

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРЕДРАННЕПЕРМСКОГО ПОГРЕБЕННОГО РЕЛЬЕФА СЕВЕРО-ВОСТОКА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ МОГТ-2Д

THE PRICASPIAN BASIN NORTHEAST SIDE ZONE PRE-SALT DEPOSITS OIL-AND-GAS POTENTIAL ON 2D CDP SEISMIC SURVEY MATERIALS

УДК 550.34.06.013.3

## А.М. ДЖАМИКЕШОВ

Окончил в 1989 г Московский институт Нефти и Газа им. И.М. Губкина. В 1994 г. Институт Народного хозяйства в Алматы, Магистр нефтяного бизнеса. Генеральный директор ТОО «Каспиан Энерджи Ресерч».

Казахстан, Атырау  
jamikeshev@ser.kz

## И.К. КЕРИМОВА

Окончила в 1963 году геологический факультет МГУ. Кандидат геолого-минералогических наук. Начальник тематической группы комплексной интерпретации ОП «Спецгеофизика».

Россия, Москва

## A.M. JAMIKESHOV

In 1989 graduated from the Moscow Institute of Oil and Gas after I.M. Gubkin, Specialty: Geology and exploration of oil and gas fields. General Director of «Caspian Energy Research» LLP, Master's Degree of Oil Business

Kazakhstan, Atyrau

## I.K. KERIMOVA

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences. Supervisor of «Spetsgeophizika» OP integrated interpretation thematic group

Russia, Moscow

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

сейсмостратиграфия, геологическое развитие, структурно-тектонические условия седиментации, отражения, подсолевой разрез, карбонаты, терригены, фации, формации, комплексы, поднятия, биогермные постройки, Прикаспийская впадина.

## KEYWORDS:

seismic stratigraphy, geological development, structural-tectonic depositional conditions, seismic records, reflections, pre-salt section, carbonates, terrigenes, facies, formations, complexes, highs, bioherm structures, Pricaspian basin

Сложная история геологического развития бортовых зон впадины в палеозойское докунгурское время обусловила развитие различных литолого-фациальных типов разрезов и формирование разнообразных структурно-тектонических элементов. В результате проведенного сейсмостратиграфического анализа получена новая информация об условиях седиментации и характеристика морского дна в предраннепермское время. Установленные поднятия в зоне шельфа, связанные с известными выступами фундамента и крупными поднятиями в осадочном чехле являются весьма перспективными для поиска в их пределах нефтегазовых месторождений.

Geological development of the basin side zones under complicated geological conditions during Paleozoic pre-Kungurian period entailed growth of various lithologic-and-facies types of sections and occurrence of diverse structural-tectonic elements. As a result of seismic stratigraphy analysis, new information on depositional conditions and the pre-early-Permian seabed characteristic has been obtained. Plateau-like highs revealed in the shelf zone that is associated with known basement highs and massive positive structures present in the sedimentary mantle seem to be quite promising for search of oil and gas accumulations.

Высокие перспективы Прикаспийской впадины доказаны открытием крупнейшей месторождений мира – Карачаганак, Астраханское, Тенгизское, Кашаганское. Запасы углеводородов содержатся в карбонатных и терригенных породах подсолевых отложений среднего и верхнего палеозоя – девонских, каменноугольных и нижнепермских, которые имеют широкое распространение в северной и восточной прибортовой зоне впадины, где их мощность превышает 4.0 км.

Район северо-востока Прикаспийской впадины в настоящее время, относится к первоочередным объектам концентрации геолого-геофизических поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Одним из методов изучения особенностей строения подсолевого ложа, восстановления древнего рельефа является сейсмостратиграфический анализ сейсмических данных МОГТ. В его основу лег системный подход и комплексное использование при трактовке сейсмических записей всей совокупности геолого-геофизических данных.

В процессе работы были использованы новые (2006-2007гг) детализационные работы МОГТ-2Д и результаты бурения глубокой скважины Коб-3 на поднятии Кобланды и данные бурения прилегающих территорий.

Сложная история геологического развития бортовых зон впадины в палеозойское докунгурское время обусловила развитие различных литолого-фациальных типов разрезов и формирование разнообразных

структурно-тектонических элементов. [1,2]

Изучению литологии подсолевого разреза севера, востока и юго-востока Прикаспийской впадины в последние годы посвящены работы многих исследователей: Н.А. Бакирова, М.Б. Балгимбаева, З.Е. Булекбаева, Э.С. Воцалевского, И.Б. Дальяна, А.К. Заморенова, В.Н. Кривоноса, Л.Г. Кирюхина, Б.М. Куандыкова, Г.Г. Мулдакулова, О.Н. Марченко, О.С. Туркова, Д.Л. Федорова и др.

