

Научная статья
УДК 552.5
<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2024-1-27-33>
EDN RUBDTA

Литолого-фациальная модель бакинских отложений Астраханского Прикаспия

Дмитрий Андреевич Коннов

*Астраханский государственный технический университет
Астрахань, Россия, konnovd@gmail.com*

Аннотация. Проанализировано влияние колебаний уровня Каспийского моря на литолого-фациальные характеристики осадочных отложений. Особое внимание уделено изучению периодических изменений уровня воды в Каспии в течение апшеронского и бакинского времени с целью определения влияния флуктуации на седиментационные процессы. Рассматривалась Тюранская регрессия, а также проведено ее разграничение с апшеронской и бакинской трансгрессиями. Исследование включало изучение климатических условий прошлых эпох и их влияние на разнообразие флоры и фауны, что, в свою очередь, оказывало воздействие на седиментационные процессы в различные периоды бакинской стадии. Используются геолого-статистические методы для определения характеристик коллекторов в отложениях, а также для исследования их распределения по территории. Построена литолого-фациальная модель, которая отражает два цикла регрессии и трансгрессии, характерные для отложений бакинского времени, что позволило описать распределение песчаных и глинистых фаций в различных секциях разреза и интерпретировать карту песчаности для идентификации погребенных речных долин. Сделан вывод, что в бакинское время были выделены две литофациальные пачки, отражающие трансгрессивно-регрессивный цикл Большого Каспия. Сформированы гипотезы, согласно которым коллекторы образовались в заключительной стадии Тюркянской регрессии и позднее были покрыты отложениями бакинской трансгрессии. Установлено, что данные коллекторы играют значительную роль для скопления газа и распространены почти по всей территории Астраханского Прикаспия. Определение зон с повышенным содержанием коллекторов может иметь важное значение для будущих геологоразведочных работ в данном регионе.

Ключевые слова: Каспийское море, уровень моря, литолого-фациальные характеристики, периодические изменения, бакинская трансгрессия

Для цитирования: Коннов Д. А. Литолого-фациальная модель бакинских отложений Астраханского Прикаспия // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2024. № 1. С. 27–33. <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2024-1-27-33>. EDN RUBDTA.

Original article

Lithological and facies model of the Baku deposits of the Astrakhan Caspian Sea

Dmitry A. Konnov

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, konnovd@gmail.com*

Abstract. The influence of fluctuations in the Caspian Sea level on the lithological and facies characteristics of sedimentary deposits is analyzed. Special attention is paid to the study of periodic changes in the water level in the Caspian Sea during the Absheron and Baku time in order to determine the effect of fluctuations on sedimentation processes. The Turanian regression was considered, and its differentiation with the Absheron and Baku transgressions was carried out. The study included the study of climatic conditions of past eras and their impact on the diversity of flora and fauna, which, in turn, had an impact on sedimentation processes in various periods of the Baku stage. Geological and statistical methods were used to determine the characteristics of reservoirs in sediments, as well as to study their distribution over the territory. A lithological and facies model has been constructed that reflects two cycles of regression and transgression characteristic of the deposits of the Baku time, which made it possible to describe the distribution of sandy and clay facies in various sections of the section and interpret a map of sandiness to identify buried river valleys. It is concluded that two lithofacies bundles reflecting the transgressive-regressive cycle of the Great Caspian Sea

were identified in Baku time. Hypotheses have been formed according to which the reservoirs were formed in the final stage of the Turkic regression and were later covered with sediments of the Baku transgression. It has been established that these reservoirs play a significant role for gas accumulations and are distributed almost throughout the territory of the Astrakhan Caspian Sea. The identification of areas with a high reservoir content may be important for future exploration in this region.

Keywords: Caspian Sea, sea level, lithological and facies characteristics, periodic changes, Baku transgression

For citation: Konnov D. A. Lithological and facies model of the Baku deposits of the Astrakhan Caspian Sea. *Oil and gas technologies and environmental safety*. 2024;1:27-33. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2024-1-27-33>. EDN RUBDTA.

