



ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ В ЮЖНО-ТОРГАЙСКОМ БАСЕЙНЕ

А.С. КАУКЕНОВА

*НАО «Карагандинский технический университет»
56, пр. Нурсултана Назарбаева, г. Караганда 100027, Республика Казахстан*

АННОТАЦИЯ

Введение. Южно-Торгайский бассейн характеризуется наиболее высокой степенью изученности геолого-геофизическими методами. На сегодня обнаружение крупных залежей нефти и газа в структурных ловушках представляется невозможным. Наблюдается тенденция к истощению запасов длительно разрабатываемых месторождений, и важным источником прироста запасов углеводородов становится поиск и разведка неантиклинальных ловушек.

Цель данного исследования заключается в выявлении прогнозных зон развития коллекторов и ловушек неантиклинального типа.

Материалы и методы. На основе трех главных критериев прогнозирования зон развития неантиклинальных ловушек (стратиграфический, лито-фациальный и структурно-тектонический) в данной работе приводятся прогнозные зоны развития неантиклинальных ловушек с нефтегазовым потенциалом с учетом фациальной диагностики отложений.

Результаты. Преимущественное развитие на территории прогиба имеют ловушки регионального выклинивания, а также возможные ловушки эрозионно-аккумулятивной и аккумулятивной подгрупп. Ловушки подгруппы регионального выклинивания распространены наиболее широко в Арыскупской и Бозингенской грабен-синклиналиях. Ловушки аккумулятивной подгруппы прогнозируются в Бозингенской и Акшабулакской грабен-синклиналиях преимущественно.

Заключение. Результаты данной работы показывают, что Южно-Торгайский бассейн обладает хорошим потенциалом нефтегазоносности в неантиклинальных ловушках. Особый интерес представляют литологические коллекторы с мощными и распространенными толщами аргилитов, приуроченные к юрским отложениям.

Ключевые слова: неантиклинальные ловушки, Южно-Торгайский бассейн, перспективные отложения, Арыскупский прогиб, рифтовый бассейн

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Каукунова А.С. Перспективы нефтегазоносности в Южно-Торгайском бассейне. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(3):38—45.
<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-38-45>

Статья поступила в редакцию 11.05.2020

Принята к публикации 21.10.2020

Опубликована 09.11.2020

OIL AND GAS POTENTIAL OF THE SOUTH TURGAY BASIN

ASSEM S. KAUKENOVA

*Karaganda Technical University
56, Nursultan Nazarbayev ave., Karaganda 100027, The Republic of Kazakhstan*

ABSTRACT

Background. The South Turgay basin has been extensively studied using geological and geophysical methods. To date, the discovery of large oil and gas deposits in its structural traps seems impossible. The deposits, which have been under development for a long time, demonstrate the trend towards depletion. Therefore, a search and exploration of non-anticlinal traps is becoming an important source of hydrocarbon reserves.

Aim. To identify zones of non-anticlinal reservoirs and traps.

Materials and methods. On the basis of three main criteria for predicting the development of non-anticlinal traps (stratigraphic, lithofacies and structural-tectonic), this paper presents the forecast zones for the development of non-anticlinal traps with oil and gas potential, taking into account the facies diagnostics of the deposits.

Results. The traps of regional pinching-out, as well as possible traps of erosion-accumulative and accumulative subgroups, are predominantly developed in the trough. The traps of the regional pinch-out subgroup are most widespread in the Arysium and Bosingen graben synclines. The traps of the accumulative subgroup are predicted mainly in the Bosingen and Akshabulak graben synclines.

Conclusions. According to the obtained results, the South Turgay Basin possesses a significant oil and gas potential in non-anticlinal traps. Lithological reservoirs with thick and widespread mudstones confined to the Jurassic deposits are of particular interest.

