

УДК 553.982.233.2/.3; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2022-5.05>  
<https://orcid.org/0000-0002-8326-6888>  
<https://orcid.org/0000-0001-8622-8898>

## СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕВОН-КАМЕННОУГОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЮЖНОГО БОРТА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ



**Д. УРМАНОВА<sup>1</sup>**,  
докторант, заместитель  
директора Института  
Геологии и нефтегазового  
дела, старший научный  
сотрудник, SatbayevUniversity,  
[d.urmanova@satbayev.university](mailto:d.urmanova@satbayev.university)



**Д.Д. ХАМФРИ<sup>2</sup>**,  
PhD, заведующий  
кафедрой Геонауки,  
профессор,  
[humphrey@kfupm.edu.sa](mailto:humphrey@kfupm.edu.sa)

<sup>1</sup>САТПАЕВ УНИВЕРСИТЕТ,  
Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22/51

<sup>2</sup>УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И МИНЕРАЛОВ ИМЕНИ КОРОЛЯ ФАХДА,  
Саудовская Аравия, 5070, Дахран, Дахран 31261

*Представлено изучение стратиграфического развития девон-каменноугольного комплекса южного борта Прикаспийской впадины, в рамках которого было проведено комплексное исследование осадочных формаций подсолевого комплекса и создание стратиграфической модели позднепалеозойского этапа эволюции юга Прикаспийского осадочного бассейна на основе уточненной схемы корреляции, составленной ранее Абилхасимовым (2015), с включением обобщенных данных по структурам Ансаган и Максат. В основу разработки стратиграфической модели в позднепалеозойское время Приморской зоны карбонатных построек юга Прикаспийского осадочного бассейна положен классический структурно-формационный анализ, в котором отражены главнейшие признаки: стратиграфия, тектоника, литологический состав, обстановки осадконакопления, толщины отложений.*

## КАСПИЙ МАҢЫ ОЙПАТЫНЫҢ ОҢТҮСТІК БОРТЫНДАҒЫ ДЕВОН-КӨМІР КЕШЕНІНІҢ СТРАТИГРАФИЯЛЫҚ ДАМУЫ

**Д. УРМАНОВА**<sup>1</sup>, докторант, Геология және мұнай-газ Институты директорының орынбасары, аға ғылыми қызметкер, Satbayev University, [d.urmanova@satbayev.university](mailto:d.urmanova@satbayev.university)  
**Д. Д. ХАМФРИ**<sup>2</sup>, PhD, геология кафедрасының меңгерушісі, профессор, [humphrey@kfupm.edu.sa](mailto:humphrey@kfupm.edu.sa)

<sup>1</sup>СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ,  
Қазақстан, 050000, Алматы, Сәтбаев көшесі 22/5

<sup>2</sup>ПАТША ФАХД АТЫНДАҒЫ МҰНАЙ ЖӘНЕ МИНЕРАЛДАР УНИВЕРСИТЕТІ,  
Сауд Арабиясы, 5070, Дахран, Дахран 31261

*Бұл мақалада Каспий маңы ойпатының оңтүстік бортының девон-тас көмір кешенінің стратиграфиялық дамуын зерттеу ұсынылған, оның шеңберінде тұзасты кешенінің шөгінді түзілімдерін кешенді зерттеу және Ансаған мен Мақсат құрылымдары бойынша жинақталған деректерді қоса отырып, бұрын Әбілхасимов (2015) құрастырған нақтыланған корреляция схемасы негізінде Каспий маңы шөгінді бассейнінің оңтүстік эволюциясының кеш палеозой кезеңінің стратиграфиялық моделін құру жүргізілді. Каспий маңы шөгінді бассейнінің оңтүстігіндегі карбонаты құрылыстардың теңіз жағалауындағы аймағының кеш палеозой кезеңінде стратиграфиялық модельді әзірлеу классикалық құрылымдық-формацциялық талдауға негізделген, онда ең маңызды белгілер көрсетілген: стратиграфия, тектоника, литологиялық құрам, шөгужағдайы, шөгінділердің қалыңдығы.*

## STRATIGRAPHIC DEVELOPMENT OF THE DEVONIAN-CARBONIFEROUS COMPLEX OF THE SOUTHERN SIDE OF THE CASPIAN DEEP

**D. URMANOVA**<sup>1</sup>, doctoral student, Deputy director of the Institute of Geology and Petroleum Engineering, Senior Researcher, Satbayev University, [d.urmanova@satbayev.university](mailto:d.urmanova@satbayev.university)  
**D.D. HUMPHREY**<sup>2</sup>, PhD, Head of the Department of Geosciences, Professor, King Fahd University of Petroleum and Minerals, [humphrey@kfupm.edu.sa](mailto:humphrey@kfupm.edu.sa)

<sup>1</sup>SATBAYEV UNIVERSITY,  
22/5, Satpayev str., Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup>KING FAHD UNIVERSITY OF PETROLEUM AND MINERALS  
Saudi Arabia, 5070, Dhahran, Dhahran 31261

*This article presents a study of the stratigraphic development of the Devonian-carboniferous complex of the southern side of the Caspian basin, in which a comprehensive study of sedimentary formations of the subsalt complex and the creation of a stratigraphic model of the Late Paleozoic stage of evolution of the southern Caspian sedimentary basin was carried out based on a refined correlation scheme by Abilkhassimov (2015), with the inclusion of generalized data on the structures of Ansagan and Maksat. The basis for the development of a stratigraphic model in the Late Paleozoic of the Coastal zone of carbonate structures in the south of the Caspian sedimentary basin is the classical structural and formation analysis, which reflects the main features: stratigraphy, tectonics, lithological composition, sedimentation conditions, sediment thickness.*

**В**ведение. История развития Прикаспийской впадины в палеозойское время достаточно обоснованно может рассматриваться на примере юго-востока впадины. Вся территория испытала весьма сложный путь геологического развития. В доверхнедевонское время на юго-востоке существовал обширный Южно-Эмбинский прогиб. Не исключено, что в его пределах накопился наиболее полный разрез нижнепалеозойских отложений, возможно, кроме отложений рифея и девона, здесь присутствуют кембрийские, силурийские и ордовикские отложения. В пределах современного Каратонского поднятия существовал сравнительно неглубокий (до 2500–3000 м) прогиб, выполненный возможно отложениями рифея, силура и девона. Далее к югу существовало сравнительно пологое и малоамплитудное Тенгизское поднятие.

В докунгурское время происходит окончательное формирование и становление палеозойского структурного плана. Инверсия вертикальных движений по древним швам несомненно сопровождалась и приводила к образованию новых разрывных нарушений. По поверхности фундамента сохраняется тенденция падения с севера на юг, по поверхности горизонтов  $\Pi_2$  и  $\Pi_1$  наблюдается региональный наклон к северу. Эта тенденция сохраняется и в мезозойское время.