Введение

Климатические условия и уровень мирового океана подвержены непрерывными изменениями на протяжении всей геологической истории Земли. Изменения уровня Каспийского моря имеет значительное влияние на формирование литолого-фациальных особенностей строения осадочных отложений.

Цель исследования – построение и глубокий анализ литолого-фациальной модели бакинских отложений Астраханского Прикаспия и стремление представить комплексный взгляд на эволюцию геологической среды в течение позднего плейстоцена. Изучения палеогеографических условий отражают значительную изменчивость климатических факторов, гидрологического режима и седиментационных процессов, игравших ключевую роль в осадочных горных породах Астраханского Прикаспия.

Условия осадконакопления бакинских отложений

По мнению Т. А. Волковой с соавторами, уровень Каспия в апшеронское и бакинское время подвержен независимым колебаниям, которые можно рассматривать как периодические флуктуации. В данном контексте они проявляются в виде «всплесков» трансгрессий и регрессий, представляющих собой экстремальные значения, сопровождающиеся небольшими осцилляциями. Такие колебания не являются случайными, а имеют определенную закономерность [1].

Начало бакинского века характеризуется низким уровнем моря, абсолютные отметки – от –280 до –120 м, так называемая тюркянская регрессия, которая разделяет апшеронскую и бакинскую трансгрессию.

Положение верхней границы апшерона в большей части территории Прикаспия является довольно определенным. Это выражается в изменении состава фауны и окраса глин с светло-серых до темно-серых [2]. Основная часть экзотической растительности, которая предпочитает теплые и влажные климатические условия, такие как таксодиевые, ореховые и аралиевые растения, погибла. На основании анализа редкой пыльцы, найденной в сыртовых суглинках Северного Прикаспия, можно сделать вывод, что в то время, когда отложения накапливались, климат был сухим и теплым [3]. В тюркянском горизонте находятся древние аллювиальные отложения реки Волги. Предполагается, что к концу этой эпохи уро-

вень береговой линии был выше и, возможно, достигал отметки 0 метров абсолютной высоты [4]. Сейсмические данные, полученные в Среднем Каспии, указывают на наличие крупных клиноформ, которые формируют сопряженную систему дельт [5].

В начальной стадии бакинской трансгрессии климат в первую половину бакинской стадии был континентальным, с более низкой температурой, чем современная, а во вторую половину – умеренным. В работе П. В. Федорова бакинское время характеризовалось теплым и влажным климатом, А. И. Москвитин [6] считал эту стадию холодной, а Ю. М. Васильев и О. С. Обрядчиков [2] – межледниковой с умеренным климатом. Палинологические материалы указывают, что в Северном Прикаспии климат был более прохладным и влажным, среди растительного покрова преобладали лесные (елово-сосновые) ассоциации, близкие к растительности в позднем апшероне. Площадь моря была меньше апшеронского, на территории Астраханского Прикаспия накапливались типичные мелководные отложения эпиконтинентальных морей.

В период челекенской стадии Каспия проходила глубокая регрессия, которая привела к осушению верхней и, возможно, средней части шельфа. Вместе с этим произошло эрозионное врезание на каспийском шельфе и в древней долине Нижней Волги, а затем эти области были заполнены волжским аллювием [7]. Палинологические спектры погребенного аллювия Волги указывают на то, что климат Северного Прикаспия в то время был теплым и умеренно влажным [8]. По данным Ю. М. Васильева и О. С. Обрядчикова [1], это время соответствовало оптимуму лихвинского межледниковья. В качестве подтверждения этому служат погребенная почва в кровле астраханских слоев и многочисленные выделения гипса и кальция карбоната (CaCO_3).

В заключительной стадии бакинского подэтапа общая площадь Урунджикского моря была значительно больше, чем современного Каспия. Оно проникало вглубь побережья только по депрессиям Куринской впадины и Западно-Туркменской низменности. Вероятно, Северный Прикаспий не был затронут трансгрессией. В этой области в начале среднего плейстоцена существовали затопленные луга, накапливались слои пресноводных сингильских отложений, а климат был влажным и немного прохладнее, чем в настоящее время [8].

