

Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 3 (86). С. 28–36.  
Geology, geography and global energy. 2022; 3(86):28–36 (In Russ.).

Научная статья

УДК 553.04; 622.276; 553.98; 550.812

doi 10.54398/20776322\_2022\_3\_28.

#### СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ КАЛМЫКИИ

Мерген Максимович Сангаджиев<sup>1</sup>, Галина Эрднеевна Настинава<sup>2✉</sup>,  
Людмила Халгаевна Сангаджиева<sup>3</sup>, Сергей Леонидович Бочкаев<sup>4</sup>

<sup>1–4</sup>Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова,

Элиста, Россия

<sup>1</sup>smm54724@yandex.ru

<sup>2</sup>nastinova.ge@yandex.ru ✉

<sup>3</sup>chalga\_ls@mail.ru

<sup>4</sup>bochkaev@mail.ru

**Аннотация.** Нефтегазовая отрасль очень разнообразная. Камеральные работы и проведение экспедиций и бурение скважин на месторождении – это только некоторые аспекты отрасли. Территория Республики Калмыкия, расположенная в пределах двух нефтегазоносных провинций – Прикаспийской и Северо-Кавказской, крайне неоднородно исследована геолого-геофизическими методами. При этом в республике практически не велось глубокое параметрическое бурение, что отрицательно сказывается на привлечении недропользователей в этот вполне перспективный регион. Наименее изученным является прикаспийский сектор. Территория Прикаспийской низменности, в частности, её калмыцкая часть, богата углеводородным сырьём. В данной работе рассмотрены вопросы исследования технологической безопасности в отрасли. На территории республики Калмыкии пробурено более 3 000 скважин на поиски, разведки и добычи нефти, газа и конденсата. Часто возникающие чрезвычайные ситуации в основном относятся к вопросу добычи углеводородного сырья. Они приводят к разрушительным процессам, а также к гибели людей. Возникают пожары, загорается степь, особенно в летнее время. Как минимизировать риски от несчастных случаев в нефтегазовой отрасли республики – вот те вопросы, которым посвящена статья. Устранение опасной техногенной ситуации требует определённых денежных затрат, и часто на это уходит много времени. Всё это отражается на себестоимости нефти, газа. Материалами послужили данные, полученные в период проведения экспедиций в Ики-Бурульский и Черноземельский районы Калмыкии, где расположена большая часть нефтескважин. В качестве базовых предположений и гипотезы была выдвинута идея о наличии равновесия в природной среде вообще и нефтегазовых районах, в частности, наличие стабильного уровня энтропии.

**Ключевые слова:** скважины, бурение, Прикаспийская низменность, Калмыкия, энтропия, упорядоченность, экономика, риски, энергия

**Для цитирования:** Сангаджиев М. М., Настинава Г. Э., Сангаджиева Л. Х., Бочкаев С. Л. Современные вопросы технологической безопасности в нефтегазовой отрасли Калмыкии // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 3 (86). С. 28–36. [https://doi.org/10.54398/20776322\\_2022\\_3\\_28](https://doi.org/10.54398/20776322_2022_3_28).

#### MODERN ISSUES OF TECHNOLOGICAL SAFETY IN THE OIL AND GAS INDUSTRY OF KALMYKIA

Mergen M. Sangadzhiev<sup>1</sup>, Galina E. Nastinova<sup>2✉</sup>, Lyudmila Kh. Sangadzhieva<sup>3</sup>,  
Sergey L. Bochkaev<sup>4</sup>