Анализ имеющихся геолого-геофизических материалов позволяет установить, что в целом формирование основного структурного плана поверхности фундамента обусловлено, очевидно, глыбообразованием в период стабилизации платформы. Окончательно он был сформирован в результате неравномерного проявления эрозионных и денудационных процессов, вследствие чего некоторые структурные отложения были частично сnivelированы, а другие сохранились под осадочным чехлом. При этом структурный план поверхности фундамента на протяжении всей истории развития впадины, усложняется серией продольных и поперечных разрывов, которые создавали блоковое строение территории.

Южный борт Прикаспийского бассейна является перспективным районом для разведки и разработки углеводородов, учитывая расположение месторождений мирового класса, таких как Кашаган и Тенгиз. *Абилхасимов Х.Б. (2015)* разделил территорию южного борта на несколько литофациальных зон. В данной статье основное внимание уделяется Тенгиз-Кашаганской зоне, в которой выделяют два типа разрезов: Кашаганский и Кайран-Каратонский.

Карбонатные отложения Тенгиз-Кашаганской платформы охватывают широкий стратиграфический интервал – с начала позднего франа до среднего карбона. Отмечаются два основных яруса – верхний девон – нижний турнейский и каменноугольный; они разделены кратковременным стратиграфическим перерывом в середине турне. В каменноугольном выделяются два комплекса – турнейско-нижневизейский и окско-башкирский, разделенные тульской вулканокластической толщей.

**Материалы и методы исследований.** В основу разработки стратиграфической модели в позднепалеозойское время Приморской зоны карбонатных построек юга Прикаспийского осадочного бассейна положен классический структурно-формационный анализ, в котором отражены главнейшие признаки: стратиграфия, тектоника, литологический состав, обстановки осадконакопления, толщины отложений.

*Цель исследований.* Комплексное исследование осадочных формаций подсолевого комплекса и создание стратиграфической модели позднепалеозойского

этапа эволюции юга Прикаспийского осадочного бассейна на основе уточненной схемы корреляции, составленной ранее *Абилхасимовым Х.Б.* (2015), с включением обобщенных данных по структурам Ансаган и Максат [*Аубакиров и др.*, 2017] (*рисунок 1*).

**Сейсмо-стратиграфическая характеристика палеозойского комплекса Южного борта Прикаспийского осадочного бассейна.** Сейсмические, литолого-фациальные и стратиграфические исследования отложений верхнего палеозоя глубоких скважин осадочного бассейна доказывает, что заложение Приморской зоны карбонатных поднятий было связано с периодом раскрытия Уральского палеоокеана. Это обусловило более широкий стратиграфический диапазон и более значительные мощности карбонатных отложений.

По данным сейсмических исследований здесь выделяются следующие отражающие горизонты:

- $P_1$  – кровля размытой поверхности докунгурских отложений;
- $P_1'$  – подошва артинских грубообломочных терригенных пород;
- $P_1''$  – кровля отложений верхнего карбона;
- $P_2$  (С') – кровля среднего карбона (известняки);
- $P_2'$  (С'') – терригенная толща среднего карбона;
- $P_2''$  (С''') – кровля терригенных отложений нижнего карбона;
- $P_3$  – кровля терригенных отложений доверхнедевонского возраста.

**Результаты и обсуждение.** Сейсмические данные свидетельствуют о том, что формирование карбонатной платформы началось во франком веке. Наиболее древними отложениями, которые были вскрыты глубокими скважинами являются нерасчлененные образования фамена – нижнего турне ( $D_3fm-C_1t_1$ ). Возможно, данково-лебедянского и заволжского горизонтов фамена. Фаменские отложения верхнего девона, вскрытые в Приморской зоне, представляют единый генетический тип образований слабоизолированных лагун с малоактивным гидродинамическим режимом.

*Поздний девон – ранний турне ( $D_3fat - C_1t$ ).* Образования верхнего фамена детально описаны *Н.Б. Гибишман* (1988) и *Г.П. Золотухиной, Н.В. Даньшиной* и др. (1989). По данным этих исследователей большинство скважин вскрыли образования заволжского горизонта, отвечающие самым верхам фамена – низам турне, и только три скважины – образования, отвечающие данково-лебедянскому горизонту. Породы близки по составу и представлены сгустково-сферовыми, сгустково-комковатыми, пеллетовыми, микрозернистыми и водорослевыми известняками с раковинками однокамерных фораминифер.

В скважине Каратон СГ-5 (*рисунок 1*) они представлены известняками (пакстоунами) в основном серыми, реже темно-серыми и серыми с буроватым оттенком, тонкоплитчатыми, реже массивными и волнисто-слоистыми. В разрезах скважин, вскрывших отложения этого возраста, встречаются прослои вторичных доломитов и мадстоунов. Литологическая характеристика пород позволяет проинтерпретировать состав отложений как породы крупной фаменской органогенной постройки, сложенной баундстоунами и грейнстоунами.

Иной генетический тип карбонатных отложений, накопившихся в активной гидродинамической зоне, вскрыт скважиной Тенгиз-52 (интервал 6004 – 6015, 6074 –