Таким образом, текущая литолого-фациальная модель подразумевает два цикла регрессии-трансгрессии бассейна Бакинского моря. На территории Астраханского Прикаспия предположительно создавалось небольшое количество коллекторов в бакинских отложениях.

Литолого-фациальная модель бакинских отложений

Существует множество подтверждений о регрессионных циклах Большого Каспия в бакинское время (тюрканская и челекенская регрессии):

- эрозионное вреzание на каспийском шельфе

и в древней долине Нижней Волги, а затем эти области были заполнены волжским аллювием [7];

- сейсмические данные, полученные в Среднем Каспии, указывают на наличие крупных клиноформ, которые формируют сопряженную систему дельт [5];

- наличие песчаных пропластков большой мощности (более 20 м), обнаруженных при бурении многочисленных скважин Астраханского Прикаспия.

Для анализа многочисленных данных вся территория исследования также была условно поделена на три района: юг, центр, север (рис. 1).

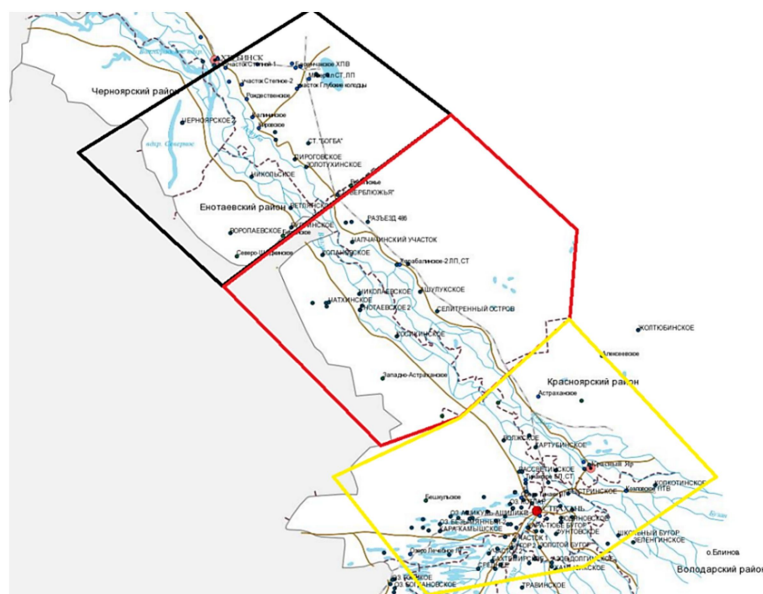


Рис. 1. Схема районирования

Fig. 1. Zoning scheme

Для каждого из районов были рассчитаны геолого-статистические разрезы (ГСР) литологии (песок-глина) (рис. 2–4). На вертикальной оси отоб-

ражены номер слоя сверху вниз в апшеронских отложениях. На горизонтальной оси вероятность появления того или иного литотипа.

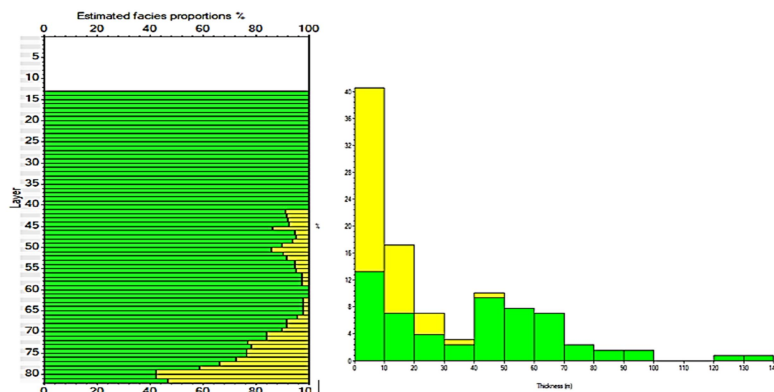


Рис. 2. Геолого-статистические разрезы и статистика по мощностям в южной часть Астраханского Прикаспия

