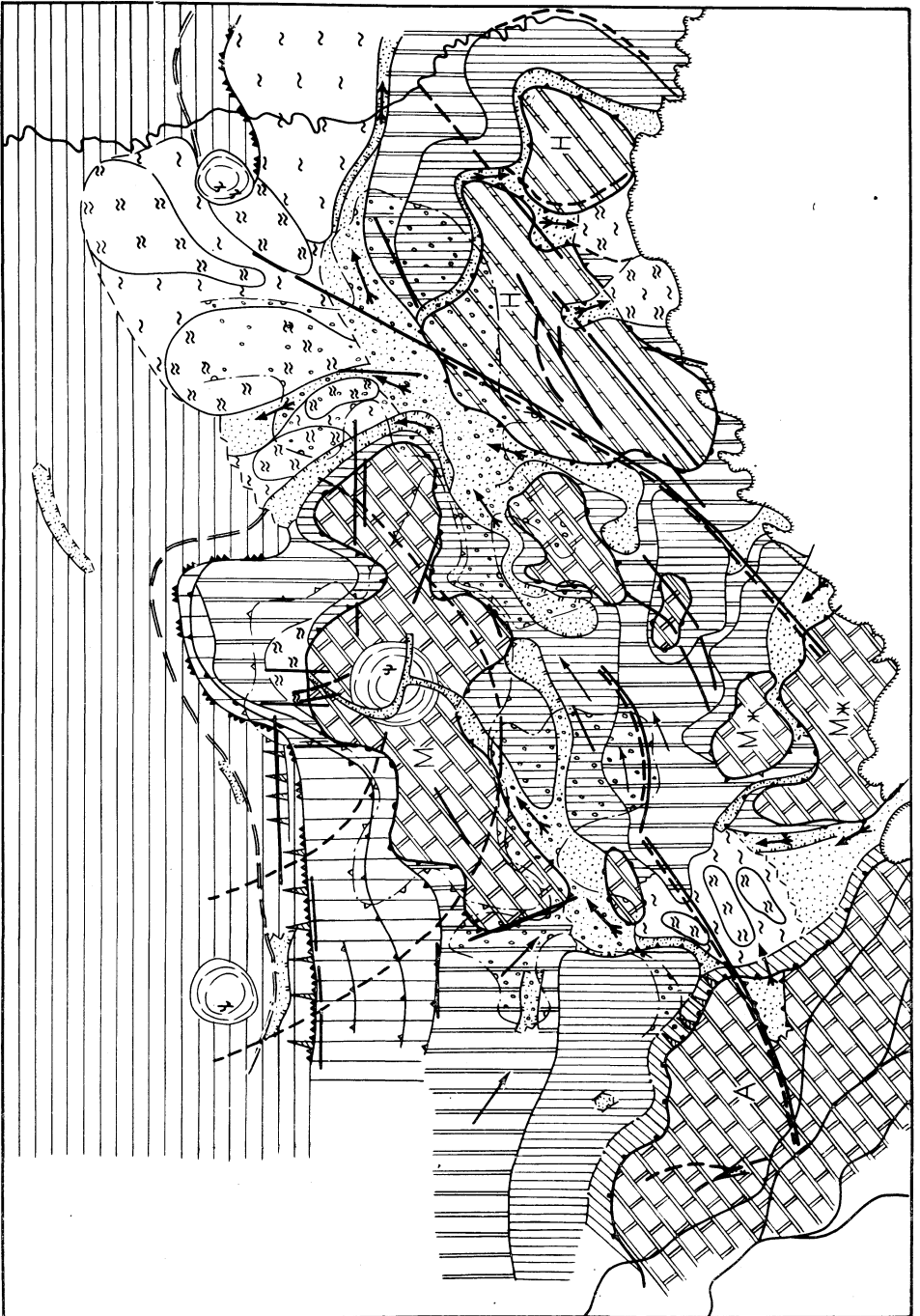
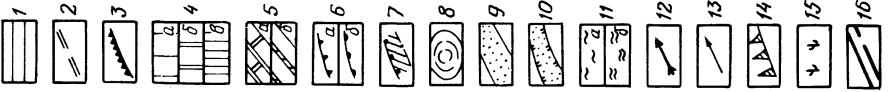
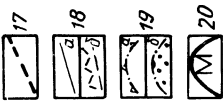


Рис. 1. Сейсмогеологический разрез по профилю VI с элементами палеогеоморфологической интерпретации I --- сейсмические границы, построенные по данным МОГГ; 2 --- граница смены волновой картины; 3 --- зоны смены волновой картины



щественно карбонатному типу осадконакопления, а Новобогатинскую — к терригенному.