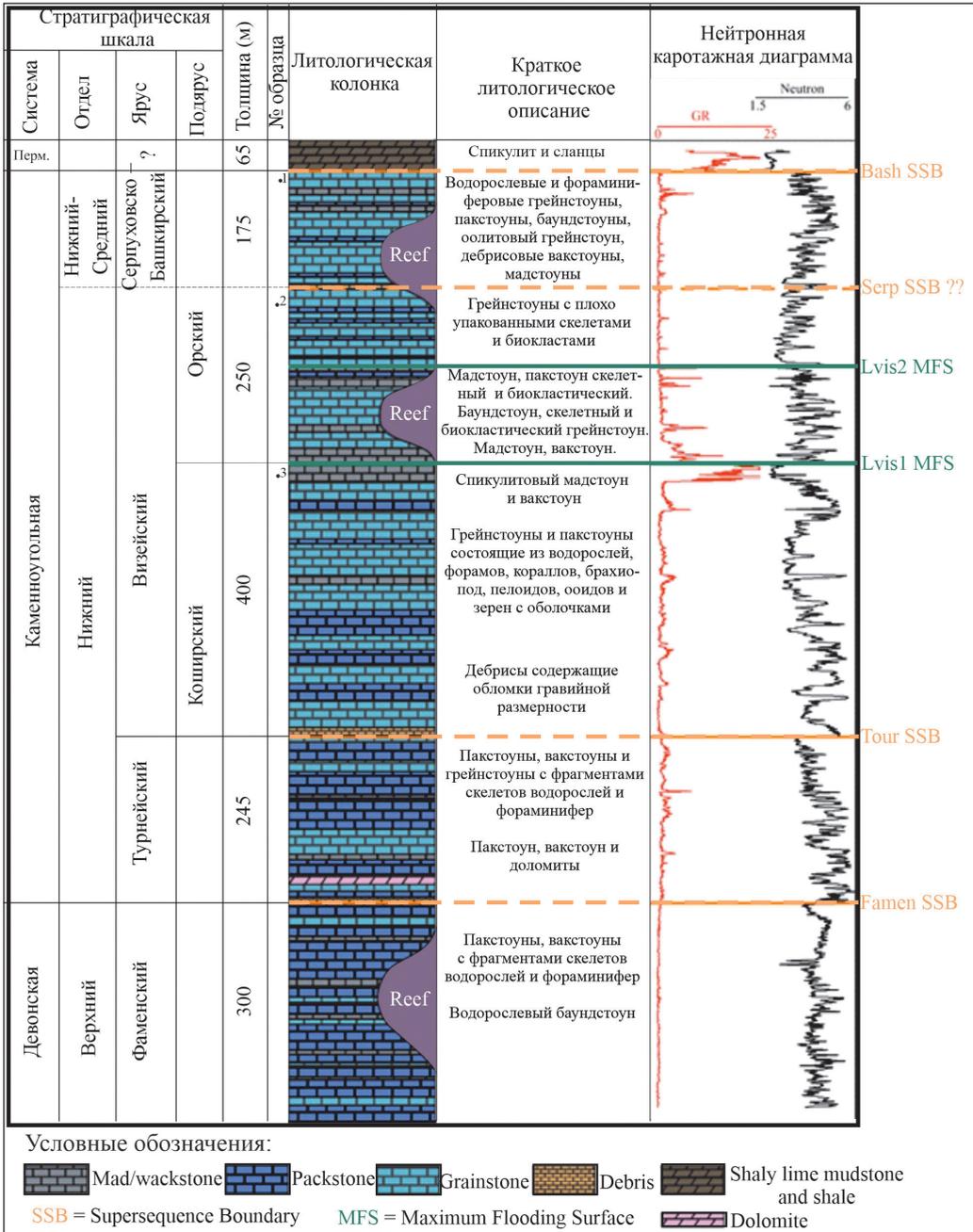


Рисунок 1 – Литолого-фациальная характеристика разреза скважины СГ-5 площади Каратон (по Исказиеву К., 2021)

6086 м), и, возможно, скважинами Тенгиз – 47, 463, где он представлен в основном грейнстоунами. В скважине Тенгиз 10 отложения представлены сгустково- и фораминиферо-комковатыми известняками с водорослевыми прослоями, пеллетовыми грейнстоунами. Породы неравномерно доломитизированные, перекристаллизованные, трещиноватые, участками кавернозные.

В скважинах Тенгиз 17, интервал 5095 – 5100 м, и Тенгиз 41, интервал 4933 – 4938 м, встречен комплекс фораминифер, позволяющий сопоставить отложения с заволжскими отложениями, вскрытыми скважиной Каратон 5. Эти отложения представлены микро- сгустковыми, комковатыми, водорослевыми известняками, неравномерно перекристаллизованными.

В разрезе Тенгиз-Кашаганской платформы присутствуют осадочные комплексы шельфовой лагуны, рима и рифовых склонов, охватывающие широкий стратиграфический интервал – от начала позднего франа (по данным сейсмоки) до среднего карбона. В ее составе выделяются два структурных этажа – верхнедевонско-нижнетурнейский и каменноугольный, разделенные кратковременным стратиграфическим перерывом, время проявления которого определяется как середина турне.

Вверх по разрезу сгустково-комковатые водорослевые известняки постепенно сменяются микро-мелкозернистыми доломитизированными известняками с редкими реликтами мелких комочков и кальцитовых сфер. В отдельных случаях отмечается сильная доломитизация пород, вплоть до образования чистых доломитов с включениями ангидрита.

В позднем девоне сформировалась приподнятая поверхность поднятия, на которой с середины франского века позднего девона до раннетурнейского века раннего карбона формировались мелководные карбонатные осадки карбонатной платформы. Однако эта территория подверглась обширному пред-поздневизейскому размыву. Изменчивость условий роста карбонатной постройки привела к широкому развитию перерывов и колебаниям интенсивности карбонатонакопления, которые оказывали большое влияние на распределение фаций и форму карбонатной платформы.

Относительный уровень моря преимущественно контролировался тектоническими процессами.

За пределами Тенгиз-Кашаганской карбонатной платформы постройки верхнедевонско-башкирского возраста практически не выражены на структурном плане по поверхности сейсмического отражающего горизонта  $\Pi_3$ .

Отложения фаменского яруса, вскрытые скважиной Ансаган 1, обнаружены в интервале 5474 – 6200 м. Отложения верхней части разреза представлены преимущественно пелоидно-водорослевыми известняками, в основном, пакстоунами-грейнстоунами. Нижняя часть разреза характеризуется преобладанием вторичных доломитов с фенестральными пелоидными пакстоунами-грейнстоунами. Мощность фаменских отложений составляет 726 м.

В скважинах Королевская 12, 13, 14, 15 вскрыты известняки (пакстоуны-вакстоуны), аналогичные с известняками разреза скважин Каратон 1, 3, 5, 7. Основная масса их складывается однокамерными фораминиферами (сферами) и сгустками микрозернистого кальцита, которые участками интенсивно доломитизированы, вплоть до доломитов.

В более погруженной части бассейна отлагались морские терригенные и глинистые отложения с периодическими включениями известковых пород, в нижней части – с увеличением доли песчаников.

Предполагается, что на структуре Максат накапливались преимущественно терригенные отложения в позднедевонское-раннекаменноугольное время, так как структура находилась ближе к краю осадочного бассейна, откуда мог происходить снос терригенного материала.

В каменноугольном структурном этаже выделяются два комплекса – турне-нижевизейский и окско-башкирский, разделенные вулканогенно-осадочной пачкой тульского возраста, которая является уверенно прослеживаемым геофизическим репером между карбонатными массивами.

*Турнейско-нижевизейские* ( $C_1t_2 - v_1$ ). В конце раннего турне фиксируется перерыв в осадконакоплении. В позднем турне – на Тенгизском, Каратонском и Королевском поднятиях, в позднем турне и раннем визе формировалась фация иловых холмов. Отложения турне – ниже-визейского возраста обладают однообразным составом. Это – преимущественно комковато-сгустковые и водорослевые известняки с многочисленными зернами карбонатных пород и мелкими остатками морских организмов, среди которых преобладают остатки иглокожих, раковинки фораминифер и желвачки багряных водорослей (*Parachaetetes*).