Keywords: non-anticline traps, South Turgay basin, prospective deposits, Arysium trough, rift basin

Conflict of interest: the author declares no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: Kaukenova A.S. Oil and gas potential of the south Turgay basin. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):38—45. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-38-45>

Manuscript received 21 October 2020

Accepted 28 August 2020

Published 09 November 2020

В ситуации истощения запасов залежей нефтегазовых месторождений нефтедобывающие организации решают более сложные задачи, такие как повышение эффективности и производительности за счет увеличения нефтеотдачи (поддержание пластового давления), рентабельная геологоразведочная работа и поиск новых труднодоступных залежей в более осложненных условиях. Как показывает мировая практика, при истощении структурных залежей переходят к поиску и разведке неантиклинальных ловушек.

Подобная картина наблюдается и в Южно-Тургайском бассейне, месторождения которого истощаются, что приводит к поиску новых залежей. Геологоразведочные работы в данном регионе проводятся начиная с 1960-х годов, и бассейн характеризуется наиболее высокой степенью изученности геолого-геофизическими методами [5]. Поэтому представляется сложным находить все новые крупномасштабные структурные нефтегазные пласты. По этой причине на сегодняшний день ведутся исследовательские работы по поиску

и разведке перспективных нефтегазовых залежей в неструктурных ловушках [2, 9, 10]. По данным накопленного геолого-геофизического материала перспективными на нефть и газ являются отложения юры, нижнего мела и домезозойские отложения, а именно квазиplatformенные (мощность до 3 км), верхнего палеозоя, которые также выполняют роль фундамента данного бассейна [5, 6]. В целом палеозойские отложения следует относить к мало перспективным в нефтегазоносном отношении из-за высокой дислоцированности и отсутствия надежных покрышек [3]. Все открытые месторождения с промышленными запасами углеводородов сосредоточены в основном в антиклинальных залежах, тогда как на ловушки неантиклинального типа, передаваемые в разведку или добычу в составе месторождений, приходится не более 10% учтенных запасов. Вместе с тем подсчет ресурсов региона показывает, что до 50% приходится на неантиклинальные объекты, а возможность выявления новых антиклинальных залежей практически исчерпана.

Важно отметить, что Южно-Торгайская впадина подразделяется на тектонические области из-за специфичности структуры платформенных образований и распадается на три тектонических элемента: на севере Жыланшикский, на юге Арыс-кумский прогибы и разделяющая их Мынбулакская седловина [6].

Бассейн представляет собой внутриконтинентальный мезозойский рифтовый бассейн, расположенный на сдвиговой зоне Урало-Тяньшанского шва общей площадью 8104 км². Главный Каратауский разлом является наиболее важным ударно-скользящим разломом в бассейне (рис. 1) [11]. Все месторождения с промышленными запасами нефти и газа открыты в Арыскумском прогибе, который характеризуется более мощным осадочным чехлом, чем другие элементы Южно-Торгайской впадины [12]. В результате влияния Тяньшанского и Гималайского движений в Арыскумском прогибе сформировались три группы разломов, протягивающихся с северо-запада на юго-восток, которые формируют структуру бассейна системой грабен-горстов.

Во впадине развиты Арыскумские, Акшабулакские, Сарыланские и Бозингенские грабены,

которые разделены Аксайским, Ащисайским и Табакбулакским поднятиями (рис. 2).

В сочетании с характеристиками тектонической эволюции последовательное развитие бассейна можно разделить на четыре стадии: ранняя рифтовая стадия (J_1), поздняя рифтовая стадия (J_2), стадия перехода разлома в депрессию (J_3) и стадия депрессии (K_1) [11].

Множество положительных инверсионных структур, а именно разломы, образованные транспрессией в конце юрского и после мелового периодов, стали благоприятными ловушками для скопления углеводородов.

Предполагается, что Южно-Торгайский бассейн обладает хорошим потенциалом нефтегазоносности в неантиклинальных ловушках, которые обычно в терригенных отложениях образуются за счет движения материала от источника сноса до бассейна осадконакопления [8]. Рассмотрим факторы, которые являются ключевыми и послужили причиной формирования неантиклинальных ловушек, а также прогнозы их обнаружения в исследуемом регионе.

