

**ГИДРОЛОГИЯ СУШИ, ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ГИДРОХИМИЯ / LAND HYDROLOGY, WATER RESOURCES, HYDROCHEMISTRY**

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.63>

**ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Обзор

**Акимова А.С.<sup>1</sup>, Филиппова Л.С.<sup>2</sup>\***

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0003-3169-5944;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-4758-9479;

<sup>1,2</sup>Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (fil.gasdertyu5[at]gmail.com)

**Аннотация**

Современные масштабы применения нефти и нефтепродуктов неизбежно приводят к загрязнению почвенных покровов, водных объектов и атмосферы в России и по всему миру. При этом ежегодно сохраняется высокий уровень загрязнения водных объектов, которым наносится серьезный экологический ущерб, что в первую очередь связано с развитием нефтедобывающей отрасли и ростом потребления нефтепродуктов. Для защиты окружающей среды и снижения антропогенной нагрузки необходимо принятие мер, которые с одной стороны связаны с совершенствованием технологий и оборудования по добыче, переработке, транспортировке и хранению нефти и нефтепродуктов, а с другой стороны – с развитием и совершенствованием технологий по очистке водных объектов. При этом в комплексе рассматривается очистка загрязненных природных водных экосистем и очистка при водоотведении промышленных и бытовых стоков. Широкое внедрение и распространение этих мер позволит снизить общий уровень загрязнения окружающей среды и сохранить ее для будущих поколений.

**Ключевые слова:** нефть, нефтепродукты, поверхностные воды, сточные воды, механическая очистка, микробиологическая очистка, физико-химическая очистка.

**THE PROBLEM OF SURFACE WATER AND WASTEWATER POLLUTION BY OIL AND OIL PRODUCTS AND WAYS OF ITS SOLUTION**

Review article

**Akimova A.S.<sup>1</sup>, Filippova L.S.<sup>2</sup>\***

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0003-3169-5944;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-4758-9479;

<sup>1,2</sup>Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov, Vladimir, Russian Federation

\* Corresponding author (fil.gasdertyu5[at]gmail.com)

**Abstract**

The modern scale of oil and oil product use inevitably leads to pollution of soil, water bodies and the atmosphere in Russia and around the world. At the same time, there is a high level of water pollution annually, which causes serious environmental damage, primarily due to the development of the oil industry and increased consumption of oil products. To protect the environment and reduce the anthropogenic load it is necessary to take measures which on the one hand are related to improvement of technologies and equipment for production, processing, transportation and storage of oil and oil products, and on the other hand – to development and improvement of technologies for purification of water bodies. At the same time, treatment of polluted natural water ecosystems and treatment of industrial and domestic wastewater in drainage systems is regarded as a complex. The widespread introduction and spread of these measures will reduce the overall level of pollution of the environment and preserve it for future generations.

**Keywords:** oil, oil products, surface water, wastewater, mechanical treatment, microbiological treatment, physico-chemical treatment.

**Введение**

На сегодняшний день нефть является одним из основных топливно-энергетических и сырьевых ресурсов, находя широкое применение во многих отраслях человеческой деятельности как в чистом виде, так и в виде нефтепродуктов. Вследствие этого объемы добычи, транспортировки, хранения и переработки нефти и нефтепродуктов остаются высокими и неизбежно связаны с утечками, авариями и образованием отходов, которые являются источниками загрязнения окружающей среды. В результате наносится экологический ущерб гидросфере, почвенным покровам, атмосфере и живым организмам, в т.ч. человеку [1], [2], [3].

Таким образом, экологическая проблема загрязнения поверхностных и сточных вод нефтью и нефтепродуктами заслуживает внимания и требует решения. В связи с этим возрастает актуальность создания новых и развития существующих методов и технологий с повышенной эффективностью и пониженной стоимостью по очистке от загрязнений нефтью и нефтепродуктами.

Целью данной работы является рассмотрение уровня загрязнения поверхностных и сточных вод России нефтью и нефтепродуктами, обзор существующих методов очистки, обобщение и анализ информации по данным вопросам.

### Уровень загрязнения водных объектов России нефтью и нефтепродуктами

В поверхностных водах Российской Федерации обнаруживается от 0,5 до 40 мг/л водорастворимых нефтепродуктов, из которых до 90% относятся к ароматическим углеводородам. В первую очередь это связано с большими объемами водопотребления и водоотведения предприятий нефтегазодобывающих компаний (см. таблицу 1 [4]).