Стратиграфическая идентификация и биостратиграфическое расчленение каменноугольных отложений вызывает затруднения из-за многочисленных перерывов в осадконакоплении, размывами и переотложениями. Отложения от турнейского до нижнего визе представлены преимущественно известняками, а нижняя часть – более биокластами (иглокожие, фораминиферы, красные водоросли). Некоторые исследователи рассматривали их как единую последовательность [Вендельштейн и др., 1994]. Отложения позднего турне представляют собой более глубокие отложения, без признаков обмеления. Кроме того, они содержат многочисленные фрагменты литологии фаменского возраста, что указывает на существование стратиграфического разрыва или границы толщи в конце раннего турне.

Анализ имеющихся материалов показывает, что отложения позднего турне-раннего визе накапливались на этапе более активного погружения и в них отсутствуют признаки обмеления. Кроме того, в них встречены многочисленные обломки тонкозернистых, пелитоморфных и водорослевых известняков фамена - нижнего турне, что свидетельствует о существовании стратиграфического перерыва в конце раннего турне, поверхность которого хорошо фиксируется по сейсмическим данным.

В ранневизейское время (косьвинское, радаевское и бобриковское время) продолжалось углубление бассейна, о чем свидетельствует широкое развитие микросгустковых, пеллетовых и мелкодетритовых известняков. По данным *Н.Б. Гибшман*, скважина 13 Королевская является почти полным аналогом скважины 22 Тенгизской в интервале разреза от верхнего фамена до радаевского горизонта нижнего визе включительно.

В Тенгиз-Каратонской зоне визейские отложения имеют повсеместное распространение. Их вскрытая толщина меняется от 82 м (скважина Тенгиз 17) до 637 м (скважина Каратон 3) и 736 м (скважина Тенгиз 24). На основе биостратиграфиче-

ских данных и каротажных диаграмм на площади Тенгиз визейские отложения подразделяются на три части (снизу-вверх): нижневизейская (радаевско-косвинский горизонт), средневизейская (бобриковский и тульский горизонты), верхневизейская (алексинско-венецкий горизонт).

Радаевско-косвинские отложения, вскрытые скважиной Тенгиз 24 толщиной 341 м, представлены грейнстоунами, участками доломитизированными, с редкими прослоями пакстоунов и аргиллитов.

Бобриковско-тульский комплекс вскрыт скважинами Тенгиз 6, 22, 24, 41, 44 (толщина комплекса в скважине Тенгиз 24 составляет 142 м). В нижней части залегают тонкозернистые известняки, которые выше по разрезу переходят в биоморфные, водорослево-фораминиферовые разности.

В периферийных скважинах толщина средневизейских отложений составляет от 41-106 м (скважины Тенгиз 10 и Тенгиз 52) до 258 м (скважина Тенгиз 53). Здесь они представлены в основном тонким чередованием прослоев черных аргиллитов, алевролитов с детритом обугленных растительных остатков и серых песчаников мелко-среднезернистых, участками со значительной примесью пирокластического материала: вулканического стекла и обломков кристаллов полевого шпата. В верхней части средневизейских отложений были встречены туфоизвестняки, литокристаллокластические туфы, в котором содержатся литокласты известняков и отдельные карбонатные скелетные остатки, интенсивно окремненные (скважина Тенгиз 35, интервал 5711-5725 м, скважина Тенгиз 52, интервал 5658-5670 м. По данным Э.С. Воцалевского, в этих отложениях наблюдаются оползневые структуры в виде складок оползания, со смятиями и разрывами слоистости. В единичных случаях в аргиллитах присутствуют фораминиферы.

Алексинско-венецкие отложения в полном объеме вскрыты скважинами Тенгиз 6, 8, 24, 44 (их толщина в скважине Тенгиз 24 составляет 250 м). Алексинские отложения представлены известняками микросгустковыми, криноидными. Михайловско-венецкие отложения сложены (скважина Тенгиз 44) полидетритовыми, криноидными, органогенно-обломочными грейнстоунами и пакстоунами, микросгустковыми вакстоунами с многочисленными водорослями.

В периферийных скважинах толщина алексинско-венецких отложений составляет от 10 – 46 м (скважины Тенгиз 17 и Тенгиз 10) до 112 – 327 м (скважины Тенгиз 35 и Тенгиз 53). По данным исследования керна скважин Тенгиз 10 и Тенгиз 35, алексинско-венецкие отложения представлены переслаиванием прослоев пакстоуна, вакстоуна и аргиллитов, с редкими прослоями грейнстоуна. В разрезе скважины Тенгиз 53 они сложены переслаиванием прослоев аргиллитов, алевролитов, мадстоуна в различной степени окремненных, спонголитов, песчаников мелко-среднезернистых. Также отмечается примесь кристаллокластики в аргиллитах, песчаниках в виде остроугольных зерен плагиоклаза с ориентировкой зональности поперек удлиненной стороны зерен. В алексинско-венецких отложениях отмечаются случаи наличия переотложенной турнейской фауны: скважина Тенгиз 10, интервал 5301-5308 м, где С.А. Калмуратовой встречены турнейские конодонты *Siphonodella cooperi* Hassa с визейскими *Paragnathodus commutatus* Branson et Mehl., а М.М. Марфенковой литокласты известняков с турнейскими фораминиферами.

В разрезе скважины Западная Королевская 1, интервал 5491,50 – 5491,60 м вскрыты пакстоуны криноидные, участками переходящие в грейнстоуны, охарактеризованные комплексом фораминифер михайловского горизонта визейского яруса и визейскими конодонтами. К сожалению, отсутствие каротажных диаграмм по этой скважине не позволяет оценить толщины и общие геолого-геофизические характеристики визейских отложений.

На площади Королевская визейские отложения имеют выдержанные толщины в пределах 85 – 97, м на фоне которых выделяются данные по скважине Королевская 9, в которой визейские отложения вскрыты на неполную толщину 176 м.

На площади Каратон визейские отложения имеют толщины в пределах 567 – 673 м и наиболее изучены в разрезе скважины Каратон 1. Визейские отложения в составе нерасчлененных косьвинского и радаевского горизонтов начинаются известняками (пакстоунами) черными, полидетритовыми, перекристаллизованными, тонко-трещиноватыми; выше залегают известняки серые, органогенно-обломочные, псевдооолитовые, детритовые, тонкоплитчатые.

В ранневизейское время (косьвинское, радаевское и бобриковское время) продолжалось углубление бассейна, о чем свидетельствует широкое развитие микросгустковых, пеллетовых и мелкодетритовых известняков. По данным *Гибшман Н.Б.*, скважина 13 Королевская является почти полным аналогом скважины 22 Тенгизской в интервале разреза от верхнего фамена до радаевского горизонта нижнего визе включительно.