Благоприятными условиями скопления углеводородов считаются наличие источника, резервуара и плотных пород, которые выполняют роль



Рис. 1. Расположение бассейнов Северного и Южного Торгая на карте Казахстана: 1 — Арыскумский прогиб, 2 — Жыланшикский прогиб, 3 — Мынбулакская седловина (составлено автором на основе [1, 11])

Fig. 1. Location of the North and South Torgai basins on the map of Kazakhstan: 1 — Arys-Kum trough, 2 — Zhylanshik trough, 3-Mynbulak saddle (compiled by the author based on [1, 11])

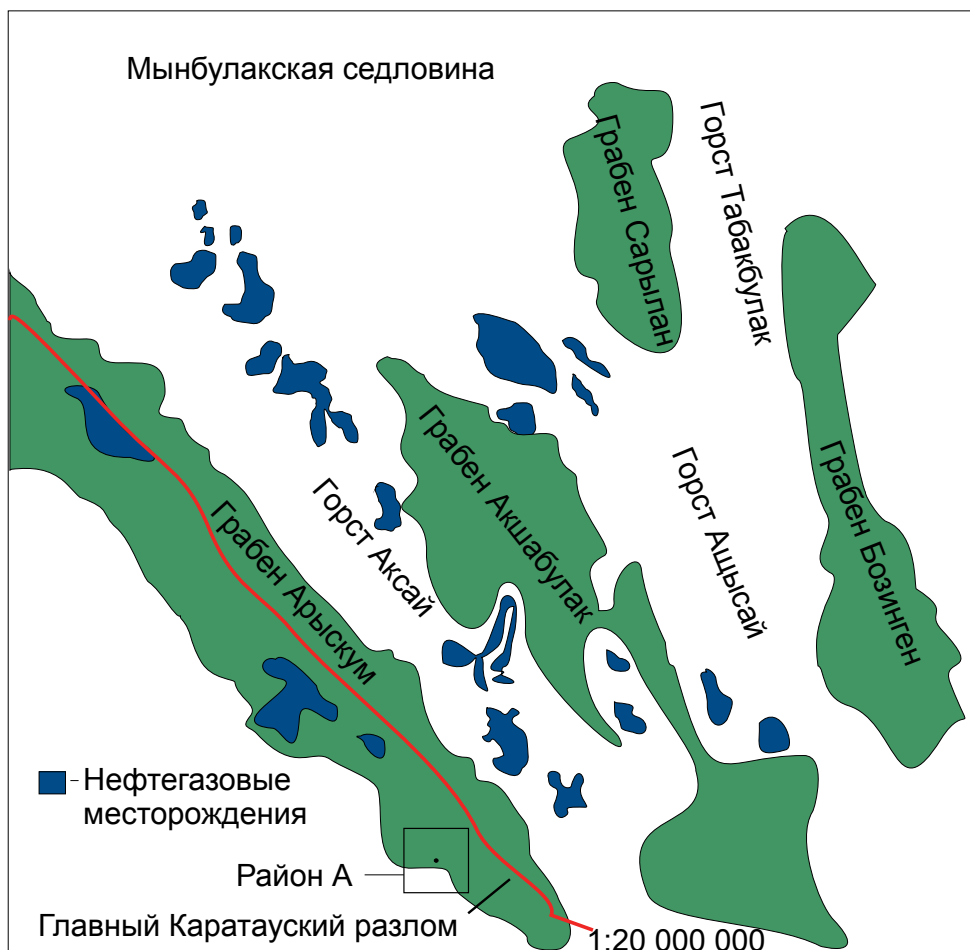


Рис. 2. Тектонические единицы Арысумского прогиба и расположение нефтегазовых месторождений (составлено автором на основе [1, 9, 11])

Fig. 2. Tectonic units of the Arysium trough and location of oil and gas fields (compiled by the author based on [1, 9, 11])

покрышки. Южно-Торгайский бассейн характеризуется множественными разломами, поэтому присутствие эффективных неантиклинальных ловушек не исключается. Кроме того, степень перспективности бассейна напрямую зависит от объема и природы осадочного заполнения и геодинамического режима развития. Данные показатели в результате обозначают районы, благоприятные для генерации, аккумуляции и консервации углеводородов [4].

