

УДК 631.42, 504.75

DOI 10.21685/2500-0578-2022-3-4

АВАРИЙНЫЙ РАЗЛИВ НЕФТИ НА ТЕРРИТОРИИ ТЕНГУТИНСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОГО В ПРЕДЕЛАХ ЗАПОВЕДНИКА «ЧЕРНЫЕ ЗЕМЛИ»

А. А. Булуктаев

Калмыцкий научный центр Российской академии наук,
Россия, 358000, Элиста, ул. им. И. И. Илишкина, 8
buluktaev89@mail.ru

Аннотация. Актуальность и цели. Нефтяные промыслы, ведущие свою деятельность на территории Республики Калмыкия, а тем более расположенные на особо охраняемых природных территориях, негативно влияют на состояние окружающей среды. Экологическая ситуация, сложившаяся в настоящее время в республике, свидетельствует о том, что существующая концепция охраны окружающей среды не решает двух основных проблем: во-первых, не предотвращает попадание поллютанта в окружающую среду и, во-вторых, не избавляет от угрозы деградации и истощения природных ресурсов. В Калмыкии процесс добычи и транспортировки нефтепродуктов еще далек от совершенства. Аварийные ситуации, изношенность оборудования, халатность работников приводят к попаданию нефтепродуктов в окружающую среду. *Материалы и методы.* В качестве объекта исследования выбран нефтепромысел «Тенгутинский», расположенный на территории заповедника «Черные земли», а именно аварийный разлив нефти, произошедший на территории месторождения. Лабораторно-аналитические исследования, а также отбор проб выполнены с использованием общепринятых в биологии и почвоведении методов. *Результаты.* В ходе обследования территории выявлена техногехимическая аномалия, общая площадь которой составляет более 12 000 м². Определено содержание органического углерода и нефтепродуктов в почвах под нефтяным разливом. Выявлено, что активность почвенного фермента каталазы значительно ингибируется под воздействием загрязнения. Доказано, что в почвах под нефтяным разливом происходит перестройка водно-солевого состава, что связано с попаданием в почву высокоминерализованных пластовых и буровых вод. *Выводы.* Содержание органического углерода в почвах под нефтяным разливом превышает фоновые концентрации в 15,5 раза, а содержание нефтепродуктов в почвах достигает 12,5 %. Активность каталазы при действии поллютантов ингибируется до нулевых значений, кроме того, нефтепродукты вызывают морфологические изменения растений, произрастающих на почвах нефтепромысла. Изменения анионно-катионного состава почв идут в сторону существенного увеличения ионов натрия и хлоридов. Нефтяной разлив приводит не только к гибели почвенной биоты и растительности, но и к гибели представителей фауны.

Ключевые слова: почвы, Республика Калмыкия, нефтяной разлив, особо охраняемые природные территории, нефтепромыслы, нефтяное загрязнение, заповедник

Финансирование: исследование проведено в рамках государственной субсидии – проект «Ассиметрично развивающиеся территории перед традиционными и новыми вызовами: исследование динамики социально-экономических процессов и изменчивости экологической ситуации» (№ госрегистрации: 122022700133-9) (2022–2026 гг.).

Для цитирования: Булуктаев А. А. Аварийный разлив нефти на территории Тенгутинского нефтегазового месторождения, расположенного в пределах заповедника «Черные земли» // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2022. Vol. 7 (3). <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-3-4>

TENGUTINSKY OIL AND GAS FIELD: EXPLORING ONE EMERGENCY OIL SPILL IN THE CHYORNYE ZEMLI NATURE RESERVE

A. A. Buluktaev

Kalmyk scientific center of the Russian Academy of Sciences, 8 Ilishkina street, Elista, 358000, Russia
buluktaev89@mail.ru

Abstract. Background. Oil fields operating in the territory of the Republic of Kalmykia, and specifically the ones located in specially protected natural areas, adversely affect the latter's environmental conditions. The current situation in the Republic indicates that the existing concept of environmental protection does not solve the two