<sup>1–4</sup>Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Russia

<sup>1</sup>smm54724@yandex.ru

<sup>2</sup>nastinova.ge@yandex.ru ✉

<sup>3</sup>chalga\_ls@mail.ru

<sup>4</sup>bochkaev@mail.ru

**Abstract.** The oil and gas industry is very diverse. From desk work and expeditions to field drilling, these are just some of the aspects of the industry. The territory of the Caspian lowland, and in particular its Kalmyk part, is rich in hydrocarbon raw materials. The purpose of the presented work was the task of considering the issues of technological safety research in the industry. More than 3,000 wells have been drilled on the territory of the Republic of Kalmykia for prospecting, exploration and production of oil, gas and condensate. Frequent emergencies mainly relate to the issue of hydrocarbon production. They lead to destructive processes. Many of them lead to the death of people. Fires break out. The steppe can catch fire, especially in the summer. How to minimize the risks from accidents in the oil and gas industry of the republic, these are the issues that the article is devoted to. Eliminating a man-made situation requires certain financial costs and often takes a lot of time. All this can tell on the cost of oil and gas. The data obtained during the expeditions to the Iki-Burul and Chernozemel regions of Kalmykia served as the materials. This is due to the fact that most of the wells are located in these areas. As the basic assumptions and hypotheses, the idea of the presence of equilibrium in the natural environment in general and in oil and gas regions in particular, the presence of a stable level of entropy was put forward. The obtained materials are recommended to students, geologists dealing with issues of hydrocarbon raw materials.

**Keywords:** wells, drilling, Caspian lowland, Kalmykia, entropy, orderliness, economy, risks, energy

**For citation:** Sangadzhiev M. M., Nastinova G. E., Sangadzhieva L. Kh., Bochkaev S. L. Modern issues of technological safety in the oil and gas industry of Kalmykia. *Geology, geography and global energy*. 2022; 3(86):28–36 (In Russ.). [https://doi.org/10.54398/20776322\\_2022\\_3\\_28](https://doi.org/10.54398/20776322_2022_3_28).

**Введение.** Научно-технический прогресс требует постоянного расширения энергетических ресурсов. Существуют достаточно обоснованные оценки, что в течение ближайших 30 лет потребности в энергии возрастут по сравнению с современными на 70 % и более. Хотя в проектах существует множество альтернативных методов получения энергии (ядерный синтез, получение геотермальной энергии с помощью сверхглубокого бурения), но всё же природные углеводороды – нефть и газ – сохраняют приоритетное значение. Отсюда необходимо усиление геологоразведки в данном направлении, освоение соответствующих технологий с использованием традиционных. Существуют обоснованные данные Международного энергетического агентства о том, что к 2025 г. мировая добыча газа вырастет до 4,8 трлн м<sup>3</sup>, нефти – до 6,5 млрд т. при сохранении современной политической ситуации [2].

Разработана концепция развития нефтяной и газовой отрасли в России и определена «Энергетическая стратегия на период до 2030 г.». Картина по общей потребности современного общества в энергоносителях является неизменной.

По оценке экспертов общемировое падение нефтедобычи уже началось, а добычи газа начнётся с 2040 г.

Территория Республики Калмыкия составляет 55,9 тыс. км<sup>2</sup>. В геологическом аспекте она является частью Прикаспийской низменностью, расположенной в юго-восточной части Европы. Она ограничена с юга Скифской плитой, с запада – Воронежским кристаллическим массивом, а северо-востока – р. Волгой [11].

Мощность осадочного чехла по данным геофизических исследований колеблется от 4,5 до 18 км [3; 11].

В Калмыцкой её части, без побережья Каспийского моря, мощность с северо-запада на юго-восток составляет от нескольких сот метров до 2,5–3,0 км [19]. Наименьшее значение относится к Ергенинской возвышенности в Калмыкии [21].

Стратиграфический слой нефтегазоносности обнаружен в отложениях сакмарско-артинские [3; 11].

Достоверным фактом является, что осадочный слой юго-западной части Прикаспийской низменности (впадины) слагается породами палеозоя, мезозоя, кайнозоя. Данные получены из анализа керн. Они взяты из скважин, пробуренных на изучаемой территории.

Теоретические и практические аспекты по стратиграфии, её характеристики были рассмотрены М. Горай [4].

Современные проблемы по геодинамике, происходящие в недрах земли, были описаны Ч. Дрейком, Л. Шмита [10].

Изменения в тектонике и влияние на рельеф, и ландшафт территории описаны в работе К. Оливера [13].

Более подробно данные по литологии описано в работе Ю. И. Игошина, О. И. Серебряков «Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности севера Калмыкии» [11] и в работе М. М. Сангаджиева «Особенности недропользования на территории Республики Калмыкия» [20].

