

РАЗДЕЛ 2. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Краткое сообщение

УДК 547.91

<https://doi.org/10.17072/2410-8553-2022-2-61-66>

Особенности распределения содержания нефтепродуктов в почвах, дорожной пыли и снеге по мегапрофилю в Ростовской области

Юрий Александрович Федоров¹, Андрей Николаевич Кузнецов², Леонид Юрьевич Дмитрик³, Елена Вячеславовна Кузнецова⁴, Ольга Юрьевна Бэллинджер⁵

^{1,2,3,4,5} Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

¹ fedorov@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7411-3030>

² ankuznecov@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9693-9383>

³ ldmitrik@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6314-1383>

⁴ elkuznecova@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-00031014-3171>

⁵ obellindzher@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9890-2464>

Аннотация. В последние несколько десятилетий огромные масштабы добычи, транспортировки и переработки сырой нефти обусловили широкое распространение загрязнения почв сырой нефтью и нефтепродуктами. Таким образом, их перманентное присутствие в окружающей среде, и, как следствие в почвах, обязано естественному и антропогенному происхождению. Авторами были проведены экспедиционные исследования с целью отбора проб почвы, пыли и снега по маршруту «п. Маргаритово (побережье Азовское море) - г. Шахты (Восточный Донбасс)». Протяженность профиля составила более 150 км. В полученных образцах была определена массовая концентрация нефтепродуктов. Анализ массива данных показал, что содержание нефтепродуктов в почвах Ростовской области следует оценить, как изменяющееся от допустимого до среднего. Сделан вывод, что дорожная пыль и снег являются одними из доминирующих источников загрязнения почв Ростовской области нефтепродуктами.

Ключевые слова: нефть, антропогенная нагрузка, педосфера, атмосферные осадки, побережье Азовского моря, Восточный Донбасс

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках госзадания в сфере научной деятельности № 0852–2020–0029.

Для цитирования: Федоров Ю.А., Кузнецов А.Н., Дмитрик Л.Ю., Кузнецова Е.В., Бэллинджер О.Ю. Особенности распределения содержания нефтепродуктов в почвах, дорожной пыли и снеге по мегапрофилю в Ростовской области // Антропогенная трансформация природной среды. 2022. Т. 8. № 2. С. 61–66. <https://doi.org/10.17072/2410-8553-2022-2-61-66>

SECTION 2. POLLUTION

Short Communications Article

Features of oil products content distribution in soils, road dust and snow according to the mega profile in the Rostov region

Yuri A. Fedorov¹, Andrey N. Kuznetsov², Leonid Yu. Dmitrik³, Elena V. Kuznetsova⁴, Olga Yu. Ballinger⁵

^{1,2,3,4,5} Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

¹ fedorov@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7411-3030>

² ankuznecov@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9693-9383>

³ ldmitrik@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6314-1383>

⁴ elkuznecova@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-00031014-3171>

⁵ obellindzher@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9890-2464>

Abstract. In the last few decades, the enormous scale of crude oil extraction, transportation and processing has caused widespread pollution of soils with crude oil and oil products. Thus, its permanent presence in the environment, and, as a consequence, in soils, is due to natural and anthropogenic origin. The authors have conducted expeditionary research in order to take soil, dust and snow samples along the route "Margaritovo (coast of the Sea of Azov) – Shakhty (Eastern Donbass)". The profile extension is more than 150 km. The oil products mass concentration has been deter-

mined in the samples collected. The data set analysis has showed that the oil products content in the soils of the Rostov region should be assessed as varying from acceptable to average. It is concluded that road dust and snow are one of the dominant sources of soil pollution in the Rostov region with oil products.