main problems: firstly, it does not prevent the environment from pollution and, secondly, it does not eliminate the threat of natural resource degradation and depletion. In Kalmykia, the process of extraction and transportation of petroleum products still leaves much to be desired. Emergencies, depreciation of equipment, negligence of employees result in oil products polluting the environment. *Materials and methods.* The paper examines the Tengutinsky oil field located within the Chyornye Zemli Nature Reserve and specifically one accidental oil spill in the mentioned field. Laboratory and analytical studies, as well as sampling, were implemented through the use of methods generally accepted in biology and soil science. *Results.* Our survey of the territory revealed a technogeochemical anomaly with a total area of more than 12,000 m². The study determines organic carbon content and that of oil products in the soils under the oil spill. As is shown, activity patterns of soil enzyme catalase are significantly inhibited under the influence of pollution. It has been proved that water-salt composition gets rearranged in soils under oil spills, which is associated with the ingress of highly mineralized formation and drilling waters into soils. *Conclusions.* The organic carbon content in soils under the oil spill exceeds background concentrations by 15.5 times, and the share of oil products in those soil samples reaches 12.5 %. Catalase activity under the influence of pollutants gets inhibited to zero values, and oil products cause morphometric changes in plants growing on the soils of the oil field. Changes in the anionic-cationic composition of soils manifest a significant increase in sodium and chloride ions. An oil spill leads not only to death of soil biota and vegetation but also to death of representatives of fauna.

Keywords: soils, Republic of Kalmykia, oil spill, specially protected natural areas, oil fields, oil pollution, nature reserve

Financing: the study was carried out within the framework of the state subsidy: the project "Asymmetrically developing territories facing traditional and new challenges: a study of the dynamics of socio-economic processes and the variability of the environmental situation" (state registration number: 122022700133-9) (2022–2026).

For citation: Buluktaev A.A. Tengutinsky oil and gas field: exploring one emergency oil spill in the Chyornye Zemli Nature Reserve. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2022;7(3). (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-3-4>

Введение

На территории Республики Калмыкия на период 01.01.2020 учтены 30 месторождений нефти и газа (с начальными геологическими запасами в 202 млн т нефти, 898,7 млрд м³ газа, 112,6 млн т конденсата), в том числе 18 нефтяных, 7 нефтегазовых и 5 нефтегазоконденсатных. Все перечисленные месторождения расположены в пределах двух нефтегазовых провинций: Прикаспийской и Северо-Кавказско-Мангышлакской. В первой открыты преимущественно газовые и газоконденсатные месторождения, во второй – нефтяные, нефтегазовые и нефтегазоконденсатные [1–2].

Тенгутинское нефтегазовое месторождение находится на территории Черноземельского района Республики Калмыкия, месторождение расположено в 190 км от г. Элисты, в 25 км от железнодорожной магистрали Астрахань-Грозный, ближайшая станция – Улан-Холл (рис. 1). Почвенный покров данной территории сложен солонцами полупустынными и их комплексами с бурыми полупустынными почвами. Растительность представлена отдельными полупустынными сообществами. В основном это разнотравно-белопопынно-злаковые сообщества. Эксплуатируется с 1962 г. Площадь участка, используемого в производственных целях, составляет 42 га. На территории месторождения зафиксированы 23 нефтяных вышки, из которых 10 – действующие, не действуют

13 вышек. У недействующих вышек ведутся работы по замене оборудования [3].

Экологический парадокс функционирования нефтяных месторождений на особо охраняемых природных территориях объясняется следующим: заповедник «Черные земли» был основан только в 1990 г. На его территории уже были расположены нефтяные месторождения – Тенгутинское и Цубукское, последнее месторождение было законсервировано и закрыто, а на Тенгутинском нефтепромысле такие работы должны были начаться, однако произошедшие в стране изменения в середине 90-х годов не дали этому случиться. В настоящее время месторождение принадлежит компании «Евро-СибОйл», активно функционирует и разрабатывается. Изношенность оборудования, халатность работников и аварийные ситуации могут приводить к попаданию поллютантов в окружающую среду.

Исследованиями многих авторов установлено, что месторождения по добыче углеводородов негативно влияют на окружающую среду [4–8]. При нефтяном загрязнении почвенного покрова происходят кардинальные и необратимые изменения в физико-химическом составе почв, нарушается водопроницаемость, увеличивается засоление, происходит подщелачивание почвенного раствора [9–12]. Кроме того, нефть и нефтепродукты вызывают значительные изменения биологических свойств почв, а также увеличивают их фитотоксичность [13–14].