Отложения тульского возраста ( $C_1v_2tl$ ) представлены в основном органогенно-обломочными, криноидными, реже криноидно-брахиоподовыми и микросгустковыми известняками. Породы часто окремнены и содержат в верхах разреза туфогенные прослои. По данным *Золотухиной Г.П.* и др. (1988), скважина Т-44 вскрыла неотсортированные органогенно-обломочные известняки с линзами брахиоподовых известняков, которые представляют собой образования верхней части склона органогенной постройки. Недостаточное количество кернового материала не позволяет определить точное положение верхней границы тульского горизонта, поэтому для удобства корреляции мы принимаем за границу между тульским и алексинским горизонтами кровлю высокорadioактивной туфогенной пачки, которая была вскрыта скважинами 22, 24, и которая хорошо выражена на каротажных диаграммах. По данным ряда исследователей (*Айтиева*, 1983; *Золотухина*, *Табоякова*, 1988; *Кривонос*, 1991), эта пачка расположена в верхах тульского горизонта. Скважинами, расположенными на склонах и между карбонатными массивами, вскрыта пачка вулканомиктовых алевроаргиллитов и алевропесчаников, которые, по нашему мнению, имеют поздневизейский возраст, а не раннепермский, как считали предыдущие исследователи (*Кривонос* и др.).

Алексинский горизонт ( $C_1v_2al$ ) сложен преимущественно органогенно-обломочными, криноидными, криноидно-брахиоподовыми и микросгустковыми известняками, представляющими собой образования органогенных банок, биогермов и их склонов (*Золотухина* и др., 1988).

Михайловский горизонт ( $C_1v_2mh$ ) сложен преимущественно криноидно-водорослевыми, водорослевыми, криноидными и криноидно-брахиоподовыми извест-

няками, реже встречаются мшанково-полифитовые и микросгустковые разности. С михайловского времени начинается активный рост водорослей, большое распространение получают криноидеи и разнообразные формы многочисленных фораминифер. По данным Г.П. Золотухиной и др., (1989) в это время в пределах Тенгиза начинается формироваться серповидная рифовая постройка, с подветренной стороны которой (к юго-западу от ядра) сформировалась лагуна.

Веневский горизонт ( $C_1v_2vn$ ) представлен разнообразными известняками, среди которых преобладают водорослевые, строматолитовые, полидетритовые, криноидно-водорослевые и фораминиферово-сгустковые разности. Веневское время рассматривается нами как период наиболее активного роста рифогенных массивов в пределах Каратон-Тенгизской зоны. В это время, в обстановке расширяющейся морской трансгрессии, произошло бурное развитие каркасных организмов, среди которых преобладали водоросли – сине-зеленые, сифоновые, багряные, в меньшей степени мшанки, гидроидные, строматопораты, кораллы. Это привело к быстрому росту рифовых массивов, в результате чего был сформирован основной каркас Тенгизского атолла. В межрифовых прогибах в конце визе (михайловско-веневское время) отлагались ненасыщенные биомикриты с многочисленными спикулами губок, среди которых выделяются прослой биокластовых пакстоунов. Эти отложения представляют собой относительно глубоководные морские образования, которые накапливались ниже базиса действия волн в восстановительной обстановке, куда периодически поступали отложения зерновых потоков.

*Серпуховский ярус ( $C_1szp$ )*. В нижней части представлен нерасчлененной толщей тарусско-стешевского возраста, а в верхней – протвинским горизонтом. Отложения серпуховского возраста без следов перерыва ложатся на отложения визейского яруса.

В Тенгиз-Каратонской зоне серпуховский ярус характеризуется толщиной от 21 – 35 м до 153 м. В сводовых частях он установлен в объеме тарусско-стешевского и протвинского горизонтов. На сводовых частях серпуховские отложения представлены в основном пакстоунами, опору которых составляют обломки криноидей и брахиопод, цементированных микритом, реже встречаются прослой грейнстоунов, обильно присутствуют обломки водорослей, фораминифер, криноидей и брахиопод, цементом служит спарит.

На Каратоне (скважины 1, 3) для серпуховской толщи характерно чередование оолитовых, литокластово-оолитовых, органогенно-обломочных грейнстоунов, в редких случаях доломитизированных. Аналогичные оолитовые грейнстоуны вскрыты скважинами Пустынная 10, Тажигали 17, Кошкимбет 16. В скважине Тенгиз 17 серпуховские отложения представлены доломитами темно-серыми, среднезернистыми, с единичными реликтами криноидей.

В периферийных частях карбонатных платформ (скважины Тенгиз 10, 35, 52, 53) серпуховские отложения представлены чередованием прослоев пакстоунов, в разной степени окремненных и битуминизированных, состоящих из обломков членников криноидей, брахиопод, реже мшанок, водорослей и вакстоуна, опору которых составляет микрит с члениками криноидей, спикулами губок.

Литология каменноугольных отложений для структуры Ансаган выявлена по результатам газового каротажа. Газовый каротаж использовался для тех интерва-

лов, где отбор керн не производился. Туфогенные сланцы, зарегистрированные на глубине 5375 м, указывают на раннекаменноугольный возраст этих отложений. Базальные каменноугольные отложения, вскрытые в интервале 5420 – 5470 м, составлены еще одним мощным пластом туфа, что возможно коррелируется с туфовым пластом, обнаруженным в таких скважинах Тенгиза, как 52 и 35.

Важной отличительной особенностью ниже-каменноугольных разрезов вне условий развития карбонатных платформ (участки Максат, Юбилейная) является низкая степень уплотнения туфо-терригенных пород. Во многих скважинах по результатам кернового анализа отмечаются следы течения, на что указывают разноориентированность в залегании слагающих разрез слоев и слоек и резкие колебания их углов падения. Отмечается, что слои вулканогенно-обломочных пород часто нарушены микросбросами амплитудой до 1–2 см. Углы падения слоев в пределах толщи от 0 до 90° наиболее характерны – 20–55°. В породах также отмечаются следы деформации, связанные с подводными оползнями. Встречаются конкреции сидерита, крупные (до 5 см толщиной) прожилки кальцита, представленные зернами шестоватой морфологии. Последние свидетельствуют о гидроразрыве пластов под влиянием аномально высоких пластовых давлений с последующей быстрой закристаллизацией кальцитом образовавшихся трещин.

В основании тарусско-стешевского горизонта часто выделяется пачка биогермных, строматолитовых, фораминиферо-водорослевых известняков, которые вверх по разрезу сменяются детритовыми криноидно-водорослевыми разностями.

Для разрезов тарусско-стешевского горизонта характерно ритмичное строение и разнообразный состав отложений, среди которых преобладают образования крайнего мелководья. Породы иногда значительно перекристаллизованы. На северо-востоке Тенгизского атолла разрез целиком сложен сильно перекристаллизованными биоморфными, водорослево-мшанковыми и биогермными известняками со строматактоидной текстурой. В разрезах биогермного типа отложения серпуховского возраста повсеместно размыты на разную глубину.

Протвинский горизонт сложен преимущественно органогенно-обломочными, криноидно-брахиоподовыми и водорослево-фораминиферовыми известняками, среди которых выделяются прослой ракушняковых песчаников и гравелитов. Для пород протвинского горизонта характерна неравномерная перекристаллизация и доломитизация. В низах горизонта часто отмечается прослой туфогенных аргиллитов небольшой мощности (около 25 см).