Key words: oil, anthropogenic load, pedosphere, atmospheric precipitation, Sea of Azov coast, Eastern Donbass

Acknowledgments: The study was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state task framework in the field of scientific activity № 0852-2020-0029

For citation: Fedorov, Yu., Kuznetsov, A., Dmitrik, L., Kuznetsova, E., Ballinger, O., 2022. Features of oil products content distribution in soils, road dust and snow according to the mega profile in the Rostov region. *Anthropogenic Transformation of Nature*, 8(2), pp. 61–66. <https://doi.org/10.17072/2410-8553-2022-2-61-66> (in Russian)

Введение

Нефть и нефтепродукты (НП) представляют собой сложные смеси, состоящие из нескольких сотен индивидуальных углеводородов и других соединений. Согласно доминирующей и наиболее аргументированной теории, сырая нефть является продуктом преобразования органического вещества в осадочных горных породах. В результате действия различных природных и техногенных процессов она может выноситься на земную поверхность. Кроме того, многие содержащиеся в нефти углеводороды в больших количествах вырабатываются живыми организмами. В последние несколько десятилетий огромные масштабы добычи, транспортировки и переработки нефти обусловили широкое распространение загрязнения окружающей среды сырой нефтью и НП [15]. Таким образом, их перманентное присутствие в окружающей среде, в т.ч. в атмосферных выпадениях и почвах [16], связано как с природными, так и с антропогенными источниками [1], [2], [6], [12], [14].

Исследования уровней содержания нефти и НП в черноземах Ростовской области показали, что ингибирующее воздействие на их биологическую активность оказывают только высокие дозы загрязнения этими органическими веществами [5]. Они могут формироваться как в результате катастрофических разливов сырой нефти и НП, так и вследствие длительного хронического загрязнения, вызванного разведкой и разработкой нефтяных и газовых месторождений, выбросами автотранспорта и работой силовых энергетических установок [7], [10], [12], [13], [15].

Поэтому в настоящее время чрезвычайно актуально изучение современных уровней содержания НП в черноземных почвах области, расположенных как вблизи, так и на удалении от городских агломераций и производственных центров для обнаружения зон с повышенными дозами загрязнения. Не менее важным с научной и практической точек зрения является исследование роли дорожной пыли и снега как одних из вероятных источников загрязнения почв нефтепродуктами.

Объект, материалы и методы

Авторами были проведены экспедиционные исследования в зимний период 2022 г. с целью отбора проб почв, дорожной пыли и снега по маршруту «с. Маргаритово (побережье Азовского моря) – г. Шахты (Восточный Донбасс)». Протяженность профиля составила более 150 км.

Во время проведения экспедиции температура воздуха достигала -5 – -2°C . Она возрастала с севера на юг. Скорость ветра варьировалась в диапазоне 2,0–3,5 м/с (направление ЮЗ), давление – 758–766 мм рт. ст. Ночью с 19.01.22 на 20.01.22 выпал снег. Снегопад продолжался и во время проведения экспедиции. Пробы были отобраны на 10 станциях согласно маршруту экспедиции г. Шахты – с. Маргаритово (рис.1). При выполнении станций производился единовременный отбор проб в компонентах элементарных ландшафтов - дорожной пыли, почве и свежевыпавшем снеге, для определения в них массовой концентрации НП.

Транспортировка и хранение проб почвы и дорожной пыли были проведены согласно требованиям [4], снега [3]. Определение массовой доли нефтепродуктов в отобранных образцах проводилось в Институте наук о Земле ЮФУ флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» согласно методикам [8, 9]. По этим методикам в качестве растворителя принят гексан, экстрагирующий неполярные и малополярные углеводородные соединения нефти (алифатические, алициклические, ароматические), а также вводятся поправка на потери летучих соединений. Таким образом, нами были определены только нефтяные углеводороды (НУ), в то время как, например, в работах [6, 12, 13] для научных и практических целей определялась также отдельно сумма смол и асфальтенов (сумма смолистых компонентов). При сравнении с нашими более ранними результатами брались сведения, полученные путем определения только растворенных углеводородов по методикам [3], т.е. так же, как это представлено в работах [10, 15].