Ю. В. Куранов в своей работе «Перспективы нефтегазоносности территории Республики Калмыкия на основе новейших геолого-геофизических данных» представил перспективы по основным районам: вал Карпинского, Сарпинский прогиб, Карасальская моноклиналь, Астраханский свод [12].

Добыча углеводородов в 2017–2019 гг. составляла не более 200 тыс. т [16]. К сведению: добыча нефти в конце прошлого века в республике составляла 600 тыс. т.

На фото показан процесс проведения капитального ремонта скважины (КРС) Надежденского месторождения, расположенного в Черноземельском районе Калмыкии.



Фото – Капитальный ремонт скважин на нефть (фото М. М. Сангаджиева)

Большая часть месторождений выработана, многие скважины на данное время законсервированы. Действующие скважины требуют проведения КРС. На это нужны дополнительные финансы. Многие мелкие организации, занимающиеся добычей, в основном за счёт напора техническими водами получают нефть или используют химические реагенты. Более подробно мы это вопрос не рассматриваем.

На разведку нефти и газа в Калмыкии выделили 500 млн руб. На Хаптагайском участке в Калмыкии проводятся геолого-геофизические работы для определения перспективных зон нефтегазоаккумуляции.

Наиболее значимые запасы на территории Калмыкии в отношении нефти и газа находятся в юго-западной части Прикаспийской низменности, в зоне подсолёных отложений. Все они находятся на больших глубинах залегания продуктивных горизонтов, более 3–4 км. Это требует активного использования техники глубинного бурения, которая на сегодня наиболее хорошо отработана на Кольском полуострове. Перспективными в плане разведки и бурения являются зоны надсолёных отложений.

**Цель исследования** – рассмотреть вопрос технологической безопасности как в общем в нефтегазовой отрасли в республике, так и в процессе поиска, бурения,

консервации скважин и месторождений в целом. В начале процессе поиска, в период проведения камеральных работ, должны быть приняты основы техники безопасности, изучена история региона поиска в целом, особенно поздние стадии развития Земли, силы деформации и тяжести в земной коре [15; 17]. Также надо уделить внимание на геологию и географию района, антропогенные воздействия и т. д. [1; 18; 19]. Песок, процесс опустынивания, пыльные бури затрудняют поисковые работы и требуют применения специальной техники как по навигации, так и по перемещению [18; 20].

При поиске месторождения необходимо руководствоваться знаниями геомеханики и динамики, геоэкологии и гидротехники [21]. Особенное внимание следует уделить геолого-географическому фактору расположения месторождения, в частности, самой скважины [22].

Ранее использовались электрогенераторы, работающие на бензине или солярке и газе, применяющиеся и в настоящее время. Это становится дорого, особенно подвоз топлива и его хранение. В связи с жарким климатом хранение топлива в летний период небезопасен. Высоковольтное напряжение для буровых стоит более 2 млн руб. за 1 км.

Изучены возможности использования на буровых возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [5; 6], а также использование ВИЭ для освещения зданий и сооружений, расположенных в районе бурения скважин [8; 9; 14]. Ветровые нагрузки и процесс инсоляции также влияет на энергию, поставляемую для освещения мест бурения [7]. Для того чтобы всё это работало, предлагается совместно использовать энергию солнца и ветра [5–9].

**Методы исследования.** В качестве исходной информации были использованы различные литературные и фондовые источники. Большая часть нефтегазовых скважин находится в технически непригодном состоянии. Эти скважины пробурены ещё в 60–70 гг. XX в., часть из них выработана на 75–90 %.

**Основная часть.** Территория Калмыкии расположена в пределах двух нефтегазоносных провинций: Прикаспийской и Северо-Кавказской. Сама территория исследована геолого-геофизическими методами крайне неоднородно. Наименее изученной является северо-западная часть.

В качестве *примера* рассмотрим данные по Совхозному месторождению.

Месторождение Совхозное находится в Юстинском районе Республики Калмыкия, в 270 км к северу от г. Астрахани. Ближайшая железнодорожная станция Трусово расположена на левом берегу р. Волги в 200 км; с. Чомпот находится в 15 км к востоку, с. Татал – в 20 км к юго-востоку.