Прогноз зон развития неантиклинальных ловушек проводится на основе палеоморфологического анализа, основой которого является комплекс методик фациальной диагностики отложений, обоснованного стратиграфического разделения разрезов и структурно-тектонического анализа.

Выделяют три основных критерия прогнозирования зон развития неантиклинальных ловушек:

стратиграфический, определяющий приуроченность ловушек к определенной части разреза; лито-фациальный, локализирующий определенную латеральную зону в стратиграфически прослеженном горизонте; и структурно-тектонический, определяющий зависимость развития латеральных зон от разнопорядковых структур [7]. Кроме этого, к вышеперечисленным критериям дополнительными специфическими для нефтегазовых месторождений можно отнести литологический, дающий представление о коллекторских свойствах пластов, и литохимический, показывающий химизм обстановки нефте- и газообразования.

Для обоснованного прогнозирования необходимо рассмотрение всех этих признаков в комплексе, т.к. каждый из них либо обуславливает, либо системно зависит от других. Такое целостное изучение возможно в рамках методик палеогеоморфологического анализа.

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

Таблица. Прогнозирование зон развития различных генотипов неантиклинальных ловушек в Южно-Торгайском бассейне

Table. Prediction of zones of development of various genotypes of non-anticline traps in the South Torgai basin

Группа	Подгруппа	Генетический тип	Требования к формированию типа ловушки	Приуроченность к площадям Южно-Торгайского бассейна
Литологическая	Эрозионно-аккумулятивная	Речной	Тектоническая стабильность (стратиграфический признак), влажный климат (лито-фациальный признак) и энергетическая и латеральная стабильность потоков, определяющая возможность накопления литологически однородных отложений, требует приуроченности русел к близлинейным структурам	Осевые части Арыскупской и Бозингенской грабен-синклиналей для карагансайской и акшабулакской свит, а также для верхов дощанской и кумкольской свит
		Дельтовый	Стабильное накопление песчаных осадков без латеральной миграции. Крутые склоны, постоянно подновляемые тектоникой, влажный климат и развитие стабильного или углубляющегося водоема у подножия склона	Северная часть восточного борта Бозингенской грабен-синклинали в айболинское время
	Тип аккумулятивных ловушек	Баровый	Структурно обусловленные перегибы пологого дна бассейнов или к выступам твердых пород. С гидродинамической точки зрения для формирования бара необходимы два сталкивающихся вдоль береговых потоков наноса	Площадь Дощан (айболинская свита), Восточный Ойшубар (айболинская, возможно, карагансайская свита)
		Бокового наращивания	Высококонтрастный седиментогенез с быстрой сменой аквальных и аэральных обстановок и быстрое осадконакопление	Сазымбайская и айболинская свиты для Бозингенской грабен-синклинали
		Наземных наносов выноса	Контрастный климат у крутых склонов.	Бозингенская-карагансайская свита, формирование у восточных бортов Акшабулакской и Бозингенской грабен-синклиналей
Структурно-стратиграфическая	Срезания	Регионального срезания	Выдержанность коллекторских слоев по восстанию и наличие флюидоупора, лежащего непосредственно на эродированной поверхности	Западный борт Бозингенской грабен-синклинали и южная часть Южно-Акшабулакской мульды

Источник: составлено автором на основе [7].

Source: compiled by the author based on [7].

Роль трех вышеупомянутых основных критериев при прогнозировании зон различных генотипов неантиклинальных ловушек учтена и представлена в таблице.

Преимущественное развитие на территории прогиба имеют ловушки регионального выклинивания, а также возможные ловушки эрозионно-аккумулятивной и аккумулятивной подгрупп [7]. Ловушки подгруппы регионального выклинивания распространены наиболее

широко в Арыскупской и Бозингенской грабен-синклиналях.