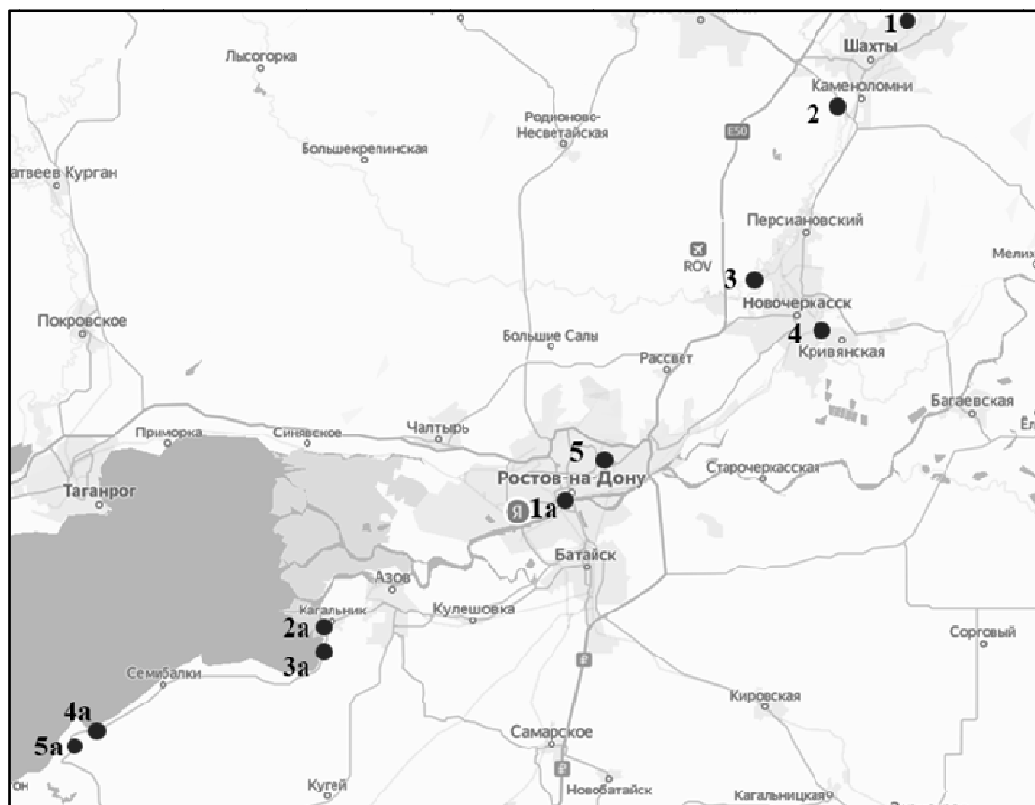


Рис. 1. Картограмма района исследования

Fig. 1. The research area map-scheme

Обсуждение результатов

Согласно данным исследований, содержание нефтепродуктов в дорожной пыли варьировалось в пределах 40,7–4683,1 (среднее – 1991,6) мг/кг сухого ве-

са (рис. 2 / fig. 2). Максимальная концентрация нефтепродуктов была зарегистрирована в пробе, отобранной на дороге вблизи парка Островского г. Ростова-на-Дону (ст. 5), минимальная – в х. Береговой (ст. 3а).