Месторождение и места проживания людей – города, посёлки – связаны между собой малоблагоустроенной сетью просёлочных дорог. Они бывают труднопроходимыми для тяжёлого транспорта в дождливое время года. Грейдер Элиста – Чомпот – Цаган – Аман соединяет Совхозную площадь с автотрассой Астрахань – Волгоград, проходящей вдоль р. Волги, протекающей в 60 км восточнее.

Ближайшими газовыми месторождениями являются Пустынное (10 км), Шаджинское (15 км) и Бугринское (35 км); запасы последнего утверждены в ГКЗ СССР в 1972 г. Эти месторождения соединены промысловым газопроводом с потребителями в Астраханской области.

В географическом отношении Совхозное месторождение располагается в юго-западной части Прикаспийской низменности, в зоне полупустынь. Рельеф района представляет собой слабовсхолмленную равнину, плавно понижающуюся к юго-востоку в сторону Каспийского моря, покрытую песчаными барханами. Абсолютные отметки поверхности рельефа колеблются от минус пяти до плюс трех метров. Речная сеть в пределах площади месторождения отсутствует. Основной источник водоснабжения – р. Волга (60 км).

Климат района резко континентальный. Перепады температур очень значительны. Морозы зимой бывают экстремально сильными, температура может опуститься

до минус 25–30°C. В летние месяцы воздух прогревается до плюс 40 °С. Места, в общем, сухие. Количество осадков, как правило, не превышает 200–275 мм в год. Преобладают ветры восточного направления. Именно они приносят в мае – июне пыльные бури. Фауна бедна в видовом и количественном отношении. Растительность скудная: полынь, кияк и другие полупустынные растения.

Населённые пункты и месторождение снабжаются электроэнергией от ЛЭП, проходящей вдоль автомагистрали Астрахань – Волгоград. В районе работ местные стройматериалы отсутствуют, всё необходимое требуется завозить автотранспортом.

Совхозное месторождение газа было открыто в 1977 г. при проведении геолого-разведочных работ с целью поисков и разведки нефтяных и газовых залежей в мезозойских отложениях, согласно проекту разведки глубоким бурением, подготовленному институтом «ВолгоградНИПИнефть».

В результате бурения и опробования разведочной скв. 1 Совхозная, заложенной в 1977 г., был получен промышленный приток газа из ветлужских отложений и незначительный приток из баскунчакских отложений нижнего триаса. С целью дальнейшего изучения геологического строения и нефтегазоносности месторождения в 1978 г. были пробурены две поисковые скважины: скв. 2 на южном блоке, давшая промышленный приток газа, и скв. 3 в центральной части структуры, вскрывшая соляной шток.

В эксплуатационной скважине 17, пробуренной в 1979 г., был также получен промышленный приток газа из ветлужских отложений.

Кроме того, в результате проведённых исследований были выделены новые прогнозные области газоперспективности в отложениях нижнего и среднего триаса и верхнего палеогена. Были оценены ресурсы категории С<sub>3</sub> прогнозных объектов.

По результатам работ сделано предположение, что палеогеновые залежи природного газа образовались благодаря миграции УВ из нижележащих толщ. Залежи в ветлужских отложениях также подпитываются по миграционным каналам из подсолевой толщи.

Таким образом, применение новейших технологий позволило в значительной мере уточнить и детализировать геолого-геофизическую модель Совхозного месторождения.

В процессе бурения поисковых скважин применялась следующая конструкция. С целью предохранения фундамента под буровое оборудование от размыва промысловой жидкостью на глубину 6 м спускалось направление 473 или 426 мм с цементированием до устья. Для перекрытия неустойчивых рыхлых пород верхней части разреза использовалось 324 мм удлинённое направление до глубины 30 м. Неустойчивые поглощающие и водоносные пласты неоген-палеогена изолировались кондуктором 245 мм до глубины 400 м с цементацией до устья. Юрские и меловые отложения перекрывались 168 мм технической колонной на глубину 2 500 м с цементованием в интервалах 0–400 и 1 200–2 600 м. Хвостовик 114 мм был спущен в интервале 2 500–3 000 м.