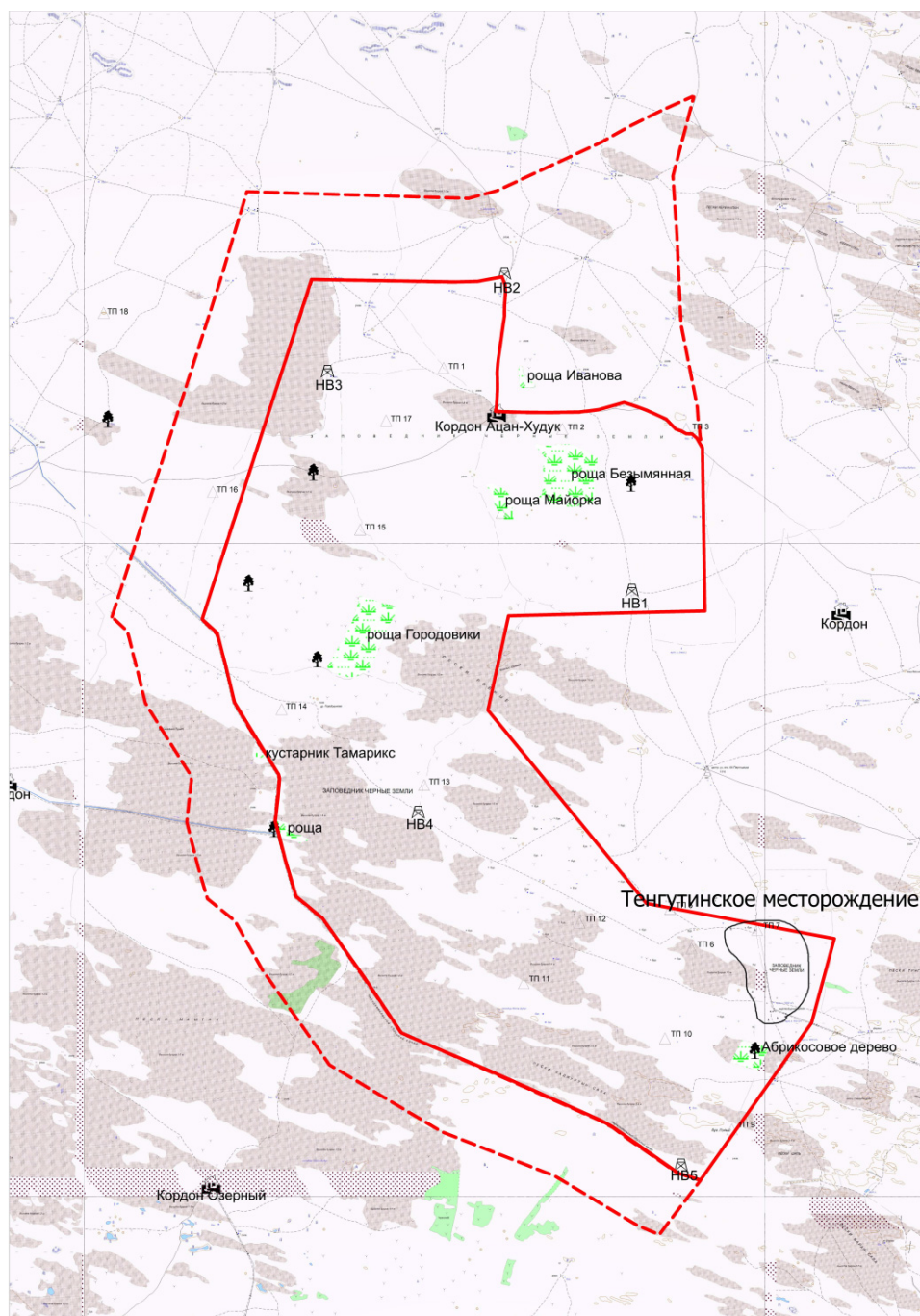


Рис. 1. Карта-схема расположения Тенгутинского месторождения на территории заповедника «Черные земли»

Fig. 1. Map-scheme of the location of the Tengutnisky deposit on the territory of the "Chernye zemli" Reserve

Материал и методы

1 августа 2021 г. сотрудники заповедника «Черные земли» при патрулировании территории зафиксировали в 500 м северо-западнее П структуры Тенгутинского месторождения аварийный нефтяной разлив, локализовавшийся в районе скважин № 182, 262, 210 и вдоль нефтепровода.

На месте разлива произведен отбор почвенных образцов по ГОСТ [15] от центра загрязнения к периферии, фоновый образец отобран вдали от разлива, почва бурая, полупустынная,

песчаная. Почвы доставлены в лабораторию Калмыцкого научного центра РАН, уровень загрязнения почв рассчитан по количеству органического углерода и нефтепродуктов.

