

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.62>

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ ИСЛАМГУЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Научная статья

Газетдинов Р.Р.^{1,*}, Абдулгафарова Г.Х.²

¹ORCID : 0000-0002-8731-7363;

^{1,2}Уфимский университет науки и технологий, Бирский филиал, Бирск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (aldrich[at]mail.ru)

Аннотация

Статья посвящена проблемам загрязнения почв территорий с техногенным воздействием. При оценке состояния почвенного покрова важно определить ее кислотно-основные характеристики и содержание ряда тяжелых металлов, что позволяет установить степень техногенного влияния и уровень деградации почв. Нами исследованы отдельные аналитические показатели почв, испытывающих техногенное воздействие, на примере Исламгуловского месторождения нефти Республики Башкортостан. Установлены водородный показатель; валовые содержания и концентрации свинца, кадмия, цинка, меди, никеля, хрома; содержание нефтепродуктов. Выявлены повышенные содержания в почве отдельных тяжелых металлов и ее подщелачивание, что свидетельствует о повышенной техногенной нагрузке на обследованной территории.

Ключевые слова: экология, почва, водородный показатель, тяжелые металлы, экологическая оценка, Исламгуловское месторождение нефти.

AN ASSESSMENT OF SOIL COVER CONDITION IN THE TERRITORY OF ISLAMGULOVSKOYE OIL FIELD OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Research article

Gazetdinov R.R.^{1,*}, Abdulgafarova G.K.²

¹ORCID : 0000-0002-8731-7363;

^{1,2}Ufa University of Science and Technology, Birk Branch, Birk, Russian Federation

* Corresponding author (aldrich[at]mail.ru)

Abstract

The article is dedicated to the problems of soil contamination of territories with technogenic impact. When evaluating the state of the soil cover, it is important to determine its acid-base characteristics and the content of a number of heavy metals, which allows to establish the degree of technogenic influence and the level of soil degradation. We have studied some analytical indicators of soils, experiencing technogenic impact, on the example of Islamgulovskoye oil field of the Republic of Bashkortostan. The hydrogen index; gross content and concentration of lead, cadmium, zinc, copper, nickel, chromium; content of oil products were established. Elevated content of some heavy metals in the soil and its alkalization have been identified, which indicates an increased technogenic load in the surveyed area.

Keywords: ecology, soil, hydrogen index, heavy metals, environmental assessment, Islamgulovskoye oil field.

Введение

Охрана окружающей среды, законодательно регулируемая практически во всех странах мира, в том числе и Российской Федерации, может осуществляться только при получении достоверной и полной информации о состоянии объектов окружающей среды и изучении динамики изменения их состояния [1], [2].

Экологическая оценка состояния почвенного покрова имеет особенно важное значение, так как именно почва аккумулирует загрязняющие соединения и токсиканты. Дальнейший их перенос в воздух и в воду происходит за счет круговорота веществ в природе. В целом устойчивость экологической системы к антропогенному загрязняющему фактору определяется преимущественно почвенным покровом [3], [4].

Исследования, направленные на выявление уровня загрязнения почвенного покрова территорий, испытывающих техногенное влияние, а также разработка путей решения проблем загрязнения почв, имеют особую актуальность [5], [6], [7].

При эколого-аналитической оценке состояния почвенного покрова важно определить ее кислотно-основные характеристики и содержание определенного перечня загрязнителей, включающего, как правило, ряд тяжелых металлов и некоторые органические соединения. Данные показатели позволяют оценить степень техногенного воздействия и уровень деградации почв [8], [9].

Методы и принципы исследования

Данная работа посвящена исследованию кислотно-основных характеристик и накопления тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве на территории Исламгуловского месторождения нефти Республики Башкортостан, испытывающей техногенное воздействие процесса нефтедобычи.

Исламгуловское месторождение расположено в Миякинском районе Республики Башкортостан по координатам 53.400032, 54.664478 в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Оператором месторождения, владеющим лицензией на право разработки и добычи является компания Башнефть [10].

Для отбора проб почвы выбраны 4 азимутальных направления от месторождения нефти в зонах радиусом 0-3 км, площадь исследования составила около 30 кв.км. Для определения условного фоновый уровень выбрана местность естественного ландшафта в 25 км к северо-востоку от начальной точки исследования.