Fig. 2. Geological and statistical sections and statistics on capacities in the southern part of the Astrakhan Caspian Sea

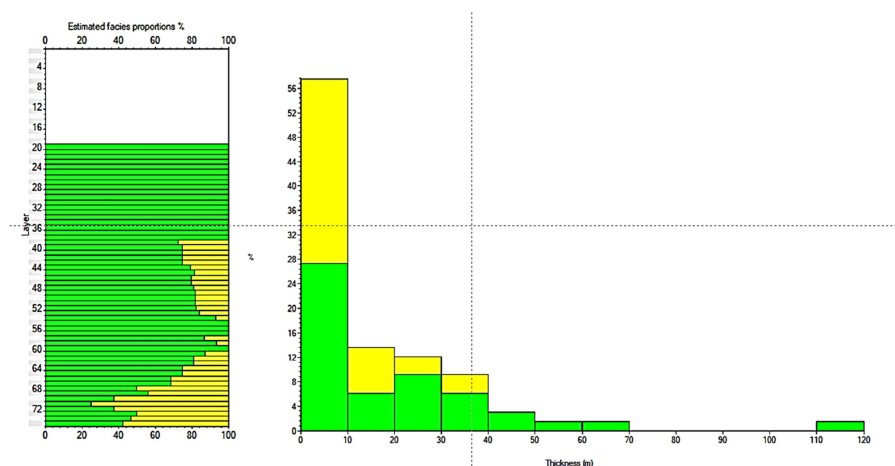


Рис. 3. Геолого-статистические разрезы и статистика по мощностям в центральной части Астраханского Прикаспия

Fig. 3. Geological and statistical sections and capacity statistics in the central part of the Astrakhan Caspian Sea

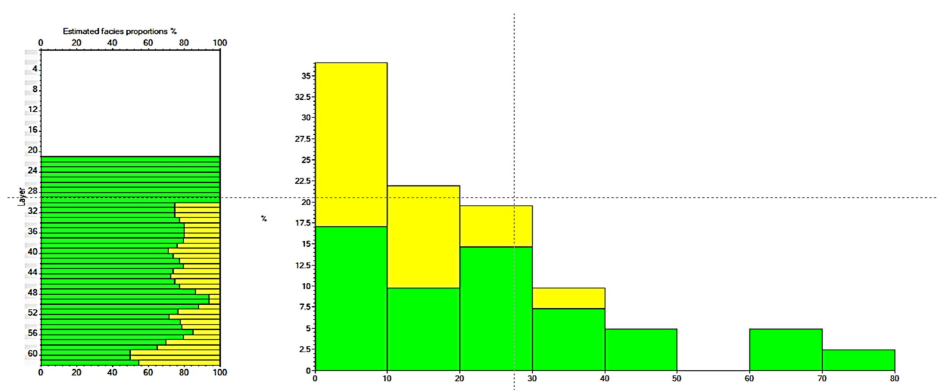


Рис. 4. Геолого-статистические разрезы и статистика по мощностям в северной части Астраханского Прикаспия

Fig. 4. Geological and statistical sections and capacity statistics in the northern part of the Astrakhan Caspian Sea

Рассматривая ГСР и статистику по мощностям коллекторов структурных и гидрогеологических скважин в южной части Астраханского Прикаспия можно сделать следующие выводы: в нижней части разреза бакинских отложений часто встречаются песчаные коллекторы. Мощность коллекторов достигает 30–40 м, но преимущественно 10–20 м. В верхней части разреза преимущественно глинистыми отложениями.

В центральной части Астраханского Прикаспия в нижней части разреза бакинских отложений часто встречаются песчаные коллекторы. Также коллекторы появляются и центральной части разреза. Мощность коллекторов достигает 30–40 м, но преимущественно 10–20 м. Здесь количество пластов 1–20 м уменьшается по отношению к южной части, но увеличивается процент более мощных про-

пластов. В верхней части разрез также представлен преимущественно глинистыми отложениями.