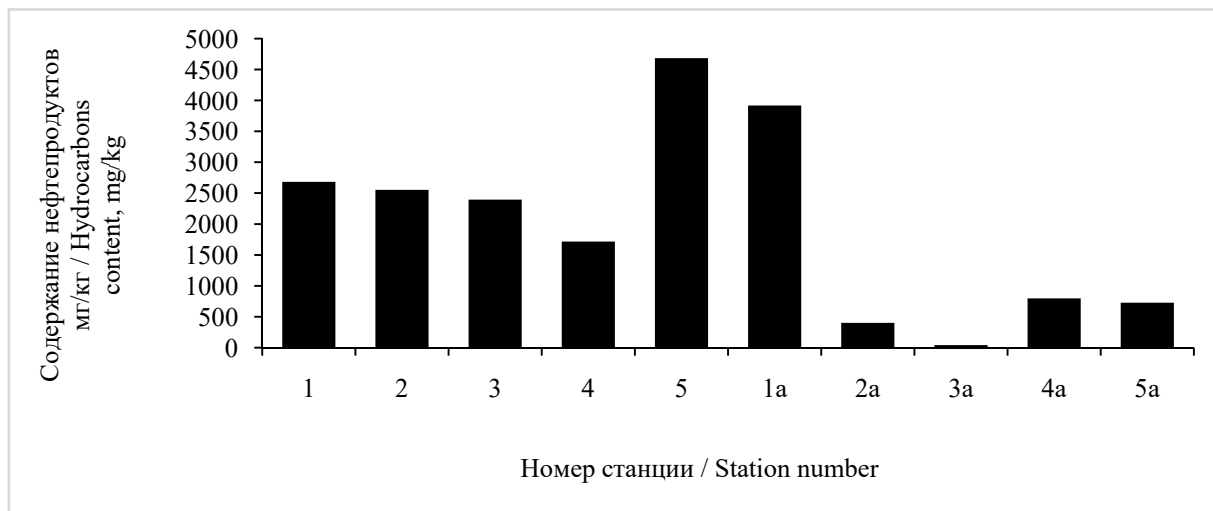


Рис. 2. Содержание нефтепродуктов в дорожной пыли

Fig. 2. The hydrocarbons content in road dust

Диапазон варьирования содержания нефтепродуктов в снеге составлял 0,045–0,265 (среднее 0,15) мг/дм³ (рис.3 / fig.3). Самая высокая концентрация обнаружена в снеге на набережной р. Дон в г. Ростове-на-Дону (ст. 1а), самая низкая – в снеге станции Грушевская (ст. 3). Отметим, что на содержание нефтепродуктов в дожде и снеге не установлены уровни ПДК. В то же время атмосферные осадки

попадают в почвы, поверхностные и грунтовые воды и, следовательно, могут оказать на них негативное воздействие. Поэтому, мы считаем вполне уместным сравнение содержаний нефтепродуктов в снеге со значениями ПДК для поверхностных вод. Содержание нефтепродуктов в отобранных пробах снега оказались выше ПДК в воде водных объектов рыбохозяйственного значения (0,05 мг/дм³). Следовательно,

выпадающие на поверхность почв и водных объектов гидрометеоры на территории Ростовской области мо-

гут способствовать загрязнению компонентов ландшафтов.