Пробоотбор и пробоподготовка производились в июне-июле 2023 года согласно требованиям соответствующих регламентирующих документов [11], [13].

Кислотно-основные свойства почвы определялись согласно стандартизированной методики, утвержденной ЦИНАО. Измерения значений водородного показателя проведены на рН-метре ИТ рН-150МИ [14].

Валовое содержание тяжелых металлов и концентрации их подвижных форм определены методом атомно-абсорбционной спектроскопии в соответствии с методиками, утвержденными ЦИНАО на приборе Квант-Z-Эта [15].

Определение массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почвы проводили гравиметрическим методом в соответствии с ПНД Ф 16.1.41-04 [16].

Для всех измерений допускаемые отклонения от среднего арифметического результатов повторных анализов при выборочном статистическом контроле определены при вероятности $P = 0,95$ [17].

Лабораторные анализы выполнены в лаборатории экологического мониторинга и физико-химического анализа объектов окружающей среды Уфимского университета науки и технологий.

Основные результаты и их обсуждение

Водородный показатель анализируемых образцов почв имеет тенденцию к смещению в слабощелочную среду. Распределение образцов, дифференциально отобранных на исследуемой территории, имеющих диапазон значений рН в интервале от 6,62 до 7,71 (таблица 1), свидетельствует о повышенной техногенной нагрузке на почву, так как для почв данного района характерно фоновое значение рН от 4,02 до 6,62 при среднем значении рН = 5,5 [18].

Таблица 1 - Значение водородного показателя почвы

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.62.1>

Зона	Слой почвы, см	рН
Нефтедобычи	0-5	7,73
	5-20	7,57
Естественный ландшафт	0-5	5,33
	5-20	5,57

Примечание: $\pm 0,2$

Переход водородного показателя почвы на исследованной территории в область слабощелочной среды вероятнее всего вызвано попаданием в почву технической пыли с преимущественно щелочной средой (растворы, используемые при нефтедобыче, цемент и др.), вызывающей образование основных (карбонатных) буферов.

Кислотно-основная буферная емкость обуславливает экологические функции почвенного покрова, поддерживая постоянство почвенной экосистемы при влиянии внешних факторов. Для её определения проводилась оценка изменения реакции почвенных образцов при прибавлении раствора соляной кислоты или щелочи. Количественной характеристикой являлось количество ммоль ионов H^+ и OH^- , требуемых до достижения рН почвенной суспензии 3,5 и 8,5 в пересчете на 1 кг почвы. Предельные показатели рН (3,5 и 8,5), характерные для деградированных почв, взяты из литературных данных [19].

Таблица 2 - Поглощение ионов H^+ и OH^- почвенной суспензией

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.62.2>

Зона	Слой, см	C (HCl), ммоль/кг	C (OH ⁻), ммоль/кг
Нефтедобычи	0-5	145,0	110,5
	5-20	80,5	82,5
Естественный ландшафт	0-5	75,5	32,5
	5-20	40,5	14,5

Примечание: $\pm 0,5$

По результатам определения кислотной буферной емкости (таблица 2) установлено, что в почвенном покрове зоны нефтедобычи наблюдается высокая буферная емкость, где количество HCl, ушедшее на изменение рН почвенной суспензии до 3,5, доходило до значения 145 ммоль/кг. Нейтрализация происходила активно в диапазоне рН 5,0-7,5.

В почве естественного ландшафта наблюдается меньшая кислотная буферная емкость, на уровне поглощения 75 ммоль H^+ /кг. В основном поглощение ионов H^+ происходит в области рН 1,0-3,0.

Результаты исследований щелочной буферной емкости почвы коррелируют с результатами, полученными при кислотном воздействии, что объясняется одинаковым механизмом нейтрализации щелочного и кислотного действия почвенным буфером. Исходная высокая кислотность почвы обуславливает повышенное буферное противодействие подщелачиванию. Для достижения критического значения рН $\geq 8,5$ для почвы образцов зоны нефтедобычи требуется до 110 ммоль OH^- /кг; преимущественное поглощение гидроксильных ионов приходится на диапазон рН 7,0-10,0; в зоне естественного ландшафта – до 33 и 15 ммоль OH^- /кг в соответствующих слоях; преимущественное поглощение ионов OH^- в диапазоне рН 9,0-13,0.