По данным бурения прилегающих территорий подсолевые отложения представлены карбонатным, терригенным, терригенно-карбонатным и карбонатно-терригенным типами разрезов. Стратиграфические расчленения карбонатных разрезов являются наиболее детальными и достоверными, так как они проводились по результатам микрофаунистических исследований с уточнением границ по литологии. Менее детально расчленение проведено для терригенных разрезов, возраст их в большинстве случаев основывается на палинологических данных. [3]

Карбонатный этап осадконакопления, начавшийся в девоне на большей части обрамления севера и юго-востока Прикаспия, без существенно резких фациальных изменений продолжался и в каменноугольном периоде. Это установлено по разрезам скважин зоны поднятия на северном борту впадины. Карбонатная формация представлена толщей известняков, доломитов, реже мергелей от низов турнейского яруса нижнего

карбона до размытой поверхности среднекаменноугольных карбонатов. За счет опускания в девонское время прилегающих к Уральскому орогену краевых частей платформы – контуры Прикаспийской впадины становятся более четкими. В наиболее погруженных частях впадины в это время, по-видимому, существовали отдельные зоны с некомпенсированным прогибанием. Одновременно и позднее во внутренних частях восточной и юго-восточной зон впадины определились крупные участки подводных поднятий или мелководья, положивших начало этапам карбонатного осадконакопления в бортовых частях Прикаспия.

В бортовых зонах востока карбонатный этап осадконакопления был прерван с развитием уральских варисцид в позднем девоне. Здесь получили развитие платформенные горноприбрежные терригенные формации, которые заполнили по всей вероятности пограничные предгорные прогибы и опущенные части платформы.

Из вскрытых бурением разрезов восточной бортовой зоны Прикаспийской впадины наиболее древними являются отложения франского и фаменского ярусов, скважин площадей Жанасу, Сев. Мансуалмас, Изембет, Кокпекты.

Сейсморазведочными работами в Актюбинском Приуралье выделяются два комплекса пород различно дислоцированных.

Верхний комплекс терригенных пород московско-артинского возраста сильно ►

дислоцирован. Нижний комплекс характеризуется слабой дислоцированностью, типичной для платформенных отложений. Выделяются полого залегающие горизонты, которые приурочивают к карбонатной толще предположительно верхневизейско башкирского возраста. Верхнефаменско-верхнебашкирская платформенная морская мелководная карбонатная формация получила развитие в зоне Карачаганакского поднятия северного борта Прикаспийской впадины. [1]

Подсолевые отложения неоднородны по своему составу и непостоянны по мощности как в вертикальном, так и в горизонтальном разрезе, что вызывает образование различных отражающих и преломляющих горизонтов.

Наиболее выдержанными и распространенными на изучаемой территории являются отражающие горизонты  $P_3$ ,  $P_2d$ ,  $P_2t$ ,  $P_2$  и  $P_1$ , по которым были построены структурные карты и карты изопахит.

Структурные карты, карты изопахит, временные и глубинные разрезы по сейсмическим профилям МОГТ (2006 г и прошлых лет), данные глубокого бурения прилегающей территории легли в основу сейсмостратиграфической интерпретации данных МОГТ, которая была выполнена в несколько этапов: стратификации разреза с выделением сейсмofаций и сейсмofормаций, структурного анализа с выделением тектонических нарушений, литодинамического анализа с палеогеоморфологическим районированием бассейна седиментации и нефтегеологического анализа с оценкой перспектив УВ.

Подсолевой сейсмогеологический разрез может быть расчленен на ряд сейсмических седиментационных комплексов (ССК), ограниченных опорными отражающими горизонтами:

$P_3$  - поверхность терригенного среднего девона -  $D_2$ ;

$P_2d$  - поверхность терригенного верхнего девона -  $D_3$  fm;

$P_2t$  - подошва турнейского яруса нижнекаменноугольных отложений -  $C_1t$ ;

$P_2$  - кровля карбонатов башкирского яруса среднего карбона -  $C_2b$ ;

$P_1$  - поверхность подсолевых отложений.

В данной работе рассматривается ССК, заключенный между опорными отражающими горизонтами  $P_3$  и  $P_1$  (средний девон - нижняя пермь).

