



Новые данные по строению верхнеюрских отложений Прикумско-Центрально-Каспийской системы прогибов и поднятий (Центральный Каспий)

Смирнова О.И., Мелихова Е.В., Смирнов М.В.

Филиал ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг" "ПермНИПИнефть" в г. Пермь, г. Пермь, Россия;
e-mail: Olga.Smirnova@lukoil.com, Elizaveta.Melikhova@lukoil.com, Mikhail.Smirnov@lukoil.com

Акватория Каспия представляет большой научный интерес с точки зрения палеогеографических событий, происходивших на рубеже юры и мела. В этом регионе осуществлялся обмен водными массами и морской биотой между бореальными и тетическими бассейнами (Карпинский, 1887). Совместный анализ стратиграфических и палеогеографических данных для Северного Каспия может дать ключевую информацию для проведения бореально-тетической корреляции и обоснования границы юры и мела в бореальных разрезах.

Основной целью работ по литолого-стратиграфическим исследованиям керна Сарматско-Хвалынской зоны явилось получение комплексных данных о строении и стратиграфической принадлежности пограничного юрско-мелового интервала скважин. Работы включали седиментологическое исследование керна, микро-, макропалеонтологическое и палинологическое изучение, получение сведений о палео- и петромагнитном строении разреза. Кроме того, получены данные об изменении соотношений стабильных изотопов $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$.

Несмотря на более чем два десятка лет детального изучения точное положение границ титонского яруса по-прежнему остаётся не окончательно определённым. И если положение кровли, благодаря редким находкам макро и микрофауны мы смогли установить (Смирнов и др., 2004, 2019), то положение границы кимериджского и титонского ярусов было достаточно дискуссионным. В качестве основных причин рассматриваются следующие:

- 1) высокая степень преобразованности пород в ходе интенсивной перекристаллизации, доломитизации, реже окварцевания и сульфатизации;
- 2) единообразии кимеридж-титонского микропалеонтологического комплекса;
- 3) значительное сходство фациальных об-

становок кимериджа и раннего-среднего титона.

Литологическая характеристика

Кимериджский ярус. Отложения данного стратона охарактеризованы керном и шламом. По результатам изучения установлено, что данные отложения представлены толщей карбонатного состава: известняками в разной степени доломитизированными (преобладают в нижней части), доломитами известковистыми (по всей видимости, доломиты замещения, развитые по известнякам) и мергелями доломитовыми. В карбонатах этой части разреза наблюдается неравномерное окремнение.

Известняки серые с детритово-шламово-пелитоморфной и детритово-пелоидной структурой. Среди микроструктур значительно преобладают флаутстоуны, реже отмечаются вакстоуны и пакстоуны. Породы неравномерно кремнистые, неравномерно перекристаллизованные, с неясной субгоризонтальной слоистостью, подчёркнутой преобладающей ориентировкой удлинённого детрита. В составе последнего доминируют разрозненные створки брахиопод и двустворок и их фрагменты.

Доломиты замещения неравномерно известковистые, кремнистые, алевритистые серые и светло-серые, тонко-микрористаллические, с реликтовой детритово-шламовой (вакстоуны?) структурой, неясной субгоризонтальной слоистостью. По морфологии следовых пор и мелких каверн можно уверенно предположить присутствие в составе обломочной части первичных карбонатов створок и фрагментов брахиопод и двустворок, обломков иглокожих. В породах наблюдаются рассеянные, угловатые зёрна кварца и полевых шпатов алевритовой размерности.

Строение титонского яруса на этих территориях подробно изложено в более ранних работах (Смирнов и др., 2004). Напомним

лишь, что сложен он толщей сульфатно-карбонатного состава. Известняки сероцветные, иногда светло-коричневые, детритово-пелоидные, детритово-пелитоморфные и детритово-шламовые, иногда детритово-водорослевые, участками перекристаллизованные, доломитистые, окремненные и ангидритизированные. Доломиты серо-коричневые, неравномерно известковистые, тонко-, микро-, мелкокристаллические, перекристаллизованные, с гнездами ангидритов. Мергели серые до темно-серых, доломитовые и доломитисто-известковые. Ангидриты белые крупнокристаллические.

