

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.102>

## ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ

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

Загрязнение нефтью и продуктами ее переработки является одной из важных составляющих глобальной проблемы загрязнения гидросферы и окружающей среды в целом. Большие объемы добычи и переработки нефти, а также потребления нефтепродуктов неизбежно связаны с загрязнением поверхностных и сточных вод в больших масштабах. Возможности по распространению нефти в водной среде и ее активное взаимодействие с водой и живыми организмами, чья жизнь связана с водой, приводят к пагубным последствиям для этих живых организмов и окружающей среды. В связи с этим необходимо уделять внимание последствиям загрязнения водных систем нефтью и нефтепродуктами, понимать опасность такого загрязнения и разрабатывать мероприятия по его предотвращению и уменьшению последствий.

**Ключевые слова:** нефть, поверхностные воды, сточные воды, гидробионты, нефтеводная эмульсия, водонефтяная эмульсия.

### CONSEQUENCES OF SURFACE AND WASTEWATER POLLUTION BY OIL AND PETROCHEMICALS

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

Pollution by oil and its products is one of the important components of the global problem of pollution of the hydrosphere and the environment as a whole. Large amounts of oil production and refining, as well as consumption of oil products, are inevitably associated with pollution of surface and waste water on a large scale. The potential for oil to spread in the aquatic environment and its active interaction with water and living organisms whose life is connected with water leads to detrimental consequences for these living organisms and the environment. In this regard, it is necessary to pay attention to the consequences of pollution of water systems with oil and petrochemicals, to understand the danger of such pollution and to develop measures for its prevention and mitigation.

**Keywords:** oil, surface water, wastewater, hydrobionts, oil-water emulsion, water-oil emulsion.

### Введение

На сегодняшний день нефть и продукты ее переработки являются одним из наиболее востребованных человеческим обществом и промышленностью видов сырья и продукции. С развитием промышленности и ростом численности населения объемы потребления с каждым годом только возрастают. В то же время добыча и переработка нефти, а также использование нефти и нефтепродуктов неизбежно связаны с загрязнением окружающей среды в результате утечек, со сточными водами, при несанкционированных сбросах и в результате аварий [1], [2].

В результате эти вещества являются одними из основных загрязнителей водных экосистем и нагрузка на окружающую среду, в первую очередь гидросферу и животных, активно взаимодействующих с водной средой, постоянно возрастает.

Целью данной работы является рассмотрение воздействия нефти и нефтепродуктов на водные системы и живые организмы в результате загрязнения поверхностных и сточных вод, обобщение и анализ информации по данному вопросу.

### Взаимодействие нефти и нефтепродуктов с водой и живыми организмами

При сливе нефти в воду за короткий период времени большие участки ее поверхности оказываются покрыты слоем различной толщины. Низкие температуры снижают скорость растекания нефти, поэтому в теплое время года масштабы растекания нефти повышаются.

В то же время под действием солнечного света происходят процессы окисления нефти, которые интенсивней протекают в тонких пленках нефти и нефтяных эмульсиях. Высокое содержание металлов в нефти ускоряет ее

окисление, а повышенное содержание серы, наоборот, замедляет. Водные течения способствуют перемешиванию нефти с водой с образованием растворимой нефтеводяной эмульсии, содержащей более 80% воды, или нерастворимой водонефтяной эмульсии, содержащей 10-80 % воды. Водонефтяную эмульсию на 50-80 % состоящую из воды называют «шоколадным муссом» из-за ее похожего на шоколад цвета, плотной и вязкой консистенции. Такой «мусс» из-за высокой вязкости очень медленной растекается и может оставаться в неизменном виде на поверхности воды или на береговой линии на протяжении не одного месяца [3], [4].

В то же время в процессе растекания, движения, образования эмульсий и растворения нефти ее микрочастицы коагулируются, прилипают к другим находящимся в воде частицам и выпадают вместе с тяжелыми фракциями нефти в осадок, в то время как легкие фракции обычно остаются на поверхности или небольшой глубине.