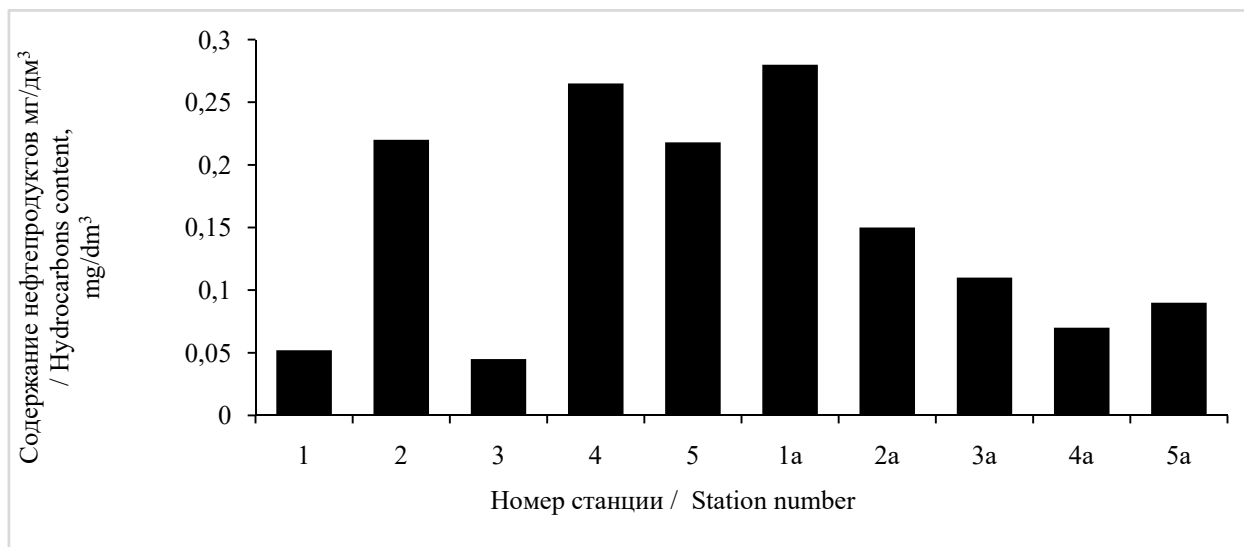


Рис. 3. Содержание нефтепродуктов в снеге

Fig. 3. The hydrocarbons content in snow

Диапазон колебания концентрации нефтепродуктов в поверхностном горизонте почвенного покрова изменялся в пределах 31,1–2390,3 (в среднем 764,9) мг/кг (рис.4 / fig.4), максимальное значение было зафиксировано в почве вблизи дороги, проходящей рядом с парком Островского (ст. 5), а минимальное – в почве х. Береговой (ст. 3а). До настоящего времени ПДК нефти в почве не установлены. На основании нормативного документа [11], содержание нефти в почве в пределах 1 г/кг оценивают как допустимое, 1–2 г/кг – низкое, 2–3 г/кг – среднее, 3–5 г/кг – высокое и более 5 г/кг – очень высокое, хотя обоснование этих критериев отсутствует. Если следовать данным нормативным

показателям, то содержания нефтепродуктов в почве Ростовской области следует оценить как колеблющиеся от допустимого до среднего уровня. Для сравнения отметим, что в ходе исследований на месте разлива сырой нефти в Родионово-Несветайском районе на нефтепроводе «Лисичанск – Тихорецк», проведенных в 1993 г. 40 дней спустя после аварии, наибольший уровень загрязнения почв был выявлен в балке, расположенной ближе всего к месту разрыва нефтепровода. В почвах, отобранных у протекающего по дну балки ручья, содержание сырой нефти изменялось в пределах 43–299 г/кг сухого вещества, быстро снижаясь до фонового уровня на склонах балки [6, 13].