Результаты стратиграфических исследований

Биостратиграфия, микрофаунистические исследования

В ходе микрофаунистического анализа было проанализировано более сотни шлифов из верхнеюрских отложений рассматриваемых разрезов. Фораминиферы разной степени сохранности и насыщенности присутствуют почти в 50% из просмотренных шлифов. Шлифы мало насыщены фауной фораминифер, в основном встречаются примитивные формы и простые хаплофрагмииды. По результатам их исследований установлено три стратиграфических уровня.

В интересующем интервале глубин встречен обедненный комплекс, позволяющий проследить слои с *Protopenneroplis* cf. *striata*, *Melathrokerion eospirialis*, *Meandrospira* aff. *favei* (*jurassica*). По результатам предыдущих исследований, данные слои соотносятся с титонским интервалом разреза: возраст определяется по сонахождению видов *Melathrokerion eospirialis* Gorbachik, который может указывать на титонский (ранне-средне титонский) возраст пород и *Protopenneroplis striata* Weynschenck, указывающий на кимеридж-титонский возраст пород (Горбачик, 1971, Septfontaine, 1974, Кузнецова, Горбачик, 1985; Практическое..., 1991; Vucur, 1997; Arkadiev et al., 2017–2018; Ogg et al., 2016; и др.).

Палинологические исследования

Для палинологического анализа был отобрано и проанализировано около сотни образцов из верхнеюрских отложений. Мацераты практически всех образцов содержали аморфное органическое вещество (АОВ), деградированные фитокласты (инертинит, витринит). В некоторых образцах были выявлены единичные миоспоры и микрофитопланктон плохой сохранности, представленный главным образом диноцистами и единичными прازیнофитами (рис. 1).

По результатам исследований образцов в

рассматриваемой части разреза было установлено три стратиграфических интервала.

Интервал 1. Слои с *Subtilisphaera? inaffecta/paeminosa*, верхний кимеридж. Стратиграфическое положение: верхний кимеридж.

Верхняя граница: Top Abundant Occurrence (ТАО) *S.? inaffecta/paeminosa*.

Нижняя граница: Bottom Abundant Occurrence (BAO) *S.? inaffecta/paeminosa*.

Обоснование: Акме *S.? inaffecta/paeminosa* фиксируется в верхнем кимеридже Северо-Западной Европы (Partington et al., 1993; Riding et al., 1999; Duxbury et al., 1999; Geostat..., 2016; Biostrat..., 2021).

Кроме того, обилие цист рода *Subtilisphaera* отмечено в верхней части аммонитовой зоны Eudoxus (верхний кимеридж) Юго-Западной Франции (Ioannides et al., 1988). Многочисленные находки *Subtilisphaera? inaffecta* и *S.? paeminosa* зафиксирована в верхнем кимеридже Южной Германии (Dürr, 1988).

Интервал 2. Слои с *Perisseiasphaeridium pannosum*, *Systematophora? daveyi*. Стратиграфическое положение: нижняя волга.

Нижняя граница: BCO *Systematophora? daveyi*.

Верхняя граница: Top Occurrence (ТО) *Perisseiasphaeridium pannosum*

Обоснование возраста: вид *Perisseiasphaeridium pannosum*, встреченный в образце Paly10, гл. неув. 3816,1 м, имеет узкий возрастной интервал распространения: верхний кимеридж – нижняя волга Северо-Западной Европы (Duxbury et al., 1999; Herngreen et al., 2000; Biostrat..., 2021). Первое частое появление (BCO) вида *Systematophora? daveyi*, который обилен в образцах Paly8 и Paly10 соответствует нижней части нижней волги (Biostrat..., 2021).