Молекулы и микрочастицы нефти и нефтепродуктов, находящиеся в воде, неизбежно вступают в контакт с гидробионтами. Большинство микроорганизмов в толще воды и в донных отложениях в результате своей жизнедеятельности способствуют изменению состава 40-80 % сырой нефти на меньшие и простые по составу углеводороды и другие соединения. При этом в зависимости от количества и типа нефти численность и скорость размножения для более стойких микроорганизмов повышаются, а для других могут замедлиться, хотя некоторые виды колоний могут приспособиться к питанию нефтью [3]. Эффективность микробиологического разложения зависит от температуры, pH, соленосодержания, наличия питательных веществ и растворенного кислорода. Таким образом, в неблагоприятных для микробов условиях состав нефти остается практически неизменным.

Многие гидробионты и живые организмы, так или иначе контактирующие с водоемами, участвуют в процессах миграции нефти в водной среде. Фильтрующий планктон и двусторчатые моллюски поглощают частицы нефти и, не имея возможности ее переварить, становятся ее переносчиками и аккумуляторами. Рыбы, млекопитающие, птицы, ракообразные и большинство червеобразных способны переварить некоторую долю нефти, которую они получают в процессах питания и дыхания.

### **Воздействие нефти и нефтепродуктов на животных и растения**

Птицы поглощают нефть при чистке перьев, употреблении загрязненной воды и пищи, дыхании загрязненным воздухом. В результате у них нарушается перьевой покров и спутываются перья, что может стать причиной гибели от переохлаждения, нарушает способность летать и двигаться, у птиц возникает раздражение глаз, и нарушается пищеварение. Кроме того, впоследствии нефть загрязняет птичьи яйца и гнезда, что может вызвать гибель птенцов, в т.ч. в период инкубации. Наиболее уязвимы к разливам нефти птицы, которые немалую часть времени проводят на поверхности воды [5], [6].

О влиянии нефти на млекопитающих, особенно не морских, известно существенно меньше. Морские животные, обладающие меховым покровом, такие как выдры, тюлени, белые медведи и др., часто погибают от разливов нефти из-за того, что загрязненный мех спутывается и теряет способность удерживать тепло, начинает пропускать воду [3], [6]. Нефть оказывает влияние и на жировой слой взрослых сивучей, тюленей и китообразных, повышая расход тепла [6]. Вместе с тем нефть раздражает кожу и глаза, препятствует способности морских млекопитающих к плаванию. Также известно, что кожа тюленей и белых медведей может впитывать нефть, а тюлени и китообразные способны переваривать нефть при попадании ее в организм [7]. В то же время нефть при попадании в организм млекопитающих может вызвать желудочно-кишечные кровотечения, почечную недостаточность, отравление печени и нарушить кровяное давление, а нефтяные пары становятся причиной проблем с органами дыхания.

Очень мало задокументированных фактов влияния разливов нефти на немлекопитающих. Известно о гибели большого количества ондатр при разливе топливного мазута из бункера на реке Святого Лоренса, гибели огромных сумчатых крыс в Калифорнии, гибели бобров и ондатр от разлива авиационного керосина на реке Вирджиния. В лабораторных условиях погибли крысы, которые проплыли по загрязненной нефтью воде. Также известно об ухудшении аппетита и снижении двигательной активности с разной продолжительностью для разных видов и в разные периоды жизненного цикла [8].

Еще меньше фактов о влиянии нефтяного загрязнения на рептилий и земноводных. Есть факты о поедании пластмассовых предметов и нефти морскими черепаками. Зародыши черепах погибают или ненормально развиваются, если яйца были в покрытом нефтью песке. Разлив нефти мог быть причиной гибели черепах у побережья Флориды и в Мексиканском заливе [3].

Рыбы также подвергаются воздействию нефти в процессах своей жизнедеятельности. Нефть серьезным образом влияет на сердце, меняет дыхание, увеличивает печень, замедляет рост, разрушает плавники, приводит к различным биологическим и клеточным изменениям, влияет на поведение рыб. При этом на разные виды рыб нефть оказывает разнообразное токсическое влияние и для них летальными или существенными являются разные концентрации нефти в воде. Например, содержание даже  $0,5 \cdot 10^{-6}$  нефти в воде вызывает гибель форели. Наиболее подвержены воздействию нефти икра, личинки и молодь.