В центральной части Астраханского Прикаспия наблюдается схожая картина, за исключением увеличения доли песчаных пластов мощностью 10–30 м.

Таким образом, проанализировав ГСР и статистику по мощностям, можно выделить два интервала: нижний с преобладанием песчаных коллекторов и верхний с преобладанием глинистых отложений. Доля песчаных коллекторов составляет порядка 25 % от общей.

На основании предыдущих измерений было выделено две литофациальные пачки.

Нижняя пачка представлена песчаной речной фацией и фациями внешней и внутренней поймы (рис. 5).

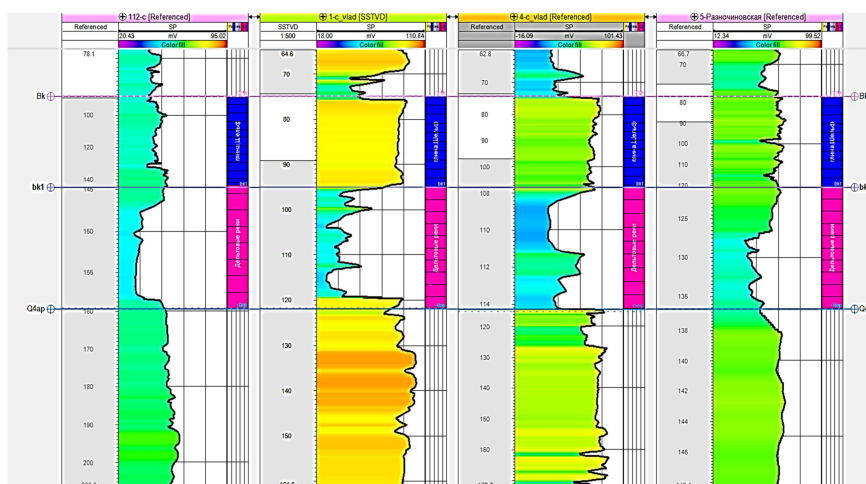


Рис. 5. Корреляционная схема бакинских отложений Астраханского Прикаспия

Fig. 5. Correlation scheme of Baku deposits of the Astrakhan Caspian Sea

На севере в районе Воропаевских скважин и к востоку от Сероглазовки данная пачка представлена песчано-глинистыми пойменными фациями. На остальных изучаемых площадях отложения представлены типичными песчаными речными фациями. Фации внешней и внутренней поймы сложены переслаиванием песчаных и глинистых отложений. Мощность песчаных пропластков может достигать здесь до 10 и более метров с долей 30 % от общей мощности отложений данных фаций. Русловые отложения (аллювиальная фация), фации сложены преимущественно песчаником, мощность отложений достигает первых десятков метров.

Верхняя пачка представлена глинистыми отложениями мелководной части морского шельфа [1],

она обозначена условным маркером Qbk. Мощность данной пачки достигает первых десятков метров. Песчаные пласты здесь практически не встречаются.

В течение всего бакинского подэтапа был выделен цикл «трансгрессия-регрессия» Большого Каспия. В нижней пачке распространено множество коллекторов, приуроченных преимущественно русловыми речными фациями, которые обладают хорошими коллекторскими свойствами. Также коллекторами могут выступать песчаные пропластки пойменных фаций. В верхней пачке преобладают фации отложений мелководной части морского шельфа, которые могут служить хорошей покрывкой, перекрывающей нижележащие песчаные отложения (рис. 6).