Таблица 1 - Водопотребление и водоотведение нефтегазодобывающими компаниями в 2021 г.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.63.1>

Компания	Потреблен ие воды, тыс. м <sup>3</sup>	Водоотведение, тыс. м <sup>3</sup>			Оборотная вода, тыс. м <sup>3</sup>	Повторно используем ая вода, тыс. м <sup>3</sup>
		в поверхност ные водные объекты	на рельеф	в подземные горизонты		
АО «Зарубежне фть»	2334,7	4,3	0	7596,6	427,4	2216,6
ПАО «Газпром»	48780,7	21429,6	569,1	5285,0	264358,8	945,3
ПАО «Газпромне фть»	191271,5	113,8	341,7	7622,4	458109,2	160631,8
ПАО «НК «Роснефть»	1575835	130552	85	63622	2293461	95406
ПАО «НГК «Славнефт ь»	69647,6	0	0	57002,9	156231,0	51542,3
ПАО «Сургутне фтегаз»	100117,7	102,7	0	451490,0	789,7	411277,4
Группа «НОВАТЭ К»	2975	1249	0	1015	0	0
ПАО «Татнефть»	34008,9	59	0	0	95254,9	168236,1
ПАО «Лукойл»	93727,3	12470,4	0	83403,8	647,3	373890,3
Всего	2118698,4	165980,8	995,8	677037,7	3269279,3	1264145,8

Масштабы загрязнения подземных вод также велики, например, на объектах Ангарской нефтехимической компании в Иркутской области обнаружено более 30 км<sup>2</sup> площади загрязнено водорастворимыми углеводородами. Содержание бензола в подземных водах достигает 413–191 тыс. ПДК. На очистных сооружениях и свалке промышленных отходов наблюдается превышение нормативов по содержанию аммония (21,4–53,0 ПДК), фенолов (20,0–30,0 ПДК), нефтепродуктов (8,3–11,0 ПДК) и мышьяка (1,1–1,9 ПДК). В Новокуйбышевске на водозаборах подземных вод вблизи нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) также установлены большие концентрации нефтепродуктов, из-за которых вода становится непригодной для питьевых нужд. При мониторинге подземных вод вблизи Саратовского НПЗ обнаружено, что ПДК по растворенным и эмульсированным нефтепродуктам превышено в 1978 раз.

При этом ежегодные объемы нефтепродуктов, попадающие в первый от поверхности водоносный горизонт, равны 1,2–2,7 тыс. т. Содержание фенола в подземных водах превышает ПДК в 7,1 раза. В результате утечек нефти и нефтепродуктов в Заводском районе Чеченской Республики на уровне грунтовых вод обнаружены нефтяные линзы, в которых содержится от 100 до 1000 ПДК нефтепродуктов и фенолов. Подобные подземные нефтяные линзы антропогенного происхождения обнаружены на территории Новокуйбышевска, Уфы, Ейска, Ангарска, Моздока, Туапсе, Орла, Комсомольска-на-Амуре и Саратова [5], [6]. Масштабы загрязнения подземных вод приводят к миграции нефтяных загрязнений в поверхностные водоемы и водотоки, например, на поверхности реки Белой наблюдаются нефтяные пленки.

### Методы очистки воды от нефти и нефтепродуктов

Для водоемов и водотоков характерны процессы естественного самоочищения, в т.ч. от нефти и нефтепродуктов, однако эти процессы длительные и не эффективны при больших масштабах загрязнений. С развитием промышленности резко повысился и повышается до сих пор объем сточных вод и отходов, поступающих в водные экосистемы и объекты. По подсчетам на сегодняшний день для разбавления всех загрязнений в сточных водах до уровня, соответствующего нормам, потребуется около трети общемирового объема пресной воды. В связи с этим всё более актуальной и насущной становится необходимость в очистке сточных вод от вредных веществ [7]. Поэтому с начала 1980-х гг. в России этой проблеме начали уделять особое внимание.