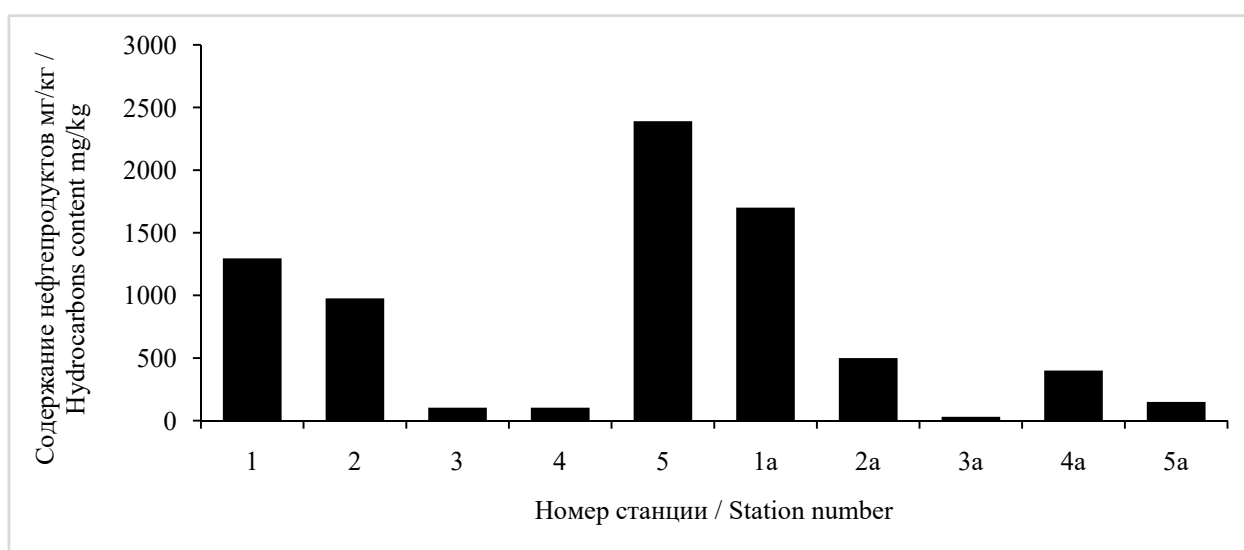


Рис. 4. Содержание нефтепродуктов в почве

Fig. 4. The hydrocarbons content in soil

Сравнение содержания нефтепродуктов в изученных средах позволяют для всего массива данных построить следующий ряд последовательности: дорожная пыль → почва → снег, который сохраняется практически на всех, кроме одной, станциях. Отмечен тренд в симбатном снижении содержания нефтепродуктов в дорожной пыли, почвах и снеге по мегапрофилю в направлении гг. Ростов-на-Дону, Шахты → побережье Таганрогского залива. Не исключено, что это обусловлено различиями в существующей антропогенной нагрузке на педосферу и тропосферу, прежде всего автомобильной, в преимущественно урбанизированных и аграрных приморских районах Ростовской области. Констатировано, что в ходе проведенных исследований по мегапрофилю «с. Маргаритово (побережье Азовского моря) – г. Шахты (Восточный Донбасс)» не было обнаружено катастрофических доз содержания нефтепродуктов, способных оказать на биологическую активность почв Ростовской области сильное ингибирующее воздействие. Тем не менее, учитывая перманентное загрязнение окружающей среды, включая почвы, особенно придорожные, выбросами автотранспорта и энергетических установок необходимо проведение специальных исследований для выяснения, какое воздействие на экологическое состояние региональной педосферы может оказать феномен её хронического загрязнения нефтепродуктами. Нельзя также исключить вероятность загрязнения почв в результате аварий, которые могли бы привести к снижению их биологической активности.

Заключение

Анализ массива данных экспедиционного исследования показал, что, согласно нормативным показателям, содержание нефтепродуктов в почвах Ростовской области следует оценить как изменяющееся от допустимого до среднего содержания. Сделан вывод, что дорожная пыль и снег являются одними из доминирующих источников загрязнения почв нефтепродуктами. Построен следующий ряд последовательности: дорожная пыль → почва → снег, который сохраняется практически на всех, кроме одной, станциях. Отмечен тренд в симбатном снижении содержания нефтепродуктов в дорожной пыли, почвах и снеге по мегапрофилю в направлении гг. Ростов-на-Дону, Шахты → побережье Таганрогского залива. Не исключено, что это обусловлено различиями в существующей антропогенной нагрузке на педосферу и тропосферу, прежде всего автомобильной, в преимущественно урбанизированных и аграрных приморских районах Ростовской области.

Сведения об авторском вкладе

Ю.А. Федоров – научное руководство исследованием; формулировка научных гипотез, проверяемых посредством экспериментальных исследований (25%).

А.Н. Кузнецов – научное руководство исследованием (25%).

Л.Ю. Дмитрик – интерпретация полученных результатов, участие в экспедиционных исследованиях (20%).

Е.В. Кузнецова – интерпретация полученных результатов (15%).

О.Ю. Бэллинджер – интерпретация полученных результатов (15%).

Contribution of the authors

Yu.A. Fedorov – scientific management of the research; formulation of scientific hypotheses, tested through experimental studies (25%).