На структуре Южная отложения серпуховского яруса сложены в основном органогенно-обломочными известняками и известняковыми песчаниками, накапливавшимися в мелководной морской обстановке. Мощность отложений составляет 100 – 120 м. На структуре Королевская отложения серпуховского возраста представлены преимущественно водорослевыми известняками, мощность которых также составляет около 100 м.

Сопоставление отложений (рисунки 2), накапливавшихся в тульско-серпуховское время на структурах Тенгиз, Королевская и Каратон, показало, что они обладают близкими мощностями и формировались в очень близких условиях, что может свидетельствовать о едином геодинамическом режиме, в котором эти структуры развивались в конце раннего карбона.

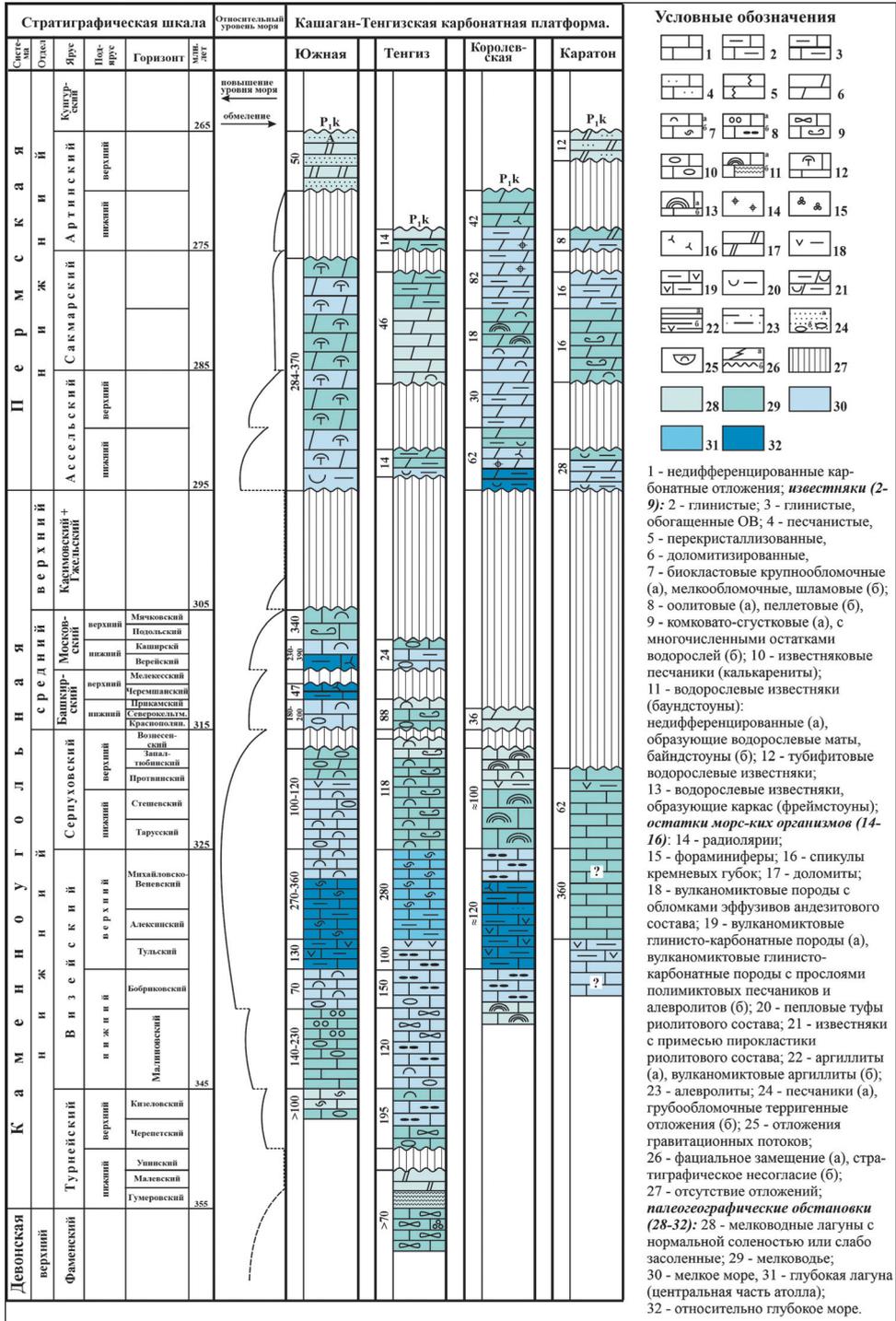


Рисунок 2 – Схема сопоставления разрезов каменноугольных и девонских отложений Приморской зоны Прикаспийской впадины (составлена Абилхасимовым Х.Б.)

Со второй половины визе начинается новый этап в формировании карбонатных платформ Прикаспийской впадины, значительно отличавшийся от предшествующего этапа, как по сути процессов карбонатной седиментации, так и по месту локализации карбонатных платформ.

В среднекаменноугольное время бассейн подвергся процессам сжатия по мере столкновения Туранской плиты с Восточно-Европейской платформой, постепенно переходя в условия краевого прогиба. На данном этапе заканчивается рост карбонатной платформы на Тенгизе.

*Обстановки осадконакопления и тектонические процессы.* По мнению различных авторов, рифтообразование в Прикаспийском бассейне началось в среднедевонское время, по мере субдукции Уральского океана и Палеотетиса под Восточно-Европейскую платформу.

В верхнедевонское время происходило тепловое погружение, что привело к образованию мелководных условий. На наклонных блоках, образовавшихся в результате рифтогенеза в среднедевонское время, начали расти карбонатные постройки. На большей части Каратон-Тенгизской зоны поднятий, рост карбонатных построек продолжался вплоть до позднекаменноугольного времени. На структурах Ансаган и Максат затопление, возможно, произошло раньше, в позднедевонско-раннекаменноугольное время, так как вскрытый каменноугольный разрез на месторождении Ансаган представлен преимущественно терригенными отложениями, более глинистыми интервалами в нижней части с увеличением доли песчаников и известняков в верхней части каменноугольного разреза. В остальной, более погруженной части бассейна, отлагались морские терригенные и глинистые отложения с периодическими включениями известковых пород. Бассейновые морские глины, известняки позднедевонского – раннекаменноугольного возраста, некоторыми авторами описываются как материнские породы, эквивалентные доманиковским (франским) глубоководным фациям (ТШО, 2010).

В среднекаменноугольное время бассейн подвергся процессам сжатия по мере столкновения Туранской плиты с Восточно-Европейской платформой, постепенно переходя в условия краевого прогиба. На данном этапе, предположительно всего, заканчивается рост карбонатной платформы на Тенгизе.