Ряд авторов рассмотрели перспективные нефтегазоносные отложения, которыми являются неантиклинальные ловушки Арыскупской впадины [2, 9, 10, 12]. Была выполнена огромная работа по прогнозированию залежей в неантиклинальных ловушках преимущественно литологического и стратиграфического типов, развитых в терригенных осадочных образованиях

Южно-Торгайского бассейна. Для выявления перспективности на нефть и газ предлагалось проведение комплекса методов поиска неантиклинальных ловушек [2], который включает в себя 3D-МОГТ, динамический и седиментологический анализы, бассейновое моделирование, обеспечит успешность открытия промышленных запасов углеводородов и восстановит историю тектонического развития бассейна.

Поиск литологических коллекторов в склоновых областях с мощными и широко распространенными аргиллитами, отложенными в юрский период, может оказаться рентабельным, поскольку они могут быть эффективными породами-источниками, а также высококачественными плотными породами-покрышками, образующими благоприятные условия для скопления углеводородов (система «источник—резервуар—покрышка»). Учитывая, что до мелового возраста объемы воды на Земле были малы для образования «палеоокеанов» (Ларин, 2005), в последующие эпохи вплоть до настоящего времени основной объем осадков приходится на осадки прибрежной зоны [8]. Исследуемый район подвергался затоплению трижды. По результатам секвентной стратиграфии в качестве благоприятных разведочных целевых зон выделяют два типа песчаных тел, соответствующих местоположениям вокруг трех поверхностей затопления, а именно те, которые связаны с веерными телами, переплетенными в толще аргиллита или вблизи них, в раннюю и позднюю рифтовую стадию, и те, которые связаны с дельтовым фронтом, отложенным на стадии депрессии бассейна [11].

Ряд исследователей [9, 10] проводил поиск литологических ловушек в пологой наклонной зоне рифтового озерного бассейна — Район А (рис. 2), где не развиты структурные ловушки. Они в основном относятся к юре, и главным управляющим фактором формирования коллекторов является надежность литологических ловушек. Исследуемые зоны находятся на юге Арыкумской грабен-синклинали и являются восточным склоном, где также простирается Каратауский ударно-скользящий разлом. Бурение аномального тела на месторождении Дошан показало, что литологическая ловушка, имеющая благоприятные условия формирования коллектора, содержит промышленные объемы нефти и газа. И ловушка образовалась из-за выклинивания песка вверх-вниз перед склоновой зоной, а роль региональной покрышки

выполняет мощный слой аргиллита. Также бурением была установлена принадлежность коллекторов литологического типа средней и нижней юре. В одной из исследуемых зон месторождения Дошан площадь аномальных тел с высокой газоносностью и потенциалом для разведки составляет около 11,27 км², а объем прогнозных запасов природного газа — до 5,5 млрд м³ [10]. Высокопродуктивный газовый поток был получен из скважины Б-4 Дошанского месторождения. Успешное бурение показало большой потенциал по разведке литологических коллекторов в данной зоне, что доказывает необходимость проведения поиска и дальнейших исследований неантиклинальных ловушек.

Кроме того, распространение неантиклинальных ловушек в нефтегазоносных бассейнах в значительной мере зависит от литолого-фациальных условий отложения осадков. К примеру, на юге Западной Сибири перспективными зонами развития литологических ловушек являются палеогеографические области речных долин. Существовало несколько хорошо развитых речных систем как в раннебатское время, так и в более древние периоды средней и ранней юры [8].

Так как весь бассейн трижды подвергался обширному озерному затоплению, то, как следствие, наводнения, соответствующие ранней и поздней рифтовой стадиям и стадии депрессии, являются благоприятными для скопления нефти и газа и в неантиклинальных ловушках [11].

В перспективе в этом аспекте можно рассмотреть северный Жиланшиковский прогиб (рис. 1), чей нефтегазоносный потенциал не исключается, а прогнозный ресурс углеводородов составляют 10—20 тысяч тонн условного топлива на 1 км [1]. Возможно, в ближайшем будущем данное направление будет актуально и будет представлять особый интерес.