Этот комплекс состоит из совокупности сейсмofормаций, которым соответствует интервал с характерным рисунком отражений, отличающимся от рисунков соседних интервалов. Была проведена межзональная корреляция подсолевых сейсмofомплексов, в результате которой выделены следующие сейсмогеологические зоны, различающиеся рисунком, геометрией и динамикой отражений: Кобландинская, Тамдинская, Ново-Алексеевская, Предуральская, Шыракская, Бестауская и Соркольская (сейсмозоны) (рис.1).

Цель анализа - получение информации об условиях осадконакопления и литологии пород, а через них - о вероятной геоморфологической обстановке в исследуемый интервал геологического времени.

При анализе сейсмofаций были выделены основные типы рисунков, образуемых

отраженными волнами на сейсмических разрезах.

Параллельный (субпараллельный) рисунок сейсмической записи указывает на равномерный темп осадконакопления на спокойной погружающейся шельфе в обстановке стабильного положения дна бассейна. В исследуемом районе области с таким видом напластования наблюдаются на Кобландинско-Тамдинском участке, в ряде мест в Ново-Алексеевском прогибе и в Предуральской бортовой зоне.

Характер сейсмических отражений позволяет отнести участки Шыракский, Соркольский, преимущественно карбонатному типу осадконакопления. Тамдинский, Кобландинский участки и Ново-Алексеевский прогиб - к карбонатно-терригенному. Области погружения в Центрально-Прикаспийскую депрессию, преимущественно терригенному с прослоями карбонатов.

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 относительно стабильными областями морского дна и на юге 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 веерного рисунка с выклиниванием отражений в сторону глубокой части бассейна.

Хаотический рисунок, при котором наблюдается прерывистое отражение, проходящее 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 изучаемой территории сейсмозаписи фиксирует крупные холмообразные формы. Природа их в настоящее время не ясна.

Кроме того, на разрезах наблюдаются участки с характерной для рифов сейсмической записью в пределах Шыракского и Ново-Алексеевского районов.

Анализ сейсмofафилей описанным способом выявил разный характер седиментации осадков. На основе проведенных работ с привлечением материалов других исследователей построены схематическая карта рельефа предраннепермского моря северной и северо-восточной части Прикаспийской впадины (рис.2).

Как видно на этой карте, период, непосредственно предшествовавший предраннепермскому континентальному перерыву, строение дна морского бассейна, занимавшего северо-восточную часть Прикаспийской впадины было весьма сложным. На фоне общего ступенчатого погружения дна с севера на юг от прибрежного шельфа до глубоководной абиссальной равнины Центральной Прикаспийской депрессии, отчетливо выделяется несколько крупных относительно стабильных и возвышенных платообразных массивов (подводных «островов»: Кобландинский, Тамдинский, Кумакский, Шыракский и Соркольский. Все они связаны здесь выступами фундамента и поднятиями в осадочном чехле. [5]

Платообразные массивы имеют пологие уступы (террасы) разного уровня - высокие, средние и низкие, которые отделяют материковый склон шельфа предраннепермского моря от расположенной южнее абиссальной равнины.

Прибрежный шельф с севера на юго-запад пересекает широкая подводная ложбина, представленная цепочкой подводных долин с участками каньонообразных врезов, заканчивающихся на юго-востоке материкового подножия шельфа и совпадающая в плане с Предуральским и Ново-Алексеевским прогибами.

На палеогеоморфологической карте показаны разрывные нарушения. Все они зафиксированы на сейсмofафилей, трассировка нарушений в плане дана с учетом данных дешифрирования космических снимков и комплексной интерпретации гравимагнитных материалов.

Глубинными разломами фундамент и подсолевой комплекс разбиты на блоки. Вдоль разломов северо-восточного простирания происходило заложение Ново-Алексеевского прогиба. Разрывные нарушения, определяя основной структурный план фундамента, способствовали образованию структурных осложнений в осадочном чехле, определяя их форму, очертания, размеры и ориентировку, изменению мощности слагающих толщ, вплоть до полного выклинивания, созданию новых или расформированию старых структурных элементов в осадках разного возраста.

В ряде случаев границами зон различного литологического состава пород служат разломы. Влияние тектонических нарушений сказывалось в изменении фациального состава осадочных отложений подсолевого комплекса, как в региональном, так и латеральном плане.

В структуре подсолевого комплекса изучаемой территории выделяется несколько этажей: рифейско-нижнепалеозойский, ордовик-нижнедевонский, нижнедевонско-среднедевонский, среднедевонско-верхнедевонский, среднекаменноугольный (башкирский), среднекаменноугольно-нижнепермский, нижнепермский, каждый из которых отвечает определенному этапу развития территории.