Территории промышленных и добывающих зон претерпевают существенные изменения концентраций ионов тяжелых металлов в почвенном слое и водах (включая придонные отложения). Основная тенденция трансформации геохимической обстановки – это аккумуляция и миграция элементов, обусловленная естественными и антропогенными факторами. Самым неблагоприятным фактором накопления тяжелых металлов является техногенное загрязнение за счет деятельности различных отраслей производства, включая добычу природных ресурсов.

Нами определены показатели валового содержания и концентрации подвижных форм (таблица 3) наиболее опасных тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Cr), предельные уровни содержания которых нормируются СанПиН 1.2.3685-21 и контролируется Росгидрометом в Российской Федерации, в том числе и Республике Башкортостан [7], [20].

Таблица 3 - Содержание тяжелых металлов

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.62.3>

	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Cr
	Валовое содержание, мг/кг					
Зона нефтедобычи	61,5 ± 6,8	0,29 ± 0,1	189,2 ± 33,0	57,2 ± 6,7	34,8 ± 4,5	27,6 ± 3,7
Естественный ландшафт	5,9 ± 1,4	0,19 ± 0,1	17,9 ± 3,9	4,1 ± 0,8	5,4 ± 1,2	5,8 ± 1,6
ПДК/ОДК	32/-	-/1	100/-	55/-	-/20	100/-
	Содержание подвижных форм, мг/кг					
Зона нефтедобычи	15,2 ± 2,7	0,19 ± 0,06	80,8 ± 18,8	11,1 ± 1,9	5,1 ± 1,1	1,7 ± 0,5
Естественный ландшафт	2,9 ± 1,1	0,07 ± 0,06	1,5 ± 0,6	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,6	0,4 ± 0,1
ПДК/ОДК	6/-	-/1	23/-	3/-	-/4	6/-

Свинец. В образцах исследуемой почвы наблюдается повышенное содержание свинца (как валовое, так и подвижных форм), превышающее ПДК(Pb) практически в 2 раза, в том числе с учетом фоновый уровень почвенных форм свинца, характерных для естественных почв исследуемого региона. Доля подвижных форм относительно валового содержания составляет порядка 25%.

Кадмий. В образцах исследуемой почвы не наблюдается значительного повышения содержания кадмия (как валовое, так и подвижных форм), превышающее ОДК(Cd), как с учетом, так и без учета фоновый уровень почвенных форм кадмия, характерных для естественных почв исследуемого региона. Оценка подвижности кадмия неактуальна, так как при текущих концентрациях, его подвижные формы не создают экологической опасности.

Цинк. В образцах исследуемой почвы обнаружено значительное содержание цинка (как валовое, так и подвижных форм), превышающее ПДК(Zn) более чем в 1,7 раза, даже с учетом фоновый уровень почвенных форм цинка, характерных для естественных почв исследуемого региона. Концентрации подвижных форм цинка превышают ПДК более чем в 3 раза в обоих слоях почвы. В образцах почв естественного ландшафта содержание валовое и подвижных форм цинка имеет незначительный уровень и в несколько раз меньше норм ПДК.

Медь. В отдельных пробах почвы исследуемой территории обнаружено значительное содержание меди (как валовое, так и подвижных форм), превышающее ПДК(Cu), с учетом фоновый уровень почвенных форм меди, характерных для естественных почв исследуемого региона. Относительный уровень подвижности меди, составляющий 5-15%, подтверждает наличие антропогенного влияния, а также переход соединений в малоподвижные формы. Почва зоны естественного ландшафта содержит низкие концентрации меди, характерные для данного региона. Как валовое содержание, так и подвижные формы обнаружены в количествах существенно ниже норм ПДК.

Никель. В почвах исследуемой территории нельзя выделить никель как приоритетный загрязнитель, несмотря на то, что в отдельных пробах почвы обнаружено превышение содержания никеля (как валовое, так и подвижных форм) относительно ОДК(Ni) более чем в 1,5 раза, с учетом фоновый уровень почвенных форм никеля, характерных для

естественных почв исследуемого региона. Подвижных форм содержится значительно меньше, загрязнение никелем в почвах изученной территории можно считать незначительным.

Хром. При анализе результатов исследований по содержанию хрома в образцах почвы необходимо отметить, что нормативы валового содержания хрома достаточно высокие ПДК (Cr) 100 мг/кг, для подвижных форм принята ПДК (Cr) 6,0 мг/кг. В исследуемых образцах почвы валовое содержание и концентрации подвижных форм хрома в несколько раз ниже норм ПДК. В целом можно утверждать, что загрязнение хромом отсутствует.