Клиновидный рисунок сейсмической записи характеризует переменный тип осадконакопления или постепенный наклон поверхности седиментации. На временных разрезах наблюдается большое разнообразие выклинивающихся поверхностей. Все они в пространстве расположены между названными выше относительно стабильными областями морского дна и на севере района — в Центральной Прикаспийской депрессии.

Бугристый и клиноформный тип рисунка с нерегулярным, бессистемным прекращением прослеживающихся отражений характеризует изменчивую высокоэнергетическую обстановку осадконакопления. Это свойственно накоплению осадков в условиях мелководья, в зонах дельт или между дельтами. Кроме того, для дельтовой седиментации типична система верного рисунка с выклиниванием отражений в сторону глубокой части бассейна. Крупные дельтовые конусы выноса, характеризующиеся таким рисунком отражений, наблюдаются у подножия Астраханского свода и у материкового склона шельфа между террасами Новобогатинского и Мынтюбинского стабильных массивов.

Хаотический рисунок, при котором наблюдаются прерывистые отражения, проходящие под разными углами, обычно указывает на осадочные комплексы заполнения глубоких каналов, образующиеся за счет обрушения и оползания склонов в зонах тектонических нарушений, складчатости или иной дислоцированности. Этот же тип отражений наблюдается в подводных долинах, особенно на участках их глубоких врезов. Области отсутствия отражений могут характеризовать однородные неслоистые крутопадающие толщи. Таковы, например, соляные тела и мощные сейсмически однородные глинистые или песчаные толщи.

В различных участках изученной территории сейсмозапись фиксирует крупные холмообразные формы. Три наиболее выразительные из них расположены: одна на Мынтюбинском платообразном стабильном массиве, другая — вблизи склона к абиссальной равнине у подножия террасы Новобогатинского массива, третья — за пределами материкового склона шельфа на абиссальной равнине к северо-западу от Мынтюбинского массива. Природа этих холмообразных форм может быть самая разнообразная. Чаще всего подобные образования фиксируют положительные формы, образуемые биогенными карбонатными породами и рифами, либо мощные холмообразные накопления обломочного или вулканического материала.

Анализ сеймопрофилей описанным способом выявил разный характер седиментации осадков и позволил на этой основе выполнить качественную реконструкцию палеорельефа дна предраннепермского моря и составить соответствующую схематическую палеогеоморфологическую карту (рис. 2).

Как показано на этой карте, в период, непосредственно предшествовавший предраннепермскому континентальному перерыву, строение дна морского бассейна, занимавшего юг Волго-Уральского междуречья, было весьма сложным. На фоне общего ступенчатого погружения дна с юга на север, от прибрежного шельфа до глубоководной абиссальной равнины Центральной Прикаспийской депрессии, отчетливо выделяется несколько крупных относительно стабильных и возвышенных платообразных

Рис. 2. Схематическая карта рельефа дна предраннепермского моря (юг Волго-Уральского междуречья)

Основные типы, формы и элементы рельефа: 1 — абиссальная равнина Центральной Прикаспийской депрессии; 2 — граница подножия материкового склона; 3 — уступ материкового склона; 4 — шельф и его ступени: а — низкая, б — средняя, в — высокая; 5 — возвышенные платообразные массивы (подводные острова) в зоне шельфа, сложенные преимущественно: а — карбонатами, б — терригенными породами; 6 — бровки уступов в зоне шельфа: а — крутые; б — пологие; 7 — крутой склон Астраханского свода; 8 — изолированные холмообразные подводные горы (высотой 2—3 км); 9 — подводные долины; 10 — каньоноподобные врезы подводных долин; 11 — подводные дельты (а), участки дельты, характеризующиеся усиленной аккумуляцией (б); 12 — направление падения тальвегов подводных долин; 13 — направление подводных течений; 14 — участки обрушения и оползней; 15 — вероятные рифовые постройки; 16 — фрагменты долгоживущих разрывных нарушений, проявленные в древнем и современном рельефе; 17 — разрывные нарушения, проявленные в древнем и современном рельефе и связанные с кольцевыми структурами; 18 — границы типов рельефа, намеченные: а — уверенно, б — условно. Прочие обозначения: 19 — контуры крупных современных морфоструктур, фиксирующие элементы рельефа дна предраннепермского моря: а — контур положительной морфоструктуры; б — контур относительно опущенных морфоструктур; 20 — контуры и индексы подводных возвышенных платообразных массивов: А — Астраханского, Мж — Междуреченского, М — Мынтюбинского, Н — Новобогатинского