Эксплуатационная скважина 17 пробурена с несколько изменённой конструкцией; в ней спущена эксплуатационная колонна 140 мм на глубину 2 805 м.

Производственная деятельность нефтегазодобывающих предприятий сопровождаются неблагоприятным воздействием на почву, водоёмы и атмосферу, поэтому одной из самых актуальных проблем нашего времени является проблема охраны природных богатств в рамках принятой ООН концепции устойчивого развития.

В процессе бурения скважины на прилегающей территории скапливаются различные отходы: выбуренная порода, химические реагенты, механические примеси, буровой раствор и др. Для захоронения этих загрязняющих веществ используется специально вырытый котлован, который по окончании буровых работ засыпается с последующей рекультивацией земли.

Остройшей проблемой является очистка и утилизация пластовых вод, а также защита поверхностных водоёмов от загрязняющих стоков, так как существующие

методы очистки сточных вод несовершенны и недостаточны, чтобы промышленные стоки можно было спускать в водоёмы.

Загрязнение атмосферы на промыслах ведёт к изменению физических, химических и биологических характеристик окружающей среды. Охрана воздушного бассейна обеспечивается герметичностью устьевого оборудования скважин. Установкой отсекаателей газа на устьях. Совершенствованием систем сбора и транспорта газа, строгим соблюдением правил эксплуатации газопроводов, их ежегодным профилактическим ремонтом, сжиганием газа в факелах только в случаях, вызванных производственной необходимостью: при авариях, замерах газа, ремонте и профилактике оборудования, и другие мероприятия по охране атмосферы.

В целом при эксплуатации Совхозного месторождения комплекс мероприятий, направленных на сохранение чистоты окружающей среды, проводится в достаточном объёме, но качество работ, по мнению авторов, желательно улучшать.

**Основная часть.** Знания степени риска является успешной деятельности нефтяной компании. Риски приводят к крупным финансовым затратам и влияют на производительность и инвестиции в компаниях.

Основой технологической безопасности во многом является правильное и эффективное управления компаний и производственным процессом. Промышленная безопасность есть не что иное как продуманная система мер, направленных на выявление потенциальных рисков, их устранение, а если это невозможно (что часто бывает), то минимизация рисков и угроз до допустимого уровня. Это должно стать основой снижения экологического ущерба, наносимой природе. Устранения этих рисков или последствий техногенных катастроф требует значительных вложений и времени – до несколько лет. Например, это имело место в печально известном случае с аварией на платформе Deepwater Horizon в 2010 г. Затраты компании на её ликвидацию тогда превысили \$65 млрд, а ущерб для биоты Мирового океана в конечном итоге оказался невосполнимым.

Технологическая безопасность связана с промышленной безопасностью и всё это направлено на долгосрочное финансирование и, в конечном итоге, на цену продукции и лидерство на мировом рынке продажи нефти. Здесь надо сослаться на такой важный документ, как Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Там приводится корректное и детальное проработанное определение безопасности как «состояние защищённости жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий».

Для понимания поднятых вопроса о безопасности следует рассмотреть такие объекты, которые возникают в подсолевых отложениях северо-западного склона Сарпинского прогиба. Здесь наиболее вероятно открытие средних и, возможно, крупных залежей нефти, с большой долей вероятности не содержащих сероводород в попутных газах.

Основные аварии, происходящие в нефтегазовой отрасли, связаны с пуском и открытием скважин. Возникают высокие давления более 200 атм., которые приводят к разрывам труб и пожарам. Эти высокие давления сложены из структурного состояния недр, в которых большие нагрузки и сильные динамические усилия. В основном это сдвиги пластов.

Фактор влияния человека на сложные техногенные последствия невелик, они не всегда связаны с технологией добычи на месторождениях.