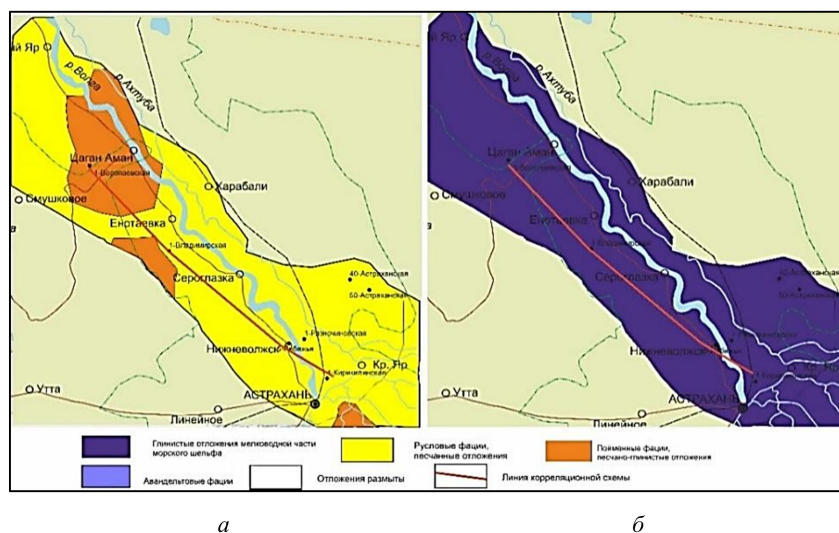


Рис. 6. Схема фациального районирования бакинских отложений Астраханского Прикаспия:
 а – нижняя фациальная пачка; б – верхняя фациальная пачка

Fig. 6. The scheme of facies zoning of the Baku deposits of the Astrakhan Caspian Sea:
 а – lower facies pack; б – upper facies pack

Кроме этого, была построена карта песчаности бакинских отложений Астраханского Прикаспия. Интерпретируя эту карту, можно выделить крупный линеймент повышенных значений песча-

нистости, вытянутый в субмеридиональном направлении, что может косвенно свидетельствовать о погребенных речных долинах (рис. 7).

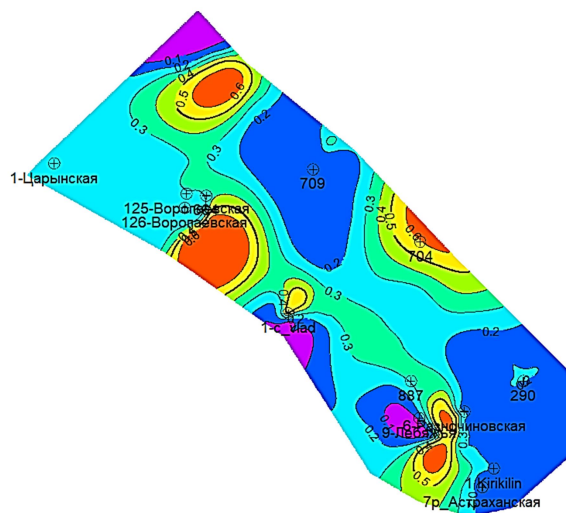


Рис. 7. Схема песчаности Бакинских отложений Астраханского Прикаспия

Fig. 7. The scheme of the sandiness of the Baku deposits of the Astrakhan Caspian Sea

Заключение

1. В бакинское время выявлены две литофациальных пачки, которые свидетельствуют о трансгрессивно-регрессионном цикле Большого Каспия. Вероятно, большинство коллекторов образовались в заключительной стадии тюркянской регрессии, которые были плащеобразно перекрыты отложениями, образованными в результате бакинской трансгрессии. Данные выводы были сделаны на основании:

- геолого-статистического анализа появления коллекторов в разрезе;
- построенной литолого-фациальной модели по

методике Муромцева.

2. Установлены следующие закономерности:

- в результате регрессии были сформированы пласты коллекторов, к которым могут быть приурочены скопления газа, доля песчаных апшеронских отложений составляет порядка 30 % от всей мощности;
- установлена зона повышенного содержания пластов коллекторов;
- установлено, что пласты коллекторы распространены практически на всей территории Астраханского Прикаспия.