Рифей-нижнепалеозойские и ордовик-нижнедевонские отложения, судя по имеющимся данным КМПВ, распространены в основном в Центрально-Прикаспийской депрессии и Ново-Алексеевском прогибе, представлены они высокоскоростными ►

породами, что позволяет прогнозировать их карбонатно-терригенный состав.

Ордовик-нижнедевонский карбонатный комплекс связан, предположительно, с внутриконтинентальным рифтогенезом.

Процессы открытия и закрытия палеоокеанов и формирование внутриконтинентальных палеозойских рифтов и их инверсия в ряде случаев создали сложное тектоническое строение и различные фациальные изменения подсолевых палеозойских отложений в пределах изучаемой территории.

К началу среднего девона на территории Прикаспия сформировался структурно обособленный осадочный бассейн шельфового типа, накапливались терригенные и глинисто-карбонатные глубоководные породы. Основным источником сноса материала являлись поднятия Восточно-Европейской платформы. На востоке этот бассейн открывался в глубоководные котловины окраинных морей, существовавших на территории современного Урала.

В верхнем девоне погружение Прикаспийского бассейна продолжалось по уже существовавшему структурному плану. Более интенсивно шло погружение в Ново-Алексеевском прогибе и Центрально-Прикаспийской депрессии. Вдоль северной окраины Прикаспийской впадины сформировался морфологически четко выраженный карбонатный уступ (Кобландинско-Тамдинская зона поднятий).

В целом, за девонско-раннекаменноугольное время Прикаспийский бассейн углубился. Продолжают развиваться карбонатные визейско-нижнебашкирские уступы на севере и северо-востоке территории (Кобландинско-Тамдинская и Бестау-Соркольская зоны поднятий).

Московско-позднекаменноугольный этап отличается падением уровня моря, постепенной сменой карбонатных осадков на терригенные (в Прикаспийской депрессии) и размытием ранее образовавшихся пород.

В ассельско-сакмарский и артинский этапы началась активизация тектонических процессов, связанных с закрытием Уральского палеоокеана, приведших к изменению режима развития исследуемой территории.

В региональном плане в начале ранней перми произошла новая трансгрессия моря после длительного послекарбонного перерыва в осадконакоплении и денудации положительных форм палеорельефа.

Вприбортовых зонах, вприбрежно-морской области, продолжалось накопление карбонатных комплексов, которые вглубь бассейна и в Ново-Алексеевском прогибе сменялись ритмичными толщами терригенных отложений (песчаники, алевролиты, аргиллиты).

В докунгурское время происходит окончательное формирование и становление палеозойского структурного плана исследуемой территории. Инверсия вертикальных движений по древним швам сопровождалась и приводила к образованию

новых разрывных нарушений.

Неравномерное прогибание различных частей Прикаспийской впадины в целом и относительное воздымание отдельных ее участков приводило к сокращению или увеличению мощности отдельных толщ, а возможно и полное выпадение некоторых из них из разреза.

Результаты интерпретации сейсмических разрезов позволяют отнести Кобландинско-Тамдинскую зону поднятий к типичной прибортовой части Прикаспийской впадины с сокращенной суммарной мощностью подсоловой секции осадочного чехла, в значительной мере обусловленной формированием отложений в глубоководных условиях. Наибольшая вероятность присутствия относительно мелководных карбонатных фаций может прогнозироваться в основном в девонской толще.

Ново-Алексеевский прогиб ограничивает Кобландинско-Тамдинскую зону с юго-востока. В его пределах имеются локальные структуры в подсоловом разрезе.

Суммарная мощность подсоловых отложений с учетом глубины до фундамента 11-12 км, построенного по данным КМПВ, составляет от 4,5 до 6,0 км.

На крайнем северо-востоке выделяется Шыракская поднятая зона, которая по особенностям разреза докунгурской толщи резко отличается от всех остальных зон. К указанным особенностям относится увеличенный стратиграфический диапазон и мощность подсоловых отложений между  $P_1$  и  $P_3$ , превышающая 3,5 км против 1,0-1,2 км на Кобландинско-Тамдинском участке.

Другой важнейшей особенностью его разреза является характерный рисунок записи на сейсмических профилях, позволяющий предполагать наличие биогермных построек в позднедевонско-раннепермской секции осадочного чехла.