**Заключение.** Полностью добыча углеводородов не может быть исключена из области риска. Можно привести три группы потенциальных угроз – абиотические, биотические и социальные. Абиотические связаны с природными катаклизмами, физическими процессами в углеводородах. Биотические могут быть связаны с действием организмов, размножающихся в зоне добычи углеводородов. Сегодня наиболее значимые социальные риски и угрозы связаны с недоучетом экологической ситуации и нарушением техники безопасности и терроризма. Со всем этим приходится счи-

таться. Для их устранения или предотвращения созданы и внедряются различные системы мер, некоторые из которых были рассмотрены в настоящей статье.

Есть такое понятие, как страховка. Для предотвращения аварий, снижения негативного влияния на финансовое состояние компаний в основном страхуют имущество своих производственных объектов и инфраструктуру. Такие программы международного уровня имеют и российские нефтегазовые компании.

Начиная с 1990-х гг. и по настоящее время основной причиной низких темпов поисково-разведочных работ является малая активность недропользователей, как правило, мелких, не имеющих достаточных финансовых возможностей для выполнения таких работ в требуемом объёме. Многие исследователи недр республики прогнозируют открытие достаточно крупных месторождений газа и конденсата в пределах территории республики. На данное время около 26 % всех скважин на месторождениях почти полностью выработаны добывающими компаниями. На остальных добычу производят за счёт добавочных давлений в стволы скважин. Это в основном техническая вода, взятая с соседних водных скважин или синтетические разные добавки.

Недра Калмыкии очень интересны с геологической точки зрения и уникальны. Использование их богатств должно вестись с опорой на достижения современной науки.

#### **Список источников**

1. Банкурова Р. У. Влияние антропогенных факторов на динамику экосистем Северо-Западного Прикаспия // Молодой ученый. 2015. № 23. С. 401–404.
2. Болтыров В. Б. Опасные природные процессы: учеб. пос. / Уральский гос. горный ун-т. Екатеринбург: УГГУ, 2007. 224 с.
3. Геологическое строение и нефтегазонасыщенность Калмыкии / И. Н. Капустин, Л. Г. Кирюхин, Г. Н. Молодых и др.; под общ. ред. Л. Г. Кирюхина, И. Н. Эльвартынова. Элиста: Калмыцкое книж. изд-во, 1986. 155 с.
4. Гораи М. Эволюция расширяющей Земли / пер. с яп. Тен Хак Муна. Москва: Недра, 1984; пер. изд.: Япония, 1979. 112 с.
5. Дегтярев, К. С. Социально-экономические и экономико-географические аспекты развития малой автономной энергетики на возобновляемых источниках в Республике Калмыкия / К. С. Дегтярев // Промышленная энергетика. 2015. № 6. С. 57–61.
6. Дегтярёв К. С., Кошкин С. П., Сангаджиев М. М. Экономические и социально-географические аспекты развития возобновляемой энергетики в Республике Калмыкия // Энергетик. 2016. № 8. С. 32–36.
7. Особенности процессов инсоляции в период облачности в осеннее время года в Калмыкии / К. С. Дегтярев, М. М. Сангаджиев, Н. С. Лиджиева, Г. Е. Эрдниева, В. А. Панченко // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 213–218.
8. Дегтярев К. С., Сангаджиев М. М., Манджиева Т. В. Энергетика на возобновляемых источниках в Республики Калмыкия: потенциал, опыт и перспективы: монография. Элиста: Калмыцкий ун-т, 2020. 140 с.
9. Дегтярев К. С., Соловьев А. А., Соловьев Д. А. Новые возможности автономного энергоснабжения на основе ВИЭ в сельских районах России // Академия энергетики. 2016. № 4 (72). С. 40–45.
10. Современные проблемы геодинамики / под ред. Ч. Дрейка, Л. Шмита; пер. с англ. Г. В. Лазаревой. Москва: Мир, 1984. 280 с.
11. Игошин Ю. И., Серебряков О. И. Геологическое строение и перспективы нефтегазонасыщенности севера Калмыкии: монография. Элиста: КНИИЯЛИ, НВТГУ, 1971. 95 с.
12. Куранов Ю. В. Перспективы нефтегазонасыщенности территории Республики Калмыкия на основе новейших геолого-геофизических данных // Булатовские чтения: сб. ст. Москва, 2019. С. 88–92.
13. Оливер К. Тектоника и рельеф / пер. с англ. В. В. Седина. Москва: Недра, 1984; пер. изд.: Великобритания, 1981. 460 с.
14. Панченко В. А., Эрдниева Г. Е., Сангаджиев М. М. Перспективы использования кровельных и фасадных солнечных модулей при строительстве современной школы на 1000 мест в г. Элиста // Недра Калмыкии: мат-лы VIII регион. студ. науч.-практ. конф. (г. Элиста, 29 марта 2018 г.) / редкол.: С. С. Кумеев, В. А. Эвиев [и др.]. Элиста: Калмыцкий ун-т, 2018. С. 76–80.