Тектонический режим в раннебашкирское время был спокойным с общей тенденцией к медленному опусканию. В результате постепенно расширяющейся башкирской трансгрессии обломочные известняки вверх по разрезу постепенно замещаются водорослевыми известняками, сформировавшимися на склоне постройки в мелководно-морских условиях.

К концу башкирского века в этом районе произошло общее тектоническое поднятие, что привело к относительному падению уровня моря в позднем башкирском веке, отмеченному отсутствием позднебашкирских отложений в большинстве разрезов [Санина, Ускова, 1991].

На западе карбонатная постройка Ансаган находилась в условиях мелководья, благоприятных для образования карбонатов. Возможно, подобно краям платформы Тенгиз, биогермы выдавались наружу от края платформы.

Позднее под действием сил гравитации породы размывались, образовав эрозионные врезы и накапливая у основания склонов [Della Portaetal, 2008, Toleubai, 2015].

Ансаган залегает на узком продолжении от Тенгиза на отражающем горизонте  $P_3$ . Именно на приподнятых частях наклонных блоков среднедевонских отложений нарастали рифы и биогермы Ансагана и унаследовали от последних рельеф, о чем свидетельствует сходство рельефа отражающего горизонта  $P_3$  и кровли карбонатных структур. Последующее опускание/затопление, предположительно в раннем карбоне, привело к образованию других карбонатных построек. Мощность карбонатных образований колеблется в пределах 726 – 870 м.

Ескожа и др, 2018, провели интерпретацию горизонтов, согласно которой *горизонт R*, изученный на площадях Ансаган и Максат, представлен плотными карбонатами в кровле по скважинным данным, приурочен к верхней части фаменского резервуара Ансаганского месторождения. По скважинным данным Каратона, Ансагана и Королевского, интервал фаменских отложений представлен известняками с доломитизацией, которые сложены однокамерными фораминиферами и сгустками кальцита, доломитизированными, вплоть до доломитов. На месторождении Тенгиз обнаружен другой генетический тип карбонатных месторождений. На участках Ансаган и Максат отражающий горизонт в пределах кровли структуры перекрывается с кровлей карбонатной платформы R.

Наименьшая глубина кровли карбонатов наблюдается на структуре Тажигали-Пустынная, постепенно углубляясь в сторону Ансагана и Максата на юг, юго-восток. Также *надсолевые III и V отражательные горизонты* имеют уклон с севера на юг Каратон-Тенгизской зоны поднятия.

По последним данным сейсморазведки 3D, кроме бассейнового поднятия в триасе, прослеженного по поверхности несогласия *горизонта V*, выделены два этапа тектонического опускания в южном, юго-восточном направлении: 1. наиболее вероятно происходил в позднем девоне-раннем карбоне, в результате чего затонули структуры Ансаган и Максат; 2. в северной части Каратон-Тенгизского поднятия рост рифов продолжался до позднего карбона. Вершина карбонатных структур соответствует фаменскому возрасту, а значит, рост структур в этот период прекратился. Пермские отложения имеют равномерную мощность на Ансагане и Максате и утончаются в сторону Тажигали-Пустынной. Ескожа и др., 2018, придерживаются мнения, что затопление Ансагана и Максата произошло за счет тектонического опускания.

**Выводы.** Пространственное размещение карбонатных построек в Приморской зоне Прикаспийской впадины определяется различной продолжительностью этапов седиментации и блоковой структурой фундамента. Тектоническое опускание в юго-восточном направлении начавшееся еще в среднем девоне вызвало рост карбонатных построек на структурах Ансаган и Максат, накапливая большие толщины по сравнению со структурами в северной части Каратон-Тенгизской зоны поднятий. Продолжительные во времени изменения уровня моря в пред-поздневизейское время вызвало обширный размыв и перерывы в осадконакоплении.

На описываемом седиментационном этапе на основе сейсмических и скважинных данных месторождения Тенгиз (9,10) проинтерпретировано несколько границ несогласия: суперсиквенские границы (SSB) и поверхности максимального затопления (MFS): фаменская граница несогласия, турнейская поверхность максимального затопления, ранневизейская границы несогласия. По аналогии с поднятием Тенгиз,

эти же основные границы несогласия прогнозируются и на Тажигали-Пустынной. Так как карбонатная постройка Тажигали-Пустынная в девонский и каменноугольный периоды предположительно залегала чуть выше, чем Тенгиз, возможно, что эти границы несогласия здесь более выражены, а мощность каждой отдельной пачки меньше. На Тажигали-Пустынной допускается латеральная проградация в девонский период. Рост постройки, также как и на Тенгизе, прекратился в башкирский век, предположительно, вследствие воздымания осадочного бассейна в период столкновения Туранской плиты с Восточно-Европейской платформой.

Девонская карбонатная платформа оконтуривается по прослеживанию ее цоколя между региональными отражающими горизонтами  $P_3$  и  $P_4$ . Предполагаемый возраст карбонатов, заключенных между этими горизонтами, средний – нижний девон. На этом цоколе происходил рост рифогенных построек верхнедевонско-артинского возраста: Тенгиз, Каратон, Тажигали-Пустынная, в акватории Северного Каспия – Кашаган, Маргарита (КС-1), Кайран (рисунок 3).

Наряду с указанными постройками, здесь присутствуют менее рельефно выраженная карбонатная постройка верхнедевонско-башкирского возраста – Ансаган, закартированных к востоку от известного гигантского месторождения Тенгиз.

Одна из особенностей формирования рифовых массивов в данном регионе, выявленная многими исследователями, это дугообразное строение биогермов, выпуклая сторона которых обращена на северо-восток, откуда продолжительное время происходило океаническое течение.

Большинство рифов в данном районе прекратили свой рост в башкирское время среднего карбона, а Южная росла вплоть до артинского яруса, пермского периода