При постоянном поступлении нефтепродуктов на поверхность почвы и тем более при аварийных разливах возникает значительная степень загрязнения почв. Токсическое действие нефтепродуктов зависит от их химического состава. В Российской Федерации отсутствует норма или ПДК содержания нефтепродуктов в почве, однако существуют примерные показатели, на которые мы ориентировались при оценке загрязненности почвы нефтепродуктами [7], [21], [22].

В образцах проб почвы зоны нефтедобычи обнаружены нефтепродукты в количестве 1790 ± 140 мг/кг, в образцах проб естественного ландшафта – 96 ± 10 мг/кг. Полученные концентрации нефтепродуктов можно отнести к умеренно опасному загрязнению почв для зоны нефтедобычи и фоновому уровню – для зоны естественного ландшафта. Можно констатировать, что загрязнение нефтью и нефтепродуктами территорий станков-качалок происходит по локальному механизму, то есть накопительным эффектом, без аварий и разливов.

Заключение

Водородный показатель анализируемых образцов почв имеет тенденцию к смещению в слабощелочную среду, что свидетельствует о повышенной техногенной нагрузке на почву. Исследования буферной емкости также показали повышенное загрязнение почвы, вызывающее ее подщелачивание.

Уровень накопления отдельных тяжелых металлов в почвенном покрове до слоя глубиной 20 см убывает в ряду: $Zn > Pb > Cu > Ni > Cd > Cr$. Наибольшая интенсивность загрязнения обнаружена в почвах, испытывающих влияние нефтедобывающей отрасли, а в почве естественного ландшафта содержание рассматриваемых элементов ниже в несколько раз (в основном не превышает нормы ПДК и ОДК).

За пределами зоны техногенного воздействия валовое содержание и концентрации подвижных форм данных элементов существенно падает, что позволяет утверждать, что аэральный разброс металлических загрязнителей незначительное, и обусловлено их присутствием в мелкодисперсной фракции, оседающей на небольшом расстоянии от источника загрязнения.

Установлено умеренно опасное загрязнение почв для зоны нефтедобычи, по локальному механизму, без аварий и разливов.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

- Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская — Москва: Высшая школа, 2002. — 333 с.
- Сомова Ю.В. Снижение техногенной нагрузки на окружающую среду / Ю.В. Сомова, П.А. Алексеева, Д. Швабехер, Д.А. Куц // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. — 2022. — 21. — с. 226-231.
- Скрипко Т.В. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами / Т.В. Скрипко, И.Л. Мальгина // Успехи современного естествознания. — 2019. — 6. — с. 105-110.
- Курбатова А.С. Экологические функции городских почв / А.С. Курбатова, В.Н. Башкин — Смоленск: Маджента, 2004. — 105 с.
- Оберемченко А.А. Оценка степени загрязнения тяжелыми металлами почв г. Нижневартовска / А.А. Оберемченко // Бюллетень науки и практики. — 2019. — 5(7). — с. 28-39. — DOI: 10.33619/2414-2948/44/03.
- Дабахов М.В. Проблемы установления факта и степени негативного воздействия на состояние почвенного покрова / М.В. Дабахов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — 5(30). — с. 51-58.
- Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2022 году. — Обнинск: Тайфун, 2023. — 139 с.
- Дабахов М.В. Экологическая оценка почв урбанизированных ландшафтов / М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова, В.И. Титова — Нижний Новгород: Нижегородский институт управления, 2014. — 300 с.
- Другов Ю.С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство / Ю.С. Другов — Москва: БИНОМ, 2007. — 424 с.
- Исламгуловское месторождение // Исламгуловское месторождение. — 2023 — URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/bashkortostan_respublika/islamgulovskoe/23-1-0-412 (дата обращения: 11.11.2023)
- ГОСТ Р 58595-2019 Почвы. Отбор проб. — М.: Стандартинформ, 2019. — 6 с.

12. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Почвы. Общие требования к отбору проб. — М.: Стандартиформ, 2017. — 3 с.
13. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. — М.: Стандартиформ, 2017. — 9 с.
14. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определения ее pH по методу ЦИНАО. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. — 6 с.
15. М-МВИ-80-2008. Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложений методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии. — СПб.: Мониторинг, 2008. — 27 с.
16. ПНД Ф 16.1.41-04. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом. — М.: ФГУ ЦЭКА МПР России, 2004. — 13 с.
17. Газетдинов Р.Р. Использование программы MS Excel для статистической обработки данных в преподавании аналитической химии / Р.Р. Газетдинов, О.В. Газетдинова, И.М. Бляхина // Педагогическая информатика. — 2019. — 3. — с. 31-39.
18. Асылбаев И.Г. Оценка геохимического состояния почв Южного Урала : дис. ...канд. : 03.01.00 : защищена 2016-04-08 : утв. 2023-11-29 / И.Г. Асылбаев — Уфа: 2023. — 516 с.
19. Кирейчева Л.В. Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири: Изучение и мониторинг процессов в почвах и водных объектах: в 5 т.; / Л.В. Кирейчева. — Москва: ВНИИ агрохимии, 2018. — 2 т.
20. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: утверждены 28.01.21: введены в действие 01.03.21. — М.: ЦЕНТРАГ, 2023. — 736 с.
21. Пиковский Ю.И. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами / Ю.И. Пиковский // Почвоведение. — 2003. — 9. — с. 1132-1140.
22. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/902101153>, свободный (дата обращения 19.10.2023)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Orlov D.S. Ekologija i ohrana biosfery pri himicheskom zagraznenii [Ecology and Protection of the Biosphere during Chemical Pollution] / D.S. Orlov, L.K. Sadovnikova, I.N. Lozanovskaja — Moscow: Higher School, 2002. — 333 p. [in Russian]
2. Somova Ju.V. Snizhenie tehnogennoj nagruzki na okruzhajuschuju sredu [Reducing Technogenic Load on the Environment] / Ju.V. Somova, P.A. Alekseeva, D. Shvabeher, D.A. Kuts // Technologies of Metallurgy, Mechanical Engineering and Materials Processing. — 2022. — 21. — p. 226-231. [in Russian]
3. Skripko T.V. Ekologicheskie posledstvija zagraznenija pochv tjazhelymi metallami [Ecological Consequences of Soil Pollution with Heavy Metals] / T.V. Skripko, I.L. Mal'gina // Advances of Modern Natural Science. — 2019. — 6. — p. 105-110. [in Russian]
4. Kurbatova A.S. Ekologicheskie funktsii gorodskih pochv [Ecological Functions of Urban Soils] / A.S. Kurbatova, V.N. Bashkin — Smolensk: Madzhenta, 2004. — 105 p. [in Russian]
5. Oberemchenko A.A. Otsenka stepeni zagraznenija tjazhelymi metallami pochv g. Nizhnevartovska [Assessment of the Degree of Heavy Metal Contamination of Soils in Nizhnevartovsk] / A.A. Oberemchenko // Bulletin of Science and Practice. — 2019. — 5(7). — p. 28-39. — DOI: 10.33619/2414-2948/44/03. [in Russian]
6. Dabahov M.V. Problemy ustanovlenija fakta i stepeni negativnogo vozdejstviya na sostojanie pochvennogo pokrova [Problems of Establishing the Fact and Degree of Negative Impact on the State of Soil Cover] / M.V. Dabahov // Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. — 2021. — 5(30). — p. 51-58. [in Russian]
7. Zagryaznenie pochv Rossijskoj Federacii toksikantami promyshlennogo proiskhozhdeniya v 2022 godu [Soil Contamination of the Russian Federation with Toxicants of Industrial Origin in 2022]. — Obninsk: Typhoon, 2023. — 139 p. [in Russian]
8. Dabahov M.V. Ekologicheskaja otsenka pochv urbanizirovannyh landshaftov [Ecological Assessment of Soils in Urban Landscapes] / M.V. Dabahov, E.V. Dabahova, V.I. Titova — Nizhnij Novgorod: Nizhny Novgorod Institute of Management, 2014. — 300 p. [in Russian]
9. Drugov Ju.S. Analiz zagraznennoj pochvy i opasnyh othodov: prakticheskoe rukovodstvo [Contaminated Soil and Hazardous Waste Analysis: A Practical Guide] / Ju.S. Drugov — Moskva: BINOM, 2007. — 424 p. [in Russian]
10. Islamgulovskoe mestorozhdenie [Islamgulovskoye field] // Islamgulovskoye field. — 2023 — URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/bashkortostan_respublika/islamgulovskoe/23-1-0-412 (accessed: 11.11.2023) [in Russian]
11. GOST R 58595-2019 Pochvy. Otkor prob [GOST R 58595-2019 Soils. Sample selection]. — М.: Standartinform, 2019. — 6 p. [in Russian]
12. GOST 17.4.3.01-2017 Pochvy. Obshchie trebovaniya k otkoru prob [GOST 17.4.3.01-2017 Soils. General Requirements for Sampling]. — М.: Standartinform, 2017. — 3 p. [in Russian]
13. GOST 17.4.4.02-2017 Pochvy. Metody otkora i podgotovki prob dlya himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza [GOST 17.4.4.02-2017 Soils. Methods of Sampling and Preparation of Samples for Chemical, Bacteriological, Helminthological Analysis]. — М.: Standartinform, 2017. — 9 p. [in Russian]
14. GOST 26483-85. Pochvy. Prigotovlenie solevoj vytyazhki i opredeleniya ee pH po metodu CINAО [GOST 26483-85. Soils. Preparation of Salt Extract and Determination of Its pH using the TsINAО Method]. — М.: USSR State Committee for Standards, 1985. — 6 p. [in Russian]