Интервал 3. Стратиграфический уровень: верхняя юра, терминальный кимеридж – нижняя волга. Стратиграфическое положение: терминальный кимеридж – нижняя волга.

Нижняя граница: ТАО *S.? inaffecta/paeminosa*.

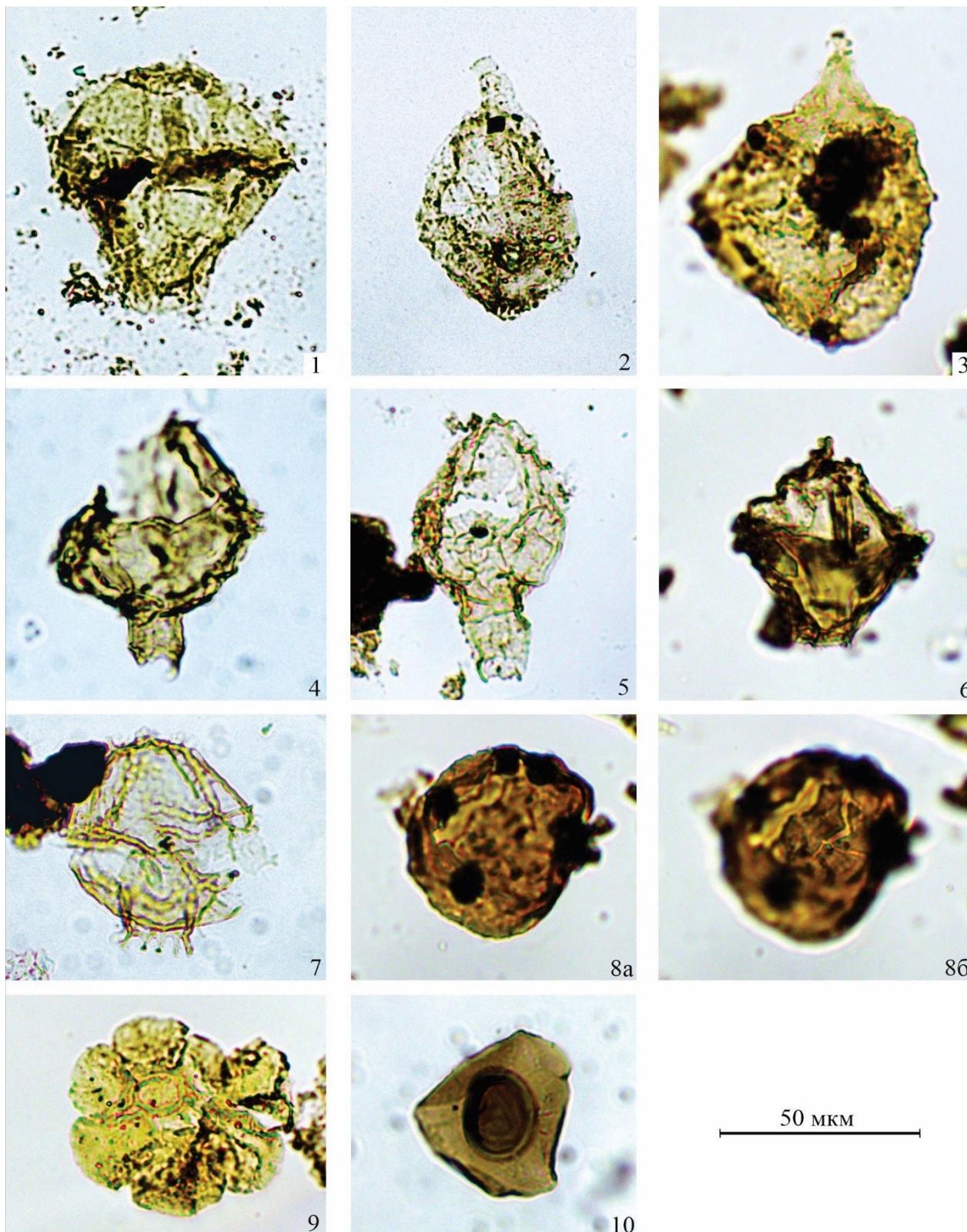
Верхняя граница: ТО *Perisseiasphaeridium pannosum*; BCO *Systematophora? daveyi*

Обоснование возраста: датирован по положению в разрезе.