Перечисленные особенности геологии Шыракского участка позволили отнести его к южному замыканию Предуральского прогиба, достаточно хорошо изученному в Российской Федерации.

Отнесение Шыракского участка к Предуральскому прогибу позволяет предполагать, что здесь будет развит тип продуктивных локальных структур, детально изученных от Башкортостана до Оренбургской области включительно.

В пределах участка имеются крупные локальные структуры, выходящие за границы изучаемой территории.

По перечисленным геологическим параметрам Шыракский участок является наиболее перспективным для поисков газоконденсатных залежей с возможными нефтяными оторочками (подушками).

Бестау-Соркольская зона занимает крайнюю юго-восточную часть изучаемой территории. Полученные результаты позволяют отнести его к восточному борту Прикаспийской впадины и к его крайнему северному замыканию.

Мощность подсоловых отложений в интервале отражающих горизонтов  $P_1$  –  $P_3$  здесь составляет 1.2-1.8 км в южной части

блока, увеличиваясь к северу до 2.4-2.8 км. Общая мощность осадков составляет в районе поднятия Сорколь 2.5 км.

В пограничных зонах этого участка с Ново-Алексеевским прогибом с большой долей вероятности можно прогнозировать развитие биогермных структур в различных частях подсолового разреза.

Эти биогермные постройки, безусловно, должны рассматриваться в качестве первоочередных поисковых объектов. Ранжирование Бестау-Соркольского участка по степени перспектив нефтегазозности ставит его вслед за Шыракским участком.

Таким образом, соотношение седиментационного и тектонического факторов, определяющих морфоструктуру, размеры установленных поднятий, показывает тесную зависимость седиментационных процессов от тектонических, структуроформирующих движений. Их влияние отразилось на форме и размерах поднятий, стратиграфических объемах слагающих их пород, перерывах в осадконакоплении, характере унаследованности структурных форм.[5]

В результате проведенного сейсмо-стратиграфического анализа полученная информация об условиях седиментации и характеристика морского дна в предраннепермское время в северо-восточной бортовой зоне Прикаспийской впадины. Установленные платообразные поднятия в зоне шельфа, связанные с известными выступами фундамента и крупными поднятиями в осадочном чехле являются весьма перспективными для поиска в их пределах нефтегазовых месторождений. Широкая подводная ложбина, связанная с Ново-Алексеевским прогибом, также представляет интерес в нефтегазоносном отношении. ■

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург, 2003 г.
2. Даукеев С.Ж., Воцалевский Э.С., Пилифосов В.М. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. кн. Нефть и Газ, т.3. Алматы, 2002 г. -248 с.
3. Сейсмическая стратификация. Т I и II, ред. Пейтан Ч., М., 1982 г, т. I- 837с, т. II- 795с.
4. Аристархова Л.Б., Берзин Р.Г., Керимова И.К. Использование метода сеймо-стратиграфического анализа региональных сеймопрофилей при реконструкции погребенного предраннепермского рельефа в Прикаспийской впадине. Геоморфология, 4, М. 1991г, с. 57-63
5. Акишев Т.А., Волож Ю.Л., Курманов С.К., Николенко В.П. Строение докунгурского разреза Прикаспийской впадины и её обрамлений с позиций сеймо-стратиграфического анализа. М.: Наука, 1984 г