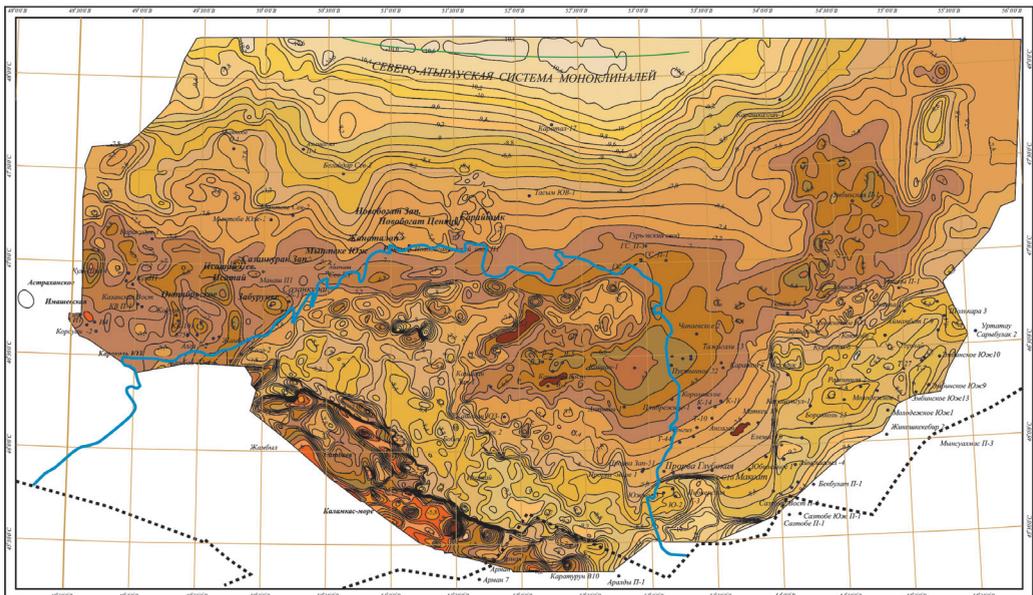


Рисунок 3 – Структурно-тектоническая карта по отражающему горизонту  $P_3$  Приморской зоны юга Прикаспийской впадины.  
(Составил Х.Б. Абилхасимов, 2022 г.)

времени. При падении уровня мирового океана кровля рифа выходила на дневную поверхность, что приводило к эрозии его кровли. Продукты эрозии сформировали в артинское время на карбонатной платформе карбонатно-терригенную брекчию, перекрывающую более погруженные рифовые постройки и входящую в непосредственный контакт со склонами рифа Тенгиз. 🌐

*Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научных и научно-технических проектов Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, грант ИРН AP00025, «Разработка региональной цифровой модели геологического строения территории Прикаспийского осадочного бассейна Казахстана».*

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Абилхасимов Х.Б. Особенности формирования природных резервуаров палеозойских отложений Прикаспийской впадины и оценка их перспективности. – М.: Академия естествознания, 2016. – 244 с. [Abilhasimov H.B. Osobennosti formirovaniya prirodnyh rezervuarov paleozojskih otlozhenij Prikaspijskoj vpadiny i ocenka ih perspektivnosti. – М.: Akademiya estestvoznaniya, 2016. – 244 s.]
- 2 Вендельштейн Б.Ю., Золоева Г.М., Костерина В.А., Фарманова Н.В., Ярошенко А.В. Литолого-петрографическая модель подсолевого резервуара нефтяного месторождения Тенгиз. – М.: ВНИОЭНГ, 1994. – 51 с. [Vendel'shtejn B.YU., Zoloeva G.M., Kosterina V.A., Farmanova N.V., YAroshenko A.V. Litologo-petrograficheskaya model' podsolevogo rezervuara neftyanogo mestorozhdeniya Tengiz. – М.: VNIIOENG, 1994. – 51 s.]
- 3 Санина Л.В., Ускова Н.А. Башкирские отложения восточного борта Прикаспийской впадины. – М., 1991. – С. 71-77. [Sanina L.V., Uskova N.A. Bashkirskie otlozheniya vostochnogo borta Prikaspijskoj vpadiny. – М., 1991. – С. 71-77.]
- 4 Толеубай Б. Особенности сейсмической интерпретации склона объекта 1 месторождения Тенгиз // Нефть и газ. – 2015. – № 4. – С. 71-81. [Toljubaj B. Osobennosti sejsmicheskoy interpretacii sklona ob"ekta 1 mestorozhdeniya Tengiz // Neft' i gaz. – 2015. – № 4. – С. 71-81.]
- 5 Aubakirov A.A., Zhamanov Zh.K., Aimagambetov M.U., Pankratov V.F., Yeskozha B.A., On initial geological results of the target study of the upper Devonian formations, 2017. – P. 52.
- 6 Della Porta, G., Kenter, J.A.M., Harris, P.M. Late Palaeozoic carbonate platform margins dominated by microbial cement-rich boundstone // Rendiconti Online Societa Geologica Italiana. – 2008. – № 3(1). – P. 320-321
- 7 Yeskozha B.A., Aimagambetov M.U., Brichikova M.P., Shaikhina D.S. 3D Seismic Geomorphological Analysis of Potential Pre-Salt Hydrocarbon Reservoirs in South-Eastern Margin of Precaspian Basin // SPE Annual Caspian Technical Conference and Exhibition held in Astana. – Kazakhstan, 2018. – P. 3,8-11.
- 8 Yeskozha B.A. and Aimagambetov M.U.; Ismagulova S. Analysis of Depositional Environment within Karaton-Tengiz Uplift Zone in Southeastern Part of the Pre-Caspian Basin // SPE Annual Caspian Technical Conference and Exhibition held in Astana. – Kazakhstan, 2018. – P. 8.
- 9 Ескожа Б.А., Аймагамбетов М.У., Исмагулова С.А. Роль процесса осадконакопления в формировании ловушек нефти и газа в позднем палеозое Прикаспийской впадины // Нефть и газ. – 2019. – №2 (110). – С. 43-61. [Eskozha B.A., Aimagambetov M.U.,

- Ismagulova S.A. Rol' processa osadkonakopleniya v formirovanii lovushek nefiti i gaza v pozdнем paleozoe Prikaspijskoj vpadiny // *Neft' i gaz.* – 2019. – №2 (110). – S. 43-61.]
- 10 Вебер Л.Дж., Франсис Б.П., Харрис П.М., и др. Стратиграфия, литофации и распространение резервуара, месторождение Тенгиз, Казахстан. Общество седиментационной геологии (SEPM), 2012. – 150 с. [Veber L.Dzh., Fransis B.P., Harris P.M., i dr. Stratigrafiya, litofacii i rasprostranenie rezervuara, mestorozhdenie Tengiz, Kazahstan. Obshchestvo sedimentacionnoj geologii (SEPM), 2012. – 150 с.]
  - 11 Harris P.M., Collins J.F., Putney K.L., Zhumagulova A., Fisher D. Stratigraphic architecture, lithofacies, and reservoir quality: Tengiz and Korolev Fields, Caspian Basin, Kazakhstan // AAPG Search and Discovery. [Internet resource] Access address: <https://www.searchanddiscovery.com/pdfz/documents/2008/08036harris/images/harris.pdf.html> (date of application 30.09.2022).
  - 12 Абилхасимов Х.Б. Седиментационная модель карбонатных поднятий Приморской зоны юга Прикаспийского осадочного бассейна в позднедевонско-ранневизейское время // *Нефть и газ.* – 2022. – №4 (130). – С. 9-27. [Abilhasimov H.B. Sedimentacionnaya model' karbonatnyh podnyatij Primorskoj zony yuga Prikaspijskogo osadochnogo bassejna v pozdnedevonsko-rannevizejskoe vremya // *Neft' i gaz.* – 2022. – №4 (130). – S. 9-27.]