В процессе проведения палинологического анализа соседней скважины технически обработаны и проанализированы примерно 100 образцов керна.

Образцы имеют разную степень насыщен-

Фототаблица I



Фототаблица I. Микрофитопланктон из изученных скважин

Фиг. 1 - *Endoscrinium luridum* (Deflandre, 1939)
Gocht, 1970;

Фиг. 2 - *Scriniodinium* sp.;

Фиг. 3 - *Cribroperidinium* sp.;

Фиг. 4, 5 - *Tubotuberella apatela* (Cookson et
Eisenack, 1960) Ioannides et al., 1977;

Фиг. 6 - cf. *Leptodinium* sp.;

Фиг. 7 - *Dichadogonyaulax* cf. *pannea* (Norris, 1965)
Sarjeant, 1969;

Фиг. 8а,б - *Batiacasphaera* sp., разные фокусы;

Фиг. 9 - внутренняя оболочка микрофораминиферы;

Фиг. 10 - *Pterospermella* sp.

ности палиноморфами разной степени сохранности (от 0 до более 300 зёрен) – спорами, пыльцой, морским микрофитопланктоном, представленным диноцистами, акритархами и прازیнофитами.

В большинстве образцов отмечается преобладание морских микрофитофоссилий, в единичных образцах отмечается возрастание числа палиноморф наземной флоры.

Кроме палиноморф, в образцах отмечается разная степень насыщенности растительным детритом и периодическое присутствие аморфного органического вещества (АОВ).

В результате палинологического изучения в керне было выделено три разновозрастных диноцистовых комплекса.

А) Диноцистовый комплекс с *Rhynchodiniopsis cladophora* выделен в 8 образцах керна. Комплекс не отличается богатым видовым разнообразием и значительной численностью палиноморф – отмечается единичное присутствие диноцист, спор и пыльцы плохой степени сохранности. Из морских фитофоссилий, кроме *Rhynchodiniopsis cladophora* (Deflandre, 1939) Below, 1981, в комплексе наблюдаются *Sirmiodinium grossii* Alberti, 1961 и *?Scriniodinium sp.* Также встречены прازیнофитные водоросли *Crassosphaera spp.* и *Pterospermella sp.*

Среди наземных микрофитофоссилий наблюдаются споры вида *Hemitelia parva* Timosch. 1980, двухмешковая пыльца голосеменных (*Disaccites gen. spp.*) и пыльца семейства *Taxodiaceae*.

Установлена только верхняя возрастная граница данных отложений. Присутствие в комплексе диноцист вида *Rhynchodiniopsis cladophora*, указывает на то, что он не может быть моложе кимериджа, т.к. вид вымирает на границе кимериджа и волги (Biostrat..., 2021).

Поэтому возраст отложений определен как не моложе кимериджа.

Б) Диноцистовый комплекс с *Paragonyaulacysta borealis*, *Senoniasphaera jurrasica* установлен в 30 образцах. В видовом и количественном отношении комплекс беден, кроме упомянутых выше видов диноцист, здесь также единично были встречены *?Tubotuberella sp.*, *Meiouroganyaulax sp.*, *Gonyaulacyasta sp.*, *Sirmiodinium grossii* Alberti, 1961, *Apteodinium sp.* Степень сохранности палиноморф плохая. Также встречены прازیнофитные водоросли *Crassosphaera spp.* и *Pterospermella sp.*

В споровой части комплекса наблюдались единичные гладкие споры *Leiotriletes sp.* и *Stereisporites sp.* Из пыльцевых зёрен обнаружена *Callialasporites dampieri* (Balme, 1957) Dev, 1961.