Содержание органического углерода измеряли по методу Тюрина. Определение нефтепродуктов производили гравиметрически, согласно инструкции по контролю за состоянием на объектах предприятий Миннефтепрома [16]. Катионы и анионы определяли на системе капиллярного электрофореза «Капель 105-М» компании «Люмэкс». Активность каталазы измеряли по методикам А. Ш. Галстяна [17].

Результаты исследования

19 августа 2021 г. с целью мониторинга работ по устранению последствий аварийного разлива сотрудниками заповедника и Калмыцкого научного центра РАН осуществлен полевой выезд на место разлива нефти. В ходе осмотра территории установлено, что рекомендованных мероприятий по удалению

нефти и нефтепродуктов произведено не было. Кроме того, в центре разлива выкопана траншея глубиной от 1 до 1,5 м, длиной 100–150 м, шириной до 2 м. В траншею с периферии нефтяного разлива с помощью специализированной техники свалены нефтепродукты и нефтезагрязненная почва. На территории разлива имеются участки, еще не засыпанные почвой (рис. 2).



Рис. 2. Траншея с нефтью

Fig. 2. Oil trench

В результате действий сотрудников «Евро-СибОйл», на территории заповедника в 224-м квадрате создана техногеохимическая анома-

лия, общая площадь которой составляет более 12 000 м². Карта-схема нарушенной территории представлена на рис. 3.



Рис. 3. Схема расположения нефтяного разлива

Fig. 3. Oil spill location

По площади распространения нефтепродуктов загрязнение масштабное, площадь загрязнения превышает 1 га. По глубине проникновения нефтепродуктов загрязнение глубокогопрофильное, глубина проникновения более 60 см, загрязнена материнская порода, вследствие сваливания нефтепродуктов в траншею. При отборе почв отмечено, что нефтепродукты находятся на глубине 10–25 см, что говорит

о том, что сотрудники «ЕвроСибОйл» засыпали разлившуюся нефть почвой с периферии. Для оценки изменения химического состава и ферментативной активности загрязненных почв были проведены лабораторные анализы на содержание органического углерода, нефтепродуктов и активность каталазы, результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание органического углерода, нефтепродуктов и активность каталазы

Table 1

Content of organic carbon, oil products and catalase activity

№	Место отбора	С орг., %	Нефтепродукты, %	Активность каталазы, мл O ₂ на 1 г почвы за 1 мин
1	Центр разлива	13,38	12,10	0,00
2	Периферия разлива	10,69	8,00	0,22
3	Край разлива	2,40	1,20	0,40
4	Фон	0,86	–	2,40

Примечание. Здесь и далее в таблицах представлены средние значения.

В результате химического анализа установлено, что фоновое значение органического углерода в бурых полупустынных почвах данного участка не превышает 1 %, тогда как в центральной части разлива содержание органического углерода составляет 13,38 %, что в 15,5 раз превышает фоновые значения. Содержание органического углерода на периферии разлива составляет 10,69 %, на окраине разлива – 2,40 %. Высокое содержание органического углерода говорит о его техногенном происхождении за счет внесения углерода с нефтью. Уровень загрязнения по органическому углероду – очень высокий.

Нефтепродукты в фоновых почвах не обнаружены, либо их содержание ниже пределов обнаружения. В пределах нефтяного разлива уровень нефтепродуктов снижается от центра разлива (12,10 %) к периферии (8,00 %) и краю (1,20 %).

Активность каталазы полностью ингибируется в центре разлива, на периферии и крае разлива уровень ее активности снижается до 0,22 мл O₂ на 1 г почвы за 1 мин.

В результате нефтяного загрязнения в почву попадают не только нефтепродукты, но и буровые растворы и высокоминерализованные пластовые воды, которые способствуют вторичному засолению почвенного покрова (рис. 4).



Рис. 4. Засоление почвенного покрова высокоминерализованными пластовыми водами

Fig. 4. Salinization of the soil cover with highly mineralized reservoir and drilling waters

Катионно-анионный состав почв под нефтяным разливом и фоновым образцом представлен в табл. 2. Фоновые почвы Тенгутинского месторождения незасоленные, водородный показатель почвенного раствора – 8,50. Почвы под нефтяным разливом по типу засоления хлорид-

ные и натриевые, по степени засоления – сильнозасоленные. Водородный показатель почвенного раствора варьирует в пределах 8,22–8,38, максимальная сумма катионов и анионов в почвах достигает 2,434 %.