Методы очистки воды в зависимости от воздействия на воду и находящиеся в ней загрязнения подразделяют на механические, физические, химические, биологические и комбинированные. Выбор метода зависит от качественного и количественного состава загрязнений и объема сточных вод. Как правило, очистка, в т.ч. от нефти и нефтепродуктов, начинается с использованием механических методов отстаивания, флотации и фильтрации для удаления нерастворимых минеральных и органических взвешенных частиц [2], [3]. Последующая очистка проводится физико-химическими или биологическими методами, а при необходимости дополняется методами глубокой доочистки [7], [8]. Среди методов второй степени очистки в большинстве случаев наиболее эффективными являются сорбционные, мембранные и электрохимические технологии. При этом в аварийных ситуациях предпочтение отдается биоадсорбционным методам [8]. Кроме того, наряду с очисткой проводится обеззараживание воды, а образующиеся в процессах очистки осадок и избыточную биомассу подвергают дополнительной обработке и утилизации. Очищенная вода может направляться в оборотные системы, использоваться для нужд сельского хозяйства или сбрасываться в водные объекты.

Перспективными также являются методы защиты окружающей среды от загрязнений и утечек в процессах добычи, транспортировки и хранения нефти и нефтепродуктов. Одной из составляющих таких методов является система комплексной автоматизации этих процессов, впервые появившаяся на территории России в 1970-х гг на территории Западной Сибири и заключающаяся в т.ч. в исключении промежуточных технологических операций при добыче, транспортировке и хранении за счет унификации технологии, что позволило сократить число промышленных объектов в 12-15 раз [9].

Герметизация сбора, транспорта и подготовки нефти является важным элементом совершенствования и развития технологий на крупных нефтедобывающих компаниях по всему миру. Например, в США некоторые объекты нефтедобывающей отрасли, расположенные в районах с большой плотностью населения, маскируют под элементы городского благоустройства. В прибрежной области курортного города Лонг-Бич в Калифорнии создано четыре искусственных острова для нефтедобычи на морском шельфе. С материком эти острова связаны сетью трубопроводов и электрокабелей. Каждый остров имеет площадь 40 тыс. м<sup>2</sup> и может вместить до 200 нефтедобывающих скважин с необходимым оборудованием. Все сооружения и объекты декорированы под башни, вокруг которых находятся искусственные пальмы, скалы и водопады с подсветкой цветными прожекторами в темное время суток, что привлекает внимание отдыхающих и туристов [10].

### Заключение

Таким образом, основной причиной загрязнения водных объектов нефтью и нефтепродуктами является антропогенное воздействие, обусловленное поступлением сточных вод промышленных предприятий, прежде всего нефтяной и нефтехимической отраслей, и коммунального хозяйства. Для очистки сточных вод применяется большое количество разнообразных методов и технологий, однако современный уровень очистки сточных вод является недостаточным. В связи с этим проведение мероприятий по снижению загрязнения водных объектов нефтепродуктами, в том числе внедрение новых методов очистки сточных вод на предприятиях, совершенствование технологий добычи, транспортировки, хранения и переработки будут способствовать снижению антропогенной нагрузки на поверхностные и сточные воды, позволив сохранить их для будущих поколений.

### 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

1. Акимова А.С. Последствия загрязнения поверхностных и сточных вод нефтью и нефтепродуктами. / А.С. Акимова, Л.С. Филиппова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — 11. — DOI: 10.23670/IRJ.2022.125.102
2. Береснев А.В. Загрязнение природных вод и способы их очистки. / А.В. Береснев, В.В. Котлярова // Научно-методический электронный журнал Концепт. — 2017. — 39. — с. 776-780.
3. Чупров И.А. Способы и методы очистки водоемов после загрязнения нефтяными продуктами. / И.А. Чупров, В.Ю. Семенко, С.В. Слугин // Молодежь и наука. — 2019. — 1. — с. 49.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году». — М.: Минприроды России; МГУ имени М.В.Ломоносова, 2022. — 684 с.

5. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения. / Б.А. Ревич // Проблемы прогнозирования. — 2010. — 4. — с. 87-99.
6. Ахмадова Х.Х. Проблема техногенных залежей в российских регионах. / Х.Х. Ахмадова, Э.У. Идрисова, М.А. Такаева // Международный научно-исследовательский журнал. — 2013. — 8-4. — с. 69-73.
7. Долгополова В.Л. Способы очистки морских акваторий от нефтяных загрязнений. / В.Л. Долгополова, О.В. Патрушева // Молодой ученый. — 2016. — 29. — с. 229-234.
8. Гуславский А.И. Перспективные технологии очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов. / А.И. Гуславский, З.А. Канарская // Вестник Казанского технологического университета. — 2011. — 20. — с. 191-199.
9. Пат. 2159307 Russian Federation, МПК9911194013 C02F 1/28, E02B 15/04. Способ очистки поверхности воды от загрязнений нефтью и нефтепродуктами / Дворников В.Л., Хлесткин Р.Н., Самойлов Н.А. и др.; заявитель и патентообладатель Уфимский государственный нефтяной технический университет. — № 9911194013; заявл. 1999-01-06; опубл. 2000-11-20, — 9 с.
10. Войно Л.И. Биодegradация нефтезагрязнений почв и акваторий. / Л.И. Войно // Фундаментальные исследования. — 2006. — 5. — с. 1-4.

### **Список литературы на английском языке / References in English**

1. Akimova A.S. Posledstviya zagryazneniya poverkhnostny'x i stochny'x vod neft'yu i nefteproduktami [Consequences of Contamination of Surface and Wastewater with Oil and Petroleum Products]. / A.S. Akimova, L.S. Filippova // Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2022. — 11. — DOI: 10.23670/IRJ.2022.125.102 [in Russian]
2. Beresnev A.V. Zagryaznenie prirodny'x vod i sposoby' ix ochistki [Pollution of Natural Waters and Methods of Their Purification]. / A.V. Beresnev, V.V. Kotlyarova // Nauchno-metodicheskij e'lektronny'j zhurnal Koncept [Scientific and Methodological Electronic Journal Concept]. — 2017. — 39. — p. 776-780. [in Russian]
3. Chuprov I.A. Sposoby' i metody' ochistki vodoemov posle zagryazneniya neftyany'mi produktami [Ways and Methods of Cleaning Reservoirs after Oil Pollution]. / I.A. Chuprov, V.Yu. Semenko, S.V. Slugin // Molodezh' i nauka [Youth and Science]. — 2019. — 1. — p. 49. [in Russian]
4. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2021 godu» [State report "On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2021"]. — M.: Ministry of Natural Resources of Russia; Lomonosov Moscow State University, 2022. — 684 p. [in Russian]
5. Revich B.A. K ocenke vliyaniya deyatelnosti TE'K na kachestvo okruzhayushhej sredy' i zdorov'e naseleniya [To Assesment of the Impact of Fuel and Energy Sector Activities on Environmental Quality and Public Health]. / B.A. Revich // Problemy' prognozirovaniya [Problems of Forecasting]. — 2010. — 4. — p. 87-99. [in Russian]
6. Axmadova X.X. Problema texnogenny'x zalezhej v rossijskix regionax [The Problem of Technogenic Deposits in Russian Regions]. / X.X. Axmadova, E'.U. Idrisova, M.A. Takaeva // Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2013. — 8-4. — p. 69-73. [in Russian]
7. Dolgopolova V.L. Sposoby' ochistki morskix akvatorij ot neftyany'x zagryaznenij [Methods of Cleaning Marine Waters from Oil Pollution]. / V.L. Dolgopolova, O.V. Patrusheva // Molodoj uchenyj [Young Scientist]. — 2016. — 29. — p. 229-234. [in Russian]
8. Guslavskij A.I. Perspektivny'e tehnologii ochistki vody' i pochvy' ot nefti i nefteproduktov [Promising Technologies for Water and Soil Purification from Oil and Petroleum Products]. / A.I. Guslavskij, Z.A. Kanarskaya // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta [Bulletin of Kazan Technological University]. — 2011. — 20. — p. 191-199. [in Russian]
9. Пат. 2159307 Russian Federation, МПК9911194013 C02F 1/28, E02B 15/04. Способ очистки поверхности воды от загрязнений нефтью и нефтепродуктами [Method for Cleaning the Water Surface from Oil and Petroleum Products] / Дворников В.Л., Хлесткин Р.Н., Самойлов Н.А. и др.; the applicant and the patentee Ufa State Petroleum Technical University. — № 9911194013; appl. 1999-01-06; publ. 2000-11-20, — 9 p. [in Russian]
10. Vojno L.I. Biodegradaciya neftezagryaznenij pochv i akvatorij [Biodegradation of Oil Pollution of Soils and Water Areas]. / L.I. Vojno // Fundamental'ny'e issledovaniya [Fundamental Research]. — 2006. — 5. — p. 1-4. [in Russian]