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что Южно-Торгайский бассейн обладает хорошим потенциалом нефтегазоносности в неантиклинальных ловушках. Особый интерес представляют литологические коллекторы с мощными и распространенными толщами аргиллитов, приуроченные к юре. Для прогнозирования неантиклинальных объектов важно знать, в каких литолого-фациальных условиях отложились осадки, и выделять те обстановки, которые благоприятны для формирования неструктурных ловушек углеводородов. А также в перспективе следует уделить особое внимание специфике геодинамического развития бассейна, генезису залежей углеводородов,

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

которые позволяют выявить закономерности распространения или приуроченности нефти и газа к определенным горизонтам.

В этой связи поиск и разработка неантиклинальных ловушек являются актуальной задачей современной науки и практики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акчулаков У.А., Жолтаев Г.Ж., Исказиев К.О., Коврижных П.Н., Куандыков Б.М., Огай Е.К. Научное обоснование углеводородного потенциала Республики Казахстан. Карта перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Казахстана. Алматы, 2015.
2. Болат Е., Нуkenов М.К., Бисенгалиев Д.Л. Прогноз неантиклинальных ловушек в Жинишкекумской и западной части Арыскупской грабен-синклиналей Южно-Тургайского бассейна // Известия НАН РК. Сер. геол. и техн. наук. 2015. № 411. С. 57—68.
3. Волож Ю.А., Быкадоров В.А., Антипов М.П., Сапожников Р.Б. Особенности строения палеозойских отложений Тургайско-Сырдарьинского и Устьуртского регионов (в связи с перспективами нефтегазоносности глубоких горизонтов осадочного чехла) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2016. Т. 11. № 4. С. 1—46. https://doi.org/10.17353/2070-5379/41_2016
4. Жолтаев Г.Ж. Теоретические основы оценки перспектив нефтегазоносности палеозойских осадочных бассейнов Казахстана // Известия НАН РК. Сер. геол. и техн. наук. 2018. № 428. С. 185—192.
5. Жолтаев Г.Ж., Парагульгов Т.Х. Геология нефтегазоносных областей Казахстана (геология и нефтегазоносность Южно-Тургайской впадины). Учебное пособие. Алматы: ИИА Аикос, 1998. 287 с.
6. Парагульгов Т.Х., Парагульгов Х.Х., Фазылов Е.М., Мусина Э.С. Южно-Тургайский осадочный бассейн — вещественный состав и нефтегазоносность докембрийских образований // Известия НАН РК. Сер. геол. и техн. наук. 2013. № 1. С. 44—54.
7. Поезжаев И.П., Кальменова А.Х. Разработать литолого-стратиграфические критерии оценки перспектив нефтегазоносности Южно-Тургайской впадины. Отчет по теме: 5-09. Алматы, 1997.
8. Сафонов А.С., Кондратьева О.О., Федотова О.В. Поиск неантиклинальных ловушек углеводородов методами сейсморазведки. М.: Научный мир. 2011. 512 с.
9. Kong L., Zhang M., Lin Y., Luo M. Identification and Exploration of Lithologic Traps in Block M of South Turgay Basin // Proceedings of the International Workshop on Environment and Geoscience. China, 2018. Vol. 1. P. 340—343. <https://doi.org/10.5220/0007430103400343>
10. Kong L., Zhang M., Yin J., Lin Y., Yin W., Luo M. Characterization and Hydrocarbon Detection of Anomalous Bodies in Block B of South Turgay Basin // Proceedings of the International Field Exploration and Development Conference. China, 2017. P. 3—13.
11. Shi J., Jin Z., Fan T., Liu Q., Zhang F., Fan X. Sequence development, depositional filling evolution, and prospect forecast in northern Arysium Depression of South Turgay Basin, Kazakhstan // Energy Exploration & Exploitation. 2016. Vol. 34. P. 621—642. <https://doi.org/10.1177/0144598716650067>
12. Tian Z., Xu Z., Zheng J., Zhao J. Petroleum Geology and Accumulation in Arysium Depression in Turgay Basin // Xinjiang Petrol. Geol. 2010. Vol. 31. P. 108—109.