Таблица 2

Анализ водной вытяжки из почв под нефтяным разливом

Table 2

Analysis of water extraction from soils under an oil spill

Место отбора	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Сумма анионов и катионов, %	Тип засоления
		мг/100 г							
Центр разлива	8,22	44,9	16,8	533,5	20,9	1800,8	21,3	2,434	Хлоридный
Периферия разлива	8,28	32,4	8,5	420,6	16,8	1424,3	18,9	1,921	Хлоридный
Край разлива	8,38	48,6	12,8	495,6	14,9	924,0	13,1	1,509	Хлоридный
Фон	8,50	12,8	2,4	12,9	7,5	35,5	15,8	0,087	Нет

Химический анализ анионно-катионного состава почв Тенгутинского месторождения в пределах нефтяного загрязнения показал, что содержание катионов варьирует в широких пределах. Так, содержание кальция в почвах под разливом находится в пределах от 32,4 мг до 48,6 мг/100 г почвы, магния – от 8,5 мг до 16,8 мг/100 г почвы, натрия – от 420,6 мг до 533 мг/100 г почвы. В почвах центра разлива содержание ионов натрия в 41 раз больше, чем в фоновых образцах, ионов магния – в 7,0 раз, кальция – в 3,5 раза. По степени засоления почва у центра разлива сильнозасоленная, реакция почвенного раствора – 8,22.

Содержание анионов в почвах нефтяного разлива также находится в широких пределах: хло-

рид-ионы – от 924,0 мг до 1800,8 мг/100 г почвы, гидрокарбонат-ионы – от 14,9 мг до 20,9 мг/100 г почвы, сульфат-ионы – от 13,1 мг до 21,3 мг/100 г почвы. Сумма солей в этих почвах возрастает от 1,509 % до 2,434 %, на таких почвах полностью ингибируются почвенная микрофлора и растительные организмы.

Нарушение растительного покрова на месте нефтяного разлива можно разделить на два фактора. Во-первых, это прямое нарушение вследствие перемешивания и трамбования почв целинного участка. В результате этого полностью уничтожен растительный покров данного участка, подняты луковицы и семена растений (рис. 5).



Рис. 5. Нарушение целинного участка

Fig. 5. Violation of virgin land

Во-вторых, это нарушение процессов жизнедеятельности растений вследствие попадания нефтепродуктов в ткани растений через корневую систему. На представленных фотографиях видно, что растения имеют не специфичные для растений морфологические показатели, это измененная окраска листьев и побега, а также

преждевременное увядание. Легкие фракции нефти и пластовые воды впитались в почву и образовали более широкий диаметр загрязнения, именно эти поллютанты несут более губительное воздействие на растительный покров в первые дни загрязнения, вследствие их доступности для растений (рис. 6).



Рис. 6. Морфологические изменения растений

Fig. 6. Morphological changes in plants

При осмотре территории места разлива нефти и нефтепродуктов сотрудниками заповедника обнаружено замазученное тело мерт-

вой птицы. По всей видимости, птица перепутала нефть с водой и попала в разлив, откуда, к сожалению, выбраться уже не смогла (рис. 7).



Рис. 7. Тело мертвой птицы

Fig. 7. The body of a dead bird

Кроме того, аварийный разлив нефти привел к уничтожению популяции грызунов, обитающих на данной территории. На месте разлива сотрудниками зафиксирована массовая гибель энтомофауны заповедника.

Заключение

На сегодняшний день правильных мер по ликвидации нефтяного разлива так и не произведено. На территории заповедника создана обширная техногеохимическая аномалия. Захоронение нефтепродуктов на глубину приведет к тому, что еще долгое время на этой территории не будет растительности, не только потому, что нефть пагубно влияет на рост и развитие

растений, нарушая биологические процессы, но и вследствие физической структуры, нефть затвердеет и будет непреодолимым барьером для корней растений.

В результате проведенного исследования установлено, что попадание нефтепродуктов в окружающую среду негативно влияет на изменение химического состава и ферментативной активности почв. Так, содержание органического углерода и нефтепродуктов в загрязненных почвах существенно увеличивается, нефтепродукты и засоление приводят к ингибированию активности каталазы, а катионно-анионный состав почв кардинально перестраивается, в отобранных образцах почв зафиксировано резкое увеличение хлоридов и ионов натрия.