15. M-MVI-80-2008. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj doli elementov v probah pochv, gruntov i donnyh otlozhenij metodami atom-no-emissionnoj i atomno-absorbcionnoj spektrometrii [M-MVI-80-2008. Methodology for Measuring the Mass Fraction of Elements in Samples of Soils and Bottom Sediments Using Atomic Emission and Atomic Absorption Spectrometry Methods]. — St. Petersburg: Monitoring, 2008. — 27 p. [in Russian]
16. PND F 16.1.41-04. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii nefteproduktov v probah pochv gravimetricheskim metodom [PND F 16.1.41-04. Methodology for Measuring the Mass Concentration of Petroleum Products in Soil Samples Using the Gravimetric Method]. — M.: Federal State Institution CECA of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation, 2004. — 13 p. [in Russian]
17. Gazetdinov R.R. Ispol'zovanie programmy MS Excel dlja statisticheskoj obrabotki dannyh v prepodavanii analiticheskoj himii [Using MS Excel for Statistical Data Processing in Teaching Analytical Chemistry] / R.R. Gazetdinov, O.V. Gazetdinova, I.M. Bljahina // Pedagogical Informatics. — 2019. — 3. — p. 31-39. [in Russian]
18. Asylbaev I.G. Otsenka geohimicheskogo sostojanija pochv Juzhnogo Urala [Assessment of the Geochemical State of Soils in the Southern Urals] : dis....of PhD in Natural sciences : 03.01.00 : defense of the thesis 2016-04-08 : approved 2023-11-29 / I.G. Asylbaev — Ufa: 2023.— 516 p. [in Russian]
19. Kirejcheva L.V. Novye metody i rezul'taty issledovanij landshaftov v Evrope, Tsentral'noj Azii i Sibiri: Izuchenie i monitoring processov v pochvah i vodnyh ob'ektah [Novel Methods and Results of Landscape Research in Europe, Central Asia and Siberia: Study and Monitoring of Processes in Soils and Water Bodies]: in 5 vol.; / L.V. Kirejcheva. — Moscow: All-Russian Research Institute of Agrochemistry, 2018. — 2 vol. [in Russian]
20. SanPiN 1.2.3685-21. Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya [SanPiN 1.2.3685-21. Hygienic Standards and Requirements for Ensuring the Safety and (or) Harmlessness of Environmental Factors to Humans]: approved on 01/28/21: put into effect on 03/01/21. — M.: TSENTRMAG, 2023. — 736 p. [in Russian]
21. Pikovskij Ju.I. Problema diagnostiki i normirovaniya zagryaznenija pochv neft'ju i nefteproduktami [The Problem of Diagnosing and Regulating Soil Pollution with Oil and Petroleum Products] / Ju.I. Pikovskij // Soil Science. — 2003. — 9. — p. 1132-1140. [in Russian]
22. Metodicheskie rekomendacii po vyyavleniyu degradirovannyh i zagryaznennyh zemel' [Methodological Recommendations for Identifying Degraded and Contaminated Lands]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/902101153> (accessed: 11.11.23) [in Russian]