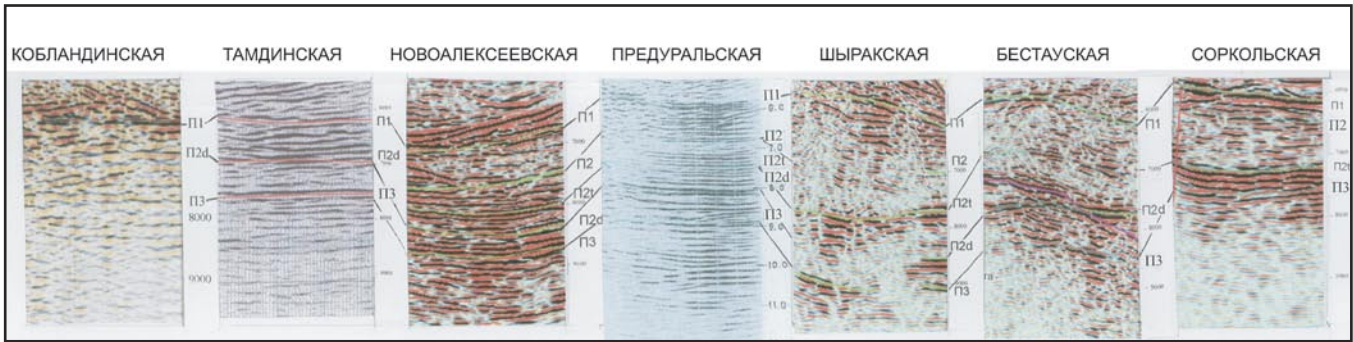


Рис. 1. Схема межзональной корреляции подсолевых сейсмокомплексов

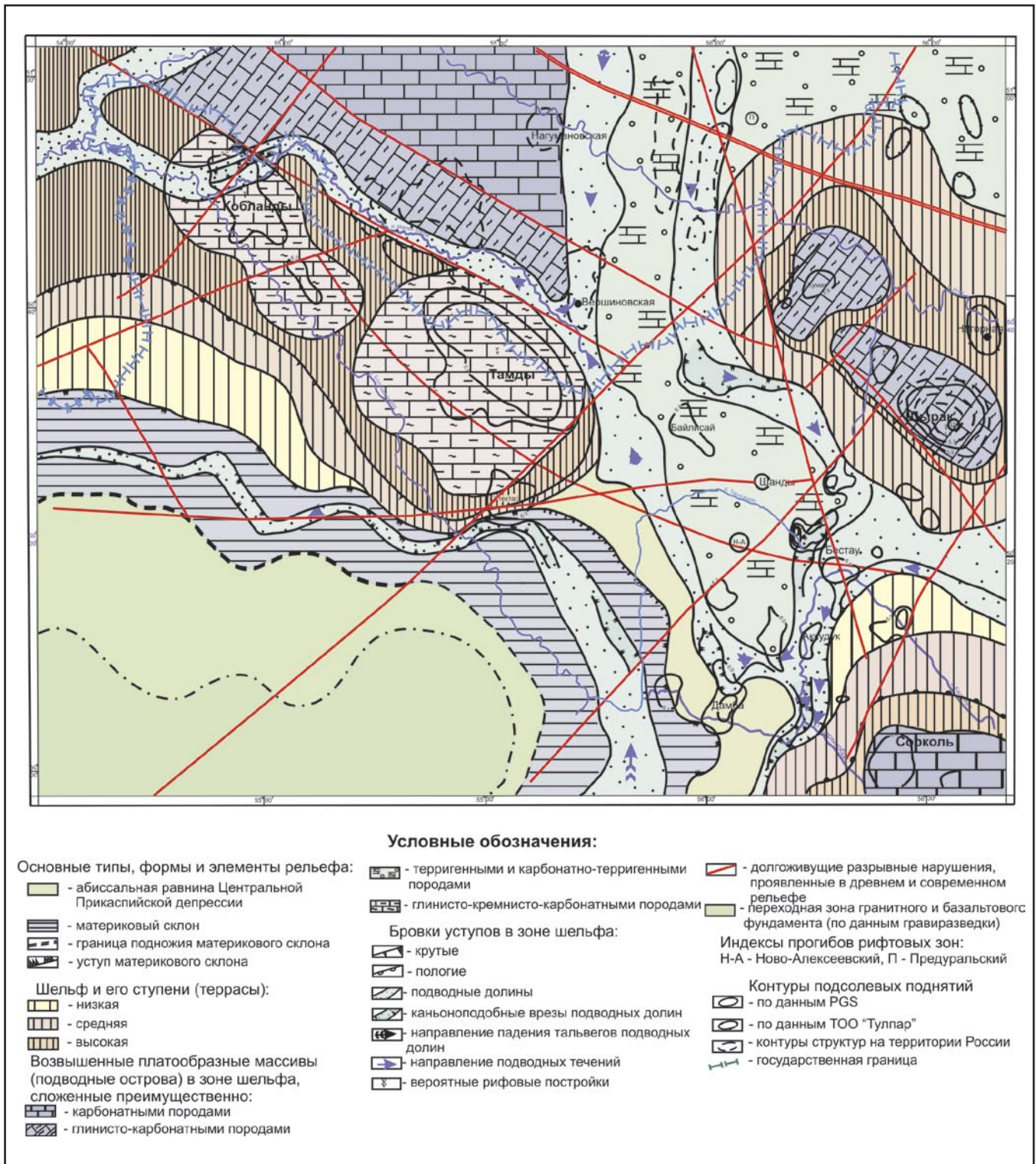


Рис. 2. Схематическая карта рельефа предраннепермского моря северной и северо-восточной частей Прикаспийской впадины