REFERENCES

1. Akchulakov U.A., Zholtayev G.Zh., Iskaziev K.O., Kovrizhnyh P.N., Kuandykov B.M., Ogai E.K. Scientific justification of the hydrocarbon potential of the Republic of Kazakhstan. Map of oil and gas potential of sedimentary basins of Kazakhstan. Almaty, 2015 (In Russian).
2. Bolat Ye., Nukenov M.K., Bissengaliyev D.L. Forecast of non-anticlinal traps of Zhinishkekum and western part of Arysium graben-synclines of South Turgay basin. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2015. Vol. 3. No. 411. P. 57—68 (In Russian).
3. Volozh Yu.A., Bykadorov V.A., Antipov M.P., Sapozhnikov R.B. Paleozoic sections of Turgai-Syrdarya and Ustyurt region — structural features (related to the petroleum potential of the caver's deep layers). Petroleum Geology — Theoretical and Applied Studies. 2016. No. 4. P. 1—46 (In Russian). https://doi.org/10.17353/2070-5379/41_2016
4. Zholtayev G. Theoretical foundations on estimation of oil and gas potential perspectives of Paleozoic sedimentary basins of Kazakhstan. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2018. Vol. 2. No. 428. P. 185—192 (In Russian).
5. Zholtayev G.Zh., Paragulgov T.H. Geology of the oil and gas regions of Kazakhstan (Geology and oil and gas content of the South Torgay depression). Textbook. Almaty: IIA Aikos, 1998. 287 p. (In Russian).
6. Paragulgov T.H., Paragulgov H.H., Fazylov E.M., Musina E.S. Southern-Torgay sedimentary basin — material structure and an oil-and-gas-bearing capacity at the pre-Mesozoic formations. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2013. No. 1. P. 44—54 (In Russian).
7. Poezhaev I.P., Kalmeneva A.H. To develop lithologic-stratigraphic criteria for the evaluation of petroleum

- potential of the South Turgay basin. Report on the topic: 5-09. Almaty, 1997.
8. Safonov A.S., Kondratieva O.O., Fedotova O.V. Seismic data analysis of non-anticlinal hydrocarbon traps. Moscow: Scientific World, 2011. 512 p. (In Russian).
 9. Kong L., Zhang M., Lin Y., Luo M. Identification and Exploration of Lithologic Traps in Block M of South Turgay Basin. Proceedings of the International Workshop on Environment and Geoscience. China, 2018. Vol. 1. P. 340—343. DOI: 10.5220/0007430103400343
 10. Kong L., Zhang M., Yin J., Lin Y., Yin W., Luo M. Characterization and Hydrocarbon Detection of Anomalous Bodies in Block B of South Turgay Basin. Proceedings of the International Field Exploration and Development Conference. China, 2017. P. 3—13.
 11. Shi J., Jin Z., Fan T., Liu Q., Zhang F., Fan X. Sequence development, depositional filling evolution, and prospect forecast in northern Arysium Depression of South Turgay Basin, Kazakhstan. Energy Exploration & Exploitation. 2016. Vol. 34. P. 621—642. <https://doi.org/10.1177/0144598716650067>
 12. Tian Z., Xu Z., Zheng J., Zhao J. Petroleum Geology and Accumulation in Arysium Depression in Turgay Basin. Xinjiang Petrol. Geol. 2010. Vol. 31. P. 108—109.

ВКЛАД АВТОРА / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Кауменова А.С. — разработала концепцию статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Assem S. Kaukenova — developed the article concept, prepared the text, approved the final version of the article, and accepted the responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Кауменова Асем Сабиткызы — докторант Ph.D. кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых НАО «Карагандинский технический университет»
56, пр. Нурсултана Назарбаева, г. Караганда 100027, Республика Казахстан
e-mail: assemkaukenova@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0313-4760>

Assem S. Kaukenova — doctoral student, Department of Geology and exploration of mineral deposits, Karaganda Technical University
56, Nursultan Nazarbayev ave., Karaganda 100027, The Republic of Kazakhstan
e-mail: assemkaukenova@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0313-4760>