A.N. Kuznetsov – scientific management of the research (25%).

L.Yu. Dmitrik – interpretation of the obtained results, participation in expeditionary research (20%).

E.V. Kuznetsova – interpretation of the obtained results (15%).

O.Yu. Ballinger – interpretation of the obtained results (15%).

Список источников

1. *Вассоевич Н.Б.* Основные закономерности, характеризующие органическое вещество современных и ископаемых осадков // *Природа органического вещества современных и ископаемых осадков*. М.: Наука, 1973. С. 11–59.

2. ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. М.: Стандартинформ, 2010. 4 с.

3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Стандартинформ, 2008. 8 с.

4. *Казеев К.Ш.* Эколого-географические закономерности биологических свойств почв Юга России: автореф. дис. ... докт. геогр. наук: 25.00.23. Ростов-на-Дону, 2004. 51 с.

5. *Кузнецов А.Н., Федоров Ю.А.* Нефтяное загрязнение в водных экосистемах. Закономерности естественной трансформации. Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2011. 187 с.

6. *Кузнецов А.Н., Федоров Ю.А.* Нефтяные компоненты в устьевой области р. Дон и Азовском море (результаты многолетних исследований) // *Водные ресурсы*. 2014. Т. 41. № 1. С. 49–59. <https://doi.org/10.1134/S0097807814010072>

7. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 01-05-2012). М, 2012. 25 с.

8. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 03-03-2012). М. 2012. 25 с.

9. *Околелова А.А., Капля В.Н., Лапченков А.Г.* Оценка содержания нефтепродуктов в почвах // *Научные ведомости*. Серия: Естественные науки. 2019. Т. 43. № 1. С. 76–86.

10. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации, 1993. 7 с.

11. *Федоров Ю.А., Страдомская А.Г., Кузнецов А.Н.* Закономерности трансформации нефтяного загрязнения в водотоках по данным многолетних наблюдений // *Водные ресурсы*. 2006. Т. 33. № 3. С. 327–337. <https://doi.org/10.1134/S0097807806030079>

12. Федоров Ю.А. Стабильные изотопы и эволюция гидросферы. М.: МО РФ Центр «Истина», 1999. 367 с.

13. Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. М.: Мир, 1982. 704 с.

14. Чукпарова А.У. Оценка состояния и биологическая рекультивация нефтезагрязненных почв // Всероссийский журнал научных публикаций. 2011. № 4. С. 24–25.

15. Buzmakov S.A., Egorova D.O., Gatina E.L. Effects of crude oil contamination on soils of the Ural region // Journal of Soils and Sediments. 2018. pp. 38–48. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2025-0>

16. Buzmakov S.A., Khotyanovskaya Y.V. Degradation and pollution of lands under the influence of oil resources exploitation// Applied Geochemistry, Volume 113, February 2020, 104443. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104443>

References

1. Vassojevich, N., 1973. Osnovny'e zakonomernosti, karakterizuyushhie organicheskoe veshhestvo sovremennyh i iskopaemyh osadkov [Basic laws characterizing the organic matter of modern and fossil sediments]. In: *Priroda organicheskogo veshhestva sovremenny'x i iskopaemy'x osadkov* [Nature of the organic matter of modern and fossil sediments]. Moscow.: Nauka, pp. 11-59. (In Russian)

2. GOST 17.1.4.01-80. Oхрана природы` (SSOP). Гидросфера. Общние требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах [Nature protection. Hydrosphere. General requirements for methods of determination petroleum products content in natural and waste waters]. Moscow: Standartinform, 2010. 4 p. (In Russian)

3. GOST 17.4.4.02-84. Oхрана природы`. Pochvy`. Metody` otbora i podgotovki prob dlya himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza [Nature protection. Soils. Methods for sampling and preparation of soils for chemical, bacteriological, helmintological analysis]. Moscow: Standartinform, 2008. 8 p. (In Russian)

4. Kazeev, K., 2004. *E'kologo-geograficheskie zakonomernosti biologicheskix svojstv pochv Yuga Rossii* [Ecological and geographical patterns of biological properties of soils in the South of Russia]. Doctor's Dissertation Abstract of Sciences in Geography. Rostov-on-Don, 51 p.