Список источников

1. Волкова Т. А., Антипцева Ю. О., Мищенко А. А. История развития бассейна Каспийского моря в плейстоцене и голоцене и современные колебания уровня (в пределах России) // Успехи современного естествознания. 2021. № 9. С. 82–91. DOI: 10.17513/use.37690.
2. Васильев Ю. М., Обрядчиков О. С. Перспективы газонефтеносности плиоценовых отложений Прикаспийской впадины. М.: Гостехиздат, 1962. 180 с.
3. Филиппова Н. Ю. Палинология верхнего плиоцена – среднего плейстоцена юга Каспийской области. М.: ГЕОС, 1997. 161 с.
4. Каплин П. А., Свиточ А. А., Судакова Н. Г. Материковые оледенения и окраинные морские бассейны России //

- Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2005. № 1. С. 55–64.
5. Путанс В. А. Осадочные волны на западном склоне Дербентской котловины Каспийского моря // Бюл. Моск. общества испытателей природы. Отд. Геолог. 2012. № 4. С. 20–31.
6. Москвитин А. И. Плейстоцен Нижнего Поволжья // Тр. Геолог. ин-та Акад. наук СССР. Вып. 64. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. 264 с.
7. Свиточ А. А. Палеогеография Большого Каспия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2015. № 4. С. 69–80.
8. Дорофеев И. И. Неогеновые и четвертичные сезонные флоры юго-востока европейской части СССР: автореф. дис. ... канд. наук. Л., 1950.

References

1. Volkova T. A., Antiptseva Ju. O., Mishchenko A. A. Istoriia razvitiia basseina Kaspiiskogo moria v pleistotsene i golotsene i sovremennye kolebaniia urovnia (v predelakh Rossii) [The history of the development of the Caspian

- Sea basin in the Pleistocene and Holocene and modern fluctuations in the level (within Russia)]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia*, 2021, no. 9, pp. 82-91. DOI: 10.17513/use.37690.

2. Vasil'ev Iu. M., Obriadchikov O. S. *Perspektivy gazoneftenosnosti pliotsenovykh otlozhenii Prikaspiiskoi vpadiny* [Prospects for the Pliocene deposits of the Caspian Basin with gas and oil content]. Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 1962. 180 p.

3. Filippova N. Iu. *Palinologiya verkhnego pliotse-na – srednego pleistotsena iuga Kaspiiskoi oblasti* [Palynology of the Upper Pliocene – Middle Pleistocene of the south of the Caspian region]. Moscow, GEOS Publ., 1997. 161 p.

4. Kaplin P. A., Svitoch A. A., Sudakova N. G. *Materikovyie oledeneniia i okrainnye morskii basseiny Rossii* [Continental glaciations and marginal marine basins of Russia]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiia*, 2005, no. 1, pp. 55-64.

5. Putans V. A. *Osadochnye volny na zapadnom sklone Derbentskoi kotloviny Kaspiiskogo moria* [Sedimentary

waves on the western slope of the Derbent basin of the Caspian Sea]. *Biulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel Geologicheskii*, 2012, no. 4, pp. 20-31.

6. Moskvitin A. I. *Pleistotsen Nizhnego Povolzh'ia* [Pleistocene of the Lower Volga Region]. *Trudy Geologicheskogo instituta Akademii nauk SSSR*, vol. 64. Moscow, Izd-vo Akad. nauk SSSR, 1962. 264 p.

7. Svitoch A. A. *Paleogeografiia Bol'shogo Kaspiia* [Paleogeography of the Great Caspian Sea]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiia*, 2015, no. 4, pp. 69-80.

8. Dorofeev I. I. *Neogenovye i chetvertichnye semennye flory iugo-vostoka evropeiskoi chasti SSSR: avtoreferat dis. ... kand. nauk* [Neogene and Quaternary seed floras of the Southeast of the European part of the USSR: abstract of the dissertation ... Candidate of Sciences]. Leningrad, 1950.

Статья поступила в редакцию 01.02.2024; одобрена после рецензирования 13.02.2024; принята к публикации 15.02.2024
The article was submitted 01.02.2024; approved after reviewing 13.02.2024; accepted for publication 15.02.2024

Информация об авторе / Information about the author

Дмитрий Андреевич Коннов – старший преподаватель кафедры геологии нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; konnovd@gmail.com

Dmitry A. Konnov – Senior Lecturer of the Department of Geology of Oil and Gas; Astrakhan State Technical University; konnovd@gmail.com