Список литературы

1. Павлова Н. Ц., Басангова Н. А., Болдырева Е. С. Развитие нефтегазового комплекса Республики Калмыкия: состояние и перспективы // Новые технологии. 2015. № 4. С. 117–121.
2. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Калмыкия. URL: <http://www.kalmpriroda.ru/tek.htm>
3. Даваева Ц. Д., Сангаджиева Л. Х., Бадмаева З. Б., Булуктаев А. А. Биоиндикация и мониторинг состояния нефтезагрязненных территорий Прикаспийской низменности. Элиста : Джангар, 2014. 152 с.
4. Булуктаев А. А., Сангаджиева Л. Х., Даваева Ц. Д. Влияние нефтедобывающего комплекса на свойства почв в зоне заповедного режима // Известия Саратовского университета. Сер.: Химия. Биология. Экология. 2015. Т. 15, № 4. С. 109–114.
5. Плешакова Е. В., Нгун К. Т., Решетников М. В. Анализ почвы в районе подземного хранилища природного газа по индикаторным микробиологическим показателям // Юг России: экология, развитие. 2017. № 2. С. 135–146. doi:10.18470/1992-1098-2017-2-135-146
6. Газалиев И. М., Алибегова З. М. Оценка состояния окружающей среды в условиях добычи нефти и газа в Дагестане // Юг России: экология, развитие. 2009. № 4. С. 95–101. doi:10.18470/1992-1098-2009-3-95-101
7. Даваева Ц. Д. Современное состояние экосистем на нефтяных месторождениях юга Калмыкии // Научная мысль Кавказа. 2006. № 5. С. 64–67.
8. Цомбуева Б. В. Техногенное загрязнение почв в зоне влияния нефтедобывающего комплекса Республики Калмыкия // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 1038.
9. Пиковский Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1993. 207 с.
10. Сангаджиева Л. Х., Борликов Г. М., Сангаджиева О. С. Ландшафтно-геохимический анализ изменения природных сред в районах нефтедобычи (на примере черных земель Республики Калмыкия) // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2005. № 4. С. 79–83.
11. Gill H. S., Abrol J. P. Salt affected soils, their afforestation and its ameliorating on fluency // Internet. Tree Groves J. 1991. № 6. P. 239–260.
12. Radeke K. H., Helebrand M., Schroder H. et al. On the analysis of mineral-oil hydrocarbons in soil – A criticism of the DIN-38409 H18 and some possibilities of improvement // Chem. Tech. 1997. Vol. 49. P. 132–135.
13. Колесников С. И., Гайворонский В. Г., Ротина Е. Н. [и др.]. Оценка устойчивости почв Юга России к загрязнению мазутом по биологическим показателям (в условиях модельного эксперимента) // Почвоведение. 2010. № 8. С. 995–1000.
14. Колесников С. И., Жаркова М. Г., Спивакова Н. А. Устойчивость бурых полупустынных почв Астраханской области к химическому загрязнению // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря и водоемов внутреннего стока Евразии : материалы X Междунар. науч. конф., посвящ. 450-летию Астрахани (г. Астрахань, 25–30 апреля 2008 г.). Астрахань : Астраханский университет, 2008. С. 169–170.
15. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (введен в действие Приказом Росстандарта от 01.06.2018 № 302-ст). М. : Стандартинформ, 2018.
16. РД 39-0147098-015-90. Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Миннефтегазпрома.
17. Галстян А. Ш. Определение активности ферментов почв : метод. указания. Ереван, 1978. 55 с.