15. Рамберг Х. Сила тяжести и деформации в земной коре / пер. с англ. Е. А. Рогожина. Москва: Недра, 1985; пер. изд.: Великобритания, 1981. 399 с.
16. Республика Калмыкия. 2020: стат. сб. Элиста: Астраханьстат, 2020. 179 с.
17. Рид Г., Уотсон Дж. История Земли. Поздние стадии Земли / пер. с англ. А. П. Плутанова, Ю. Л. Вербы. Ленинград: Недра, 1981; пер. изд.: Великобритания, 1975. 408 с.
18. Сангаджиев М. М. Пустыни Калмыкии: монография / Калмыцкий гос. ун-т им. Б. Б. Городовикова. Санкт-Петербург: Сциентиа, 2022. 108 с.
19. Сангаджиев М. М. Особенности недропользования на территории Республики Калмыкия. Элиста: Калмыцкий ун-т, 2015. 144 с.
20. Сангаджиев М. М. Песок Калмыкии // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность: мат-лы Всерос. науч.-практич. конф., г. Волгоград, 28–29 апреля 2014 г. / редкол.: С. Н. Конищев (отв. ред.) [и др.]; Волгоградский гос. ун-т. Волгоград: ВолГУ, 2014. С. 142–146.
21. Ергени Калмыкии: геолого-географические особенности, проблемы, будущее / М. М. Сангаджиев, К. С. Дегтярев, А. В. Онкаев, В. С. Леджинов // Геомеханика, геотехника, геоэкология, гидротехника. Баку: Азербайджанский науч.-исслед. ин-т строительства и архитектуры, 2016. № 10. С. 283–289.
22. Геолого-географический фактор: некоторые особенности северо-восточной части Республики Калмыкия / М. М. Сангаджиев, В. А. Онкаев, А. В. Арашаев, О. Ш. Кедева, А. В. Онкаев // Астраханский вестник экологического образования. 2022. № 1 (67). С. 73–81.