Возраст данных отложений установлен по

присутствию вида *Senoniasphaera jurrasica*, который обитал в диапазоне кимеридж–средняя волга (Biostrat..., 2023). Поэтому возраст отложений с интервалом глубин 3740,12–3803,65 м (увяз.) определен как кимеридж–средняя волга.

Петромагнитный метод хорошо зарекомендовал себя ранее при детальной корреляции разрезов пограничного интервала юры–мела близко расположенных скважин. К сожалению, при проведении настоящих работ данные терромагнитного анализа оказались практически не информативными в плане выявления минералов – носителей остаточной намагниченности. Практически все изученные породы нефтенасыщены и терромагнитные кривые фиксируют преимущественно новообразованные магнитные фазы, возникающие в нагреваемых пробах под влиянием углеводородов, а не первичные минералы.

Полученные *изотопно-геохимические данные* свидетельствуют о диагенетической перекристаллизации рассматриваемых карбонатных пород. Одним из главных агентов диагенетической перекристаллизации юрских карбонатных пород был магнезиальный раствор, поступавший вместе с инфильтрацией эвапоритовых рассолов, которые вероятно образовались при испарении морской воды в лагунах мелового времени. Аналогичная картина наблюдалась в юрских отложениях на этой же территории, в ранее изученных скважинах. Первично-известковый осадок частично доломитизирован и содержит многочисленные кристаллы ангидрита, заполняющего поры и тонкие трещины. В процессе доломитизации карбонатные породы частично потеряли Sr и обогатились Mn и Fe, по сравнению с современными арагонитовыми и кальцитовыми осадками. Однако карбонатные породы рассматриваемых разрезов обогащены Mn и Fe значительно меньше (в среднем в 2 раза), чем карбонатные породы изученные ранее.

Согласно Sr-изотопным данным, рассматриваемый интервал достигает самой кровли кимериджского яруса. Относительно чётко фиксируется и положение границы кимеридж/титон, хотя палинологические данные предполагают ее более высокое положение. Таким образом датировка находится в некотором противоречии с данными микропалеонтологических исследований и потому нуждается в дальнейшем уточнении.

Заключение. Важнейшим результатом проведённых исследований является достоверное обоснование присутствия верхнекимериджских отложений основанное на данных палинологического анализа и подтверждённое

аналогичными находками при бурении последующих скважин. В ходе этих работ также было уточнено положение границы киме-ридского и титонского ярусов.

Достоверное положение кровли киме-ридского яруса являлось дискуссионным более 20 лет и достигнутые успехи стали результатом комплексного и детального подхода к решению стратиграфических проблем. В условиях, когда вследствие интенсивных эпигенетических процессов малоинформативными оказались петромагнитные и изотопно-геохимические, а также классические микрофаунистические методы, успешно себя проявила палинология. Традиционно, этот метод редко используют при стратификации массивных карбонатных слабоглинистых толщ. Однако, в данной геологической обстановке этот метод позволил решить поставленную задачу.