References

1. Pavlova N.Ts., Basangova N.A., Boldyreva E.S. Development of the oil and gas complex of the Republic of Kalmykia: state and prospects. *Novye tekhnologii* = New technologies. 2015;(4):117–121. (In Russ.)
2. *Ofitsial'nyy sayt Ministerstva prirodnnykh resursov i okhrany okruzhayushchey sredy Respubliki Kalmykiya* = Official website of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Kalmykia. (In Russ.). Available at: <http://www.kalmpriroda.ru/tek.htm>
3. Davaeva Ts.D., Sangadzhieva L.Kh., Badmaeva Z.B., Buluktaev A.A. *Bioindikatsiya i monitoring sostoyaniya neftezagryaznennykh territoriy Prikaspiyskoy nizmennosti* = Bioindication and monitoring of the state of oil-contaminated territories of the Caspian lowland. Elista: Dzhangar, 2014:152. (In Russ.)
4. Buluktaev A.A., Sangadzhieva L.Kh., Davaeva Ts.D. Influence of the oil-producing complex on the properties of soils in the zone of the protected regime. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Ser.: Khimiya. Biologiya. Ekologiya* = Bulletin of the Saratov University. Series: Chemistry. Biology. Ecology. 2015;15(4):109–114. (In Russ.)
5. Pleshakova E.V., Ngun K.T., Reshetnikov M.V. Soil analysis in the area of the underground storage of natural gas according to microbiological indicators. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* = South of Russia: ecology, development. 2017;(2):135–146. (In Russ.). doi:10.18470/1992-1098-2017-2-135-146
6. Gazaliev I.M., Alibegova Z.M. Assessment of the state of the environment in terms of oil and gas production in Dagestan. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* = South of Russia: ecology, development. 2009;(4):95–101. (In Russ.). doi:10.18470/1992-1098-2009-3-95-101
7. Davaeva Ts.D. The current state of ecosystems in the oil fields of southern Kalmykia. *Nauchnaya mysl' Kavkaza* = Scientific thought of the Caucasus. 2006;(5):64–67. (In Russ.)
8. Tsombueva B.V. Technogenic pollution of soils in the zone of influence of the oil-producing complex of the Republic of Kalmykia. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Current issues of science and education. 2013;(6):1038. (In Russ.)
9. Pikovskiy Yu.I. *Prirodnye i tekhnogennye potoki uglevodorodov v okruzhayushchey srede* = Natural and technogenic flows of hydrocarbons in the environment. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1993:207. (In Russ.)
10. Sangadzhieva L.Kh., Borlikov G.M., Sangadzhieva O.S. Landscape and geochemical analysis of changes in natural environments in oil production areas (on the example of black lands of the Republic of Kalmykia). *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennye nauki* = University proceedings. North Caucasian region. Natural Sciences. 2005;(4):79–83. (In Russ.)
11. Gill H.S., Abrol J.P. Salt affected soils, their afforestation and its ameliorating on fluency. *Internet. Tree Groves J.* 1991;(6):239–260.
12. Radeke K.H., Helebrand M., Schroder H. et al. On the analysis of mineral-oil hydrocarbons in soil – A criticism of the DIN-38409 H18 and some possibilities of improvement. *Chem. Tech.* 1997;49:132–135.
13. Kolesnikov S.I., Gayvoronskiy V.G., Rotina E.N. et al. Evaluation of soil resistance in the South of Russia to fuel oil pollution by biological indicators (under the conditions of a model experiment). *Pochvovedenie* = Soil studies. 2010;(8):995–1000. (In Russ.)
14. Kolesnikov S.I., Zharkova M.G., Spivakova N.A. Resistance of brown semi-desert soils of the Astrakhan region to chemical pollution. *Ekologo-biologicheskie problemy basseyna Kaspiyskogo morya i vodoemov vnutrennego stoka Evrazii: materialy X Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 450-letiyu Astrakhani (g. Astrakhan', 25–30 aprelya 2008 g.)* = Ecological and biological problems of the Caspian Sea basin and water bodies of the internal runoff of Eurasia: materials of the X International scientific conference, dedicated to 450th anniversary of Astrakhan (City of Astrakhan, 25–30 April, 2008). Astrakhan': Astrakhanskiy universitet, 2008:169–170. (In Russ.)
15. GOST 17.4.3.01-2017. *Mezhdgosudarstvennyy standart. Okhrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob (vveden v deystvie Prikazom Rosstandarta ot 01.06.2018 № 302-st)* = Interstate standard. Protection of nature. Soils. General requirements for sampling (enacted by the order of Federal Agency on Technical Regulating and Metrology of 01 June, 2018, no. 302-st). Moscow: Standartinform, 2018. (In Russ.)
16. *RD 39-0147098-015-90. Instruktsiya po kontrolyu za sostoyaniem pochv na ob"ektakh predpriyatiy Minneftegaz-proma* = Instructions for monitoring the condition of soils at the facilities of enterprises of the Ministry of Oil and Gas Industry. (In Russ.)
17. Galstyan A.Sh. *Opreделение активности ферментов почв : метод. ukazaniya* = Determination of the activity of soil enzymes: methodological guidelines. Erevan, 1978:55. (In Russ.)