#### References

1. Bankurova R. Yu. Influence of anthropogenic factors on the dynamics of ecosystems of the North-Western Caspian. *Young scientist*. 2015; 23:401–404. (In Russ.)
2. Boltyrov V. B. *Dangerous natural processes*. Yekaterinburg: USGU; 2007: 224 p. (In Russ.)
3. Kapustin I. N., Kiryukhin L. G., Molodykh G. N. et al. *Geological structure and oil and gas potential of Kalmykia*. Ed. by L. G. Kiryukhina, I. N. Elvartynova. Elista: Kalmyk Book Publ. House; 1986: 155 p. (In Russ.)
4. Gorai M. *Evolution of the expanding Earth*. Moscow: Nedra; 1984: 112 p. (In Russ.)
5. Degtyarev, K. S. Socio-economic and economic-geographical aspects of the development of small autonomous energy on renewable sources in the Republic of Kalmykia. *Industrial Energy*. 2015; 6:57–61. (In Russ.)
6. Degtyarev K. S., Koshkin S. P., Sangadzhiev M. M. Economic and socio-geographical aspects of the development of renewable energy in the Republic of Kalmykia. *Energetik*. 2016; 8:32–36. (In Russ.)
7. Degtyarev K. S., Sangadzhiev M. M., Lidzhieva N. S., Erdnieva G. E., Panchenko V. A. Peculiarities of insolation processes during the period of cloudiness in the autumn season in Kalmykia. *Innovations in agriculture*. 2018; 2(27):213–218. (In Russ.)
8. Degtyarev K. S., Sangadzhiev M. M., Manzhdieva T. V. *Energy on renewable sources in the Republic of Kalmykia: potential, experience and prospects*. Elista: Kalmyk State University; 2020: 140 p. (In Russ.)
9. Degtyarev K. S., Soloviev A. A., Soloviev D. A. New opportunities for autonomous energy supply based on RES in rural areas of Russia. *Academy of Energy*. 2016; 4(72):40–45. (In Russ.)
10. Drake Ch., Schmitt L. *Modern problems of geodynamics*. Moscow: Mir; 1984: 280 p. (In Russ.)
11. Igoshin Yu. I., Serebryakov O. I. *Geological structure and prospects of oil and gas potential in the north of Kalmykia*. Elista: KNIyali, NVTGU; 1971: 95 p. (In Russ.)
12. Kuranov Yu. V. Prospects for the oil and gas potential of the territory of the Republic of Kalmykia based on the latest geological and geophysical data. *Bulatov readings*. Moscow; 2019: 88–92. (In Russ.)
13. Oliver K. *Tectonics and relief*. Moscow: Nedra; 1984: 460 p. (In Russ.)
14. Panchenko V. A., Erdnieva G. E., Sangadzhiev M. M. Prospects for the use of roof and facade solar modules in the construction of a modern school for 1000 students in Elista. *Nedra of Kalmykia*. Ed. by S. S. Kumeev, V. A. Eviev et al. Elista: Kalmyk State University; 2018:76–80. (In Russ.)
15. Ramberg H. *Gravity and deformation in the Earth's crust*. Moscow: Nedra; 1985: 399 p. (In Russ.)
16. *Republic of Kalmykia. 2020. Statistical Yearbook*. Elista: Astrakhanstat; 2020: 179 p. (In Russ.)

17. Reid G., Watson J. *History of the Earth. Late stages of the Earth*. Leningrad: Nedra; 1981: 408 p. (In Russ.)
18. Sangadzhiev M. M. *Deserts of Kalmykia*. St. Petersburg: Scientia; 2022: 108 p. (In Russ.)
19. Sangadzhiev M. M. *Peculiarities of subsoil use on the territory of the Republic of Kalmykia*. Elista: Kalmyk State University; 2015: 144 p. (In Russ.)
20. Sangadzhiev M. M. Sand of Kalmykia. *Anthropogenic transformation of geospace: history and modernity*. Ed. by S. N. Konishchev (editor-in-chief) [et al.]. Volgograd: Volgograd State University; 2014:142–146. (In Russ.)
21. Sangadzhiev M. M., Degtyarev K. S., Onkaev A. V., Legzhinov V. S. Ergeni Kalmykia: geological and geographical features, problems, future. *Geomechanics, geotechnics, geocology, hydraulic engineering*. Baku: Azerbaijan Research Institute of Construction and Architecture; 2016: 10:283–289. (In Russ.)
22. Sangadzhiev M. M., Onkaev V. A., Arashaev A. V., Kedeeva O. Sh., Onkaev A. V. Geological and geographical factor: some features of the north-eastern part of the Republic of Kalmykia. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2022; 1(67):73–81. (In Russ.)

#### **Информация об авторах**

**М. М. Сангаджиев** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент;  
**Г. Э. Настинова** – доктор географических наук, профессор;  
**Л. Х. Сангаджиева** – доктор биологических наук, профессор;  
**С. Л. Бочкаев** – аспирант.

#### **Information about the authors**

**M. M. Sangadzhiev** – Candidate of Sciences (Geological and Mineralogical), Associate Professor;  
**G. E. Nastinova** – Doctor of Sciences (Geographical), Professor;  
**L. Kh. Sangadzhieva** – Doctor of Sciences (Biological), Professor;  
**S. L. Bochkaev** – postgraduate student.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.  
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.06.2022; одобрена после рецензирования 28.06.2022; принята к публикации 07.07.2022.

The article was submitted 22.06.2022; approved after reviewing 28.06.2022; accepted for publication 07.07.2022.