Литература

- Горбачик Т.Н. О раннемеловых фораминиферах Крыма // Вопросы микропалеонтологии. 1971. Вып. 14. С. 125–139.
- Карпинский А.П. Очерк физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды // Записки Императорской Академии наук. 1887. Т. 55. Прил. 8. С. 1–36.
- Кузнецова К.И., Горбачик Т.Н. Стратиграфия и фораминиферы верхней юры и нижнего мела Крыма. М.: Наука, 1985. 156 с.
- Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 5. Фораминиферы мезозоя. Л.: Недра, 1991. 373 с.
- Смирнов М.В., Барабошкин Е.Ю., Богданова Т.Н., Лобачева С.В., Федорова А.А., Смирнова О.И., Кудинова Е.В. Титон и неокм Северного Каспия // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2004. Т. 79. Вып. 2. С. 30–39.
- Смирнов М.В., Штунь С.Ю., Смирнова О.И., Попова П.Ф. Пограничные юрско-меловые отложения акватории Среднего Каспия: строение, стратификация и перспективы нефтегазоносности (на примере Сарматско-Хвалынской зоны поднятий) // Нефтяное хозяйство. 2019. № 8. С. 22–26.
- BioStrat Stratigraphic Consultancy [Electronic resource] / D. Bailey, the BioStrat Ltd director, Backbarrow, UK, [2021]. <http://biostrat.org.uk/LJ%202011%20events%20postcon.pdf>.
- Bucur I.I. Representatives of the genus *Protopenneroplis* (Foraminifera) in the Jurassic and Lower Cretaceous deposits in Romania Comparisons with other regions of the Tethyan area // Acta Palaeontologica Romaniaae. 1997. V. 1. P. 65–71.
- Dürr G. Palynostratigraphie des Kimmeridgium und Tithonium van Süddeutschland und Korrelation mit borealen Floren // Tübinger Mikropalaontologische Mitteilungen. 1988. Hft. 5. P. 1–159.
- Duxbury S., Kadolsky D., Johansen S. Sequence stratigraphic subdivision of the Humber Group in the Outer Moray Firth area (UKCS, North Sea) // Journal of the Geological Society. 1999. V. 152. P. 23–54.
- GeoStrat Consultants Ltd [Electronic resource] / R. Dyer, G. Williams / Scotland, United Kingdom [2020] — http://www.geostratuk.com/schemes_and_support.
- Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M. A Concise Geologic Time Scale. 1st ed. Amsterdam: Elsevier, 2016. 240 p.
- Partington M.A., Copestake P., Mitchener B.C., Underhill J.R. Biostratigraphic calibration of genetic stratigraphic sequences in the Jurassic–lowermost Cretaceous (Hettangian to Ryazanian) of the North Sea and adjacent areas // in: J.R. Parker (ed.). Petroleum Geology of Northwest Europe: Proceedings of the 4th Conference. Geological Society, London, 1993. P. 371–386.
- Riding J.B., Fedorova V.A., Ilyina V.I. Jurassic and lowermost Cretaceous dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Russian Platform and Northern Siberia, Russia // AASP Contributions Series. 1999. No. 36. 184 p.
- Septfontaine M. Présence de *Protopenneroplis trochangulata* sp. nov. (Foraminifère) dans le Crétacé inférieur du Jura méridional et révision de *Protopenneroplis* Weynschenk, 1950 // Eclogae Geologicae Helveticae. 1974. V. 67. No. 3. P. 605–628.

New data on the subdivision of the Upper Jurassic of the Prikum-Central Caspian system of deflections and uplifts (Central Caspian)

Smirnova O.I., Melikhova E.V., Smirnov M.V.

Branch of LLC LUKOIL-Engineering PermNIPIneft, Perm, Russia;
e-mail: Olga.Smirnova@lukoil.com, Elizaveta.Melikhova@lukoil.com, Mikhail.Smirnov@lukoil.com

The results obtained during the current stage of research, carried out in the Caspian Sea area, accompanied by the exploration drilling on the shelf, are presented. In the presented material, the subject of research was Central Caspian Sea region. The stratigraphic studies included biostratigraphic (including palynological) methods, analysis of the petromagnetic and magnetic-mineralogical structure of the succession, stable isotope chemostratigraphy ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$). The age of the strata was established, and a detailed correlation was provided with the previously studied wells of the region.

The use of an integrated approach involving several stratigraphic techniques based on different research principles made it possible to detail and unify the stratification scheme of the Upper Jurassic - Lower Cretaceous succession of the region and to propose its detailed correlations.