массивов (подводных «островов»): Астраханский (самый высокий), Мынтыубинский, Междуреченский, Новобогатинский и несколько менее крупных типа останцов. Все они связаны с известными здесь выступами фундамента и сводовыми поднятиями в осадочном чехле.

С юго-запада на северо-восток прибрежный шельф пересекает широкая подводная ложбина, представленная цепочкой подводных долин с участками каньонобразных врезов, заканчивающаяся на северо-востоке, на материковом подножие шельфа, обширной подводной дельты.

Обращает на себя внимание разный характер материкового склона на западе и востоке района. На западе склон ограничен четкими субширотными уступами, на многих участках осложнен обрушениями, а на востоке скрыт под дельтовыми наносами. Интересно расположение эрозионных врезов, осложняющих шельф. Большинство из них явно тяготеет («прижаты») к бортам возвышенных массивов. Таковы врезы, «прижатые» к восточным бортам Мынтыубинского и Новобогатинского массивов, а также окаймляющие с запада и востока северный выступ Междуреченского подводного «острова». Особого внимания заслуживает эрозионный врез, пересекающий центральную часть Мынтыубинского массива, осложненного здесь высокой (порядка 3 км) холмообразной подводной горой. Этот врез закартирован детальными работами МОГТ гурьевских геофизиков. Здесь же в глубокой параметрической скважине П-1 на глубине 4793 м отмечена аномально высокая температура (208° С).

Кроме Мынтыубинской холмообразные горы показаны на карте близ материкового склона абиссальной равнины на северо-западе и северо-востоке района. Не исключено, что происхождение этих гор, так же как и Мынтыубинской, вулканическое. Отмеченные здесь небольшие локальные магнитные и гравитационные аномалии говорят в пользу такого предположения. Подобные горы близ материкового склона имеют благоприятные условия для жизнедеятельности рифообразующих организмов.

На палеогеоморфологической карте показаны фрагменты разрывных нарушений. Все они зафиксированы на сейсмопрофилях, трассировка нарушений в плане дана с учетом данных дешифрирования космических снимков и геоморфологической выраженности их в современном, местами погребенном, рельефе. Особенно четко в рельефе и на космоснимках трассируется зона протяженного разрывного нарушения северо-восточного простирания, протягивающаяся параллельно упомянутой выше подводной долине того же простирания вдоль западного края Новобогатинского массива. Судя по космическим снимкам, это разрывное нарушение скорее всего является частью дуги концентрированной крупной (радиусом порядка 300 км) кольцевой структуры. Две дуги концентрированной крупной кольцевой структуры, хорошо видные на космоснимках и фрагментарно проявленные в современном рельефе, связаны с Мынтыубинским массивом. Внешняя дуга как бы опоясывает массив с юга, а внутренняя — проходит через его центр.

Структурно-геоморфологический анализ был выполнен на основе дешифрирования материалов аэрокосмосъемки, специального анализа детальных топографических карт и контрольных полевых наблюдений. На составленной в итоге морфоструктурной карте, отдельные элементы которой приведены на рис. 2, показаны выявленные по геоморфологическим данным локальные и крупные морфоструктуры разной степени новейшей тектонической активности и сеть главных морфолинементов. К последним мы относим выраженные в рельефе и на космоснимках зоны трещиноватости, фиксирующие активизированные разрывные нарушения разных типов.