5. Kuznetsov, A. and Fedorov, Yu., 2011. *Neftyanoje zagryaznenie v vodny'x e'kosistemax. Zakonomernosti estestvennoj transformacii* [Oil pollution in aquatic ecosystems. Patterns of natural transformation]. Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 187 p. (In Russian)

6. Kuznetsov, A., and Fedorov, Yu., 2014. Oil components in the estuarine region of the Don and the Sea of Azov (results of long-term research). *Water resources*,

41(1), pp. 49–59. <https://doi.org/10.1134/S0097807814010072> (In Russian)

7. Metodika izmerenij massovoj koncentracii nefteproduktov v probax prirodny'x, pit'evy'x, stochny'x vod fluorimetricheskim metodom na analizatore zhidkosti «Flyuorat-02» (M 01-05-2012) [The method of measuring the mass concentration of oil products in samples of natural, drinking, wastewater by the fluorimetric method on the liquid analyzer «Fluorat-02» (M 01-05-2012)]. Moscow, 2012. 25 p. (In Russian)

8. Metodika izmerenij massovoj doli nefteproduktov v probax pochv i gruntov fluorimetricheskim metodom na analizatore zhidkosti «Flyuorat-02» (M 03-03-2012) [The method of measuring the mass fraction of oil products in soil and soil samples by the fluorimetric method on the liquid analyzer «Fluorat-02» (M 03-03-2012)]. Moscow, 2012. 25 p. (In Russian)

9. Okolelova, A., Kaplya, V. and Lapchenko, A., 2019. Ocenka sodержaniya nefteproduktov v pochvax [Assessment of the content of oil products in soils] *Nauchny'e vedomosti. Seriya: Estestvenny'e nauki*. 43(1), pp. 76-86. (In Russian)

10. Poryadok opredeleniya razmerov usherba ot zagryazneniya zemel` ximicheskimi veshhestvami [Procedure for determining the amount of damage caused by land pollution with chemicals]. Moscow: Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of the Russian Federation, 1993. 7 p. (In Russian)

11. Fedorov, Yu., Stradomskaya, A. and Kuznetsov, A., 2006. Regularities of transformation of oil pollution in watercourses according to long-term observations. *Water resources*, 33(3). pp. 327–337. <https://doi.org/10.1134/S0097807806030079> (In Russian)

12. Fedorov, Yu., 1999. *Stabil'ny'e izotopy` i e'voluciya gidrosfery`* [Stable isotopes and the evolution of the hydrosphere]. Moscow, MO RF Center «Истина», 367 p. (In Russian)

13. Hunt, J., 1982. *Geohimiya i geologiya nefi i gaza* [Geochemistry and geology of oil and gas]. Moscow: Mir publ., 704 p. (In Russian)

14. Chukparova, A., 2011. Ocenka sostoyaniya i biologicheskaya rekul'tivaciya neftezagryaznenny'x pochv [Assessment of the state and biological recultivation of oil-contaminated soils]. *Vserossijskij zhurnal nauchny'x publikacij*, (4), pp. 24–25. (In Russian)

15. Buzmakov S., Egorova D., Gatina E. Effects of crude oil contamination on soils of the Ural region // Journal of Soils and Sediments. 2018. pp 38–48. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2025-0>

16. Buzmakov, S., Khotyanovskaya, Y. Degradation and pollution of lands under the influence of oil resources exploitation// Applied Geochemistry, Volume 113, February 2020, 104443. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104443>

Статья поступила в редакцию 16.09.2022; одобрена после рецензирования 26.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was submitted 16.09.2022; approved after reviewing 26.09.2022; accepted for publication 03.10.2022.