Согласно морфоструктурной карте, изученная территория в четвертичное время испытала дифференцированные тектонические подвижки. Она обусловлена как активизацией собственно соляной тектоники, так и процессом активизации глубинных структур (разломы, блоки). Последние четко выражены в рельефе. Многочисленные локальные морфоструктуры чаще всего (свыше 75% случаев) имеют соляно-купольное происхождение.

В расположении ряда элементов подсолевого и современного рельефа Волго-Уральского междуречья заметно отчетливое сходство. В частности, наблюдается большое сходство формы и местоположения предраннепермского Мынтыубинского платообразного возвышенного массива с группой активных в четвертичное время крупных положительных морфоструктур в том же районе (рис. 2). Хорошо коррелируют друг с другом также широкая относительно опущенная зона северо-восточного

структур) и система подводных ложбин той же ориентировки на дне предраннепермского моря.

Выраженные в предраннепермском рельефе резкие уступы, обрушения, глубокие узкие каньонообразные врезы и другие признаки, характерные для участков активизации тектонических напряжений в местах разрывных нарушений, почти повсеместно соответствуют зонам тектонической трещиноватости, подчеркнутым морфолинеаментами. Например, протяженный морфолинеament северо-восточного простирания, показанный по геоморфологическим данным в восточной части междуречья, прекрасно читается в погребенном рельефе подсолевого комплекса по резкой смене типов рельефа дна моря. К западу от этого морфолинеамента на дне моря господствуют карбонатные возвышенные массивы с окаймляющими их глубокими эрозионными ложбинами, к востоку — обширное терригенное плато с пологими террасированными склонами. Хорошо увязывается с элементами погребенного рельефа и серия кулисно продолжающих друг друга широтных морфолинеamentов на севере изученной территории. Широтные морфолинеamentы на ряде участков здесь точно совпали по местоположению с уступами, отделяющими материковый склон шельфа предраннепермского моря от расположенной севернее абиссальной равнины.

Как и на упомянутом ранее участке АКГМ в области Астраханского свода, названные и другие, менее яркие, совпадения элементов подсолевого и современного рельефов свидетельствуют об их единстве, обусловленном главным образом монолитностью блоков фундамента и новейшей активностью долгоживущих зон разрывных нарушений.

Выводы

1. Применение сейсмостратиграфического анализа позволило по-новому охарактеризовать условия седиментации и черты рельефа морского дна в предраннепермское время на юге Волго-Уральского междуречья. Выделенные в процессе анализа возвышенные плато зоны шельфа связаны с известными здесь выступами фундамента и сводовыми поднятиями в осадочном чехле и таким образом являются перспективными для поиска и в пределах локальных нефтегазовых ловушек. Широкая подводная ложбина, пересекающая территорию с юго-запада на северо-восток, явно тектонически обусловлена. Обширная подводная дельта, сформированная на подножии материкового склона в результате деятельности потоков, следовавших по этой ложбине, представляет особый интерес, с точки зрения ее нефтегазоносности, так как здесь могут образоваться бессернистые залежи, характерные для терригенных отложений.

2. Сопоставление палеогеоморфологической и морфоструктурной карт выявило принципиальное сходство в расположении и ориентировке крупных черт подсолевого и современного рельефов, что свидетельствует о ведущей роли тектонического фактора в образовании рельефа изученной территории и в позднем палеозое и в настоящее время.

3. В районе зафиксировано присутствие долгоживущих и, очевидно, глубоко проникающих разрывных нарушений, которые могут быть путями проникновения глубинных флюидов, в том числе несущих сероводород, что необходимо учитывать при экологической оценке территории.

4. Использование данных сейсмостратиграфии открывает новые возможности в изучении условий морфолитогенеза и восстановления погребенного рельефа прошлых эпох. Наилучший путь применения этого методического подхода для палеогеоморфологических построений видится в совместной работе геологов-сейсмостратиграфов и геоморфологов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика палеогеоморфологических исследований нефтегазоносных областей СССР // Тр. ВНИГНИ. Вып. 250. М.; Недра, 1985. 188 с.
2. Аристархова Л. Б., Сахарова Е. И. Предраннепермский рельеф центральной части Астраханского газоконденсатного месторождения // Геоморфология. 1990. № 3. С. 66—69.
3. Сейсмическая стратиграфия. Т. I и II / Ред. Пейтан Ч., М.; Мир, 1982. Т. I—837 с. Т. II—795 с.