Иммобильность растений делает их особенно подверженными воздействию нефти при ее разливах. Нефть вызывает гибель мангровых деревьев, морской травы и водорослей, становится причиной увеличения или уменьшения биомассы и активности к фотосинтезу колоний фитопланктона, изменяет микробиологию колоний. После воздействия нефти для восстановления растениям потребуется от нескольких недель до 5 лет. При механической очистке восстановительный период повышается на 25-50 %, а на восстановление мангрового леса потребуется 10-15 лет. При этом в водоемах с большим объемом восстановление происходит быстрее [9].

Нефть, поступая в организм человека с загрязненной водой, воздухом и пищей, оказывает на него пагубное и существенное воздействие. В результате отравления возникают головные боли и головокружения, повышается утомляемость, появляются желудочные спазмы, возникает рассеянность, нарушаются сердечные ритмы и работа органов чувств: зрения, слуха и обоняния. При легких отравлениях и своевременном лечении, а также при воздействии высокосернистых веществ, излечение возможно, однако при тяжелых формах организм полностью не

восстанавливается. Происходят изменения в составе крови, повышается количество гормонов щитовидной железы, нарушается работа центральной нервной системы. Подобные симптомы типичны для работников нефтяной отрасли и людей, живущих поблизости от очагов нефтяных загрязнений [10].

### Заключение

Из представленной информации следует, что масштабы загрязнения водных экосистем нефтью и нефтепродуктами велики и эта проблема является на сегодняшний день чрезвычайно актуальной. В результате загрязнения водных и других экосистем происходит истощение природных ресурсов, уменьшение видового биоразнообразия, сокращение ареалов обитания и ухудшение качества жизни людей. Для снижения этих последствий возникает необходимость материальных затрат на предотвращение и уменьшение загрязнений и снижение концентрации канцерогенов, на восстановление экосистем и объектов, компенсации на лечение людей и другие мероприятия, связанные с восстановлением качества природных ресурсов.

### 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. Шамраев А.В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды. / А.В. Шамраев, Т.С. Шорина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6(100). – с. 642-645.
2. Лебедь-Шарлевич Я.И. Опасность загрязнения водных объектов нефтью с учетом растворения и стратификации ее компонентов. / Я.И. Лебедь-Шарлевич, З.И. Жолдакова, Р.А. Мамонов и др. // Российский журнал прикладной экологии. – 2020. – 3 (23). – с. 46-52. (дата обращения: 22.10.22).
3. Алберс П.Х. Северная пачифика [Электронный ресурс] / П.Х. Алберс // Разливы нефти и живые организмы. – 1999. – URL: [http://www.npacific.ru/np/sovproblem/oil\\_sea/vozdeistvie/razliv/public1.htm](http://www.npacific.ru/np/sovproblem/oil_sea/vozdeistvie/razliv/public1.htm). (дата обращения: 22.10.22)
4. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. 2-е изд. переработанное и дополненное Морской нефтегазовый комплекс: состояние, перспективы, факторы воздействия: в 2 т.; / С.А. Патин – М.: ВНИРО, 2017. – 1 т.
5. Григорьев А.Ю. Люди, нефть, птицы. Обзор мирового опыта спасения птиц при нефтяном загрязнении / А.Ю. Григорьев, А.Ю. Книжников, П.А. Пахорукова – М.: WWF, 2014. – 57 с.
6. Саркова О.М. Практическое пособие для добровольцев по ликвидации разливов нефти / О.М. Саркова, В.Г. Краснопольский – Мурманск: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018. – 107 с.
7. Карнатов А.Н. Коэффициенты уязвимости морских млекопитающих от нефти на примере Кольского залива. / А.Н. Карнатов // Труды Кольского научного центра РАН. – 2020. – № 5-8. – с. 81-92.
8. Ахмадова Х.Х. Проблема техногенных залежей в российских регионах / Х.Х. Ахмадова, Э.У. Идрисова, М.А. Такаева // Международный научно-исследовательский журнал. — 2013. — № 8(15). — Ч. 4. — с. 69-73.
9. 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.
10. Оруджев Р.А. Особенности токсического действия углеводородов нефти на организм человека. / Р.А. Оруджев, Р.Э. Джафарова // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2017. – № 4. – с. 8-15.

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

1. Shamraev A.V. Vliyanie nefiti i nefteproduktov na razlichny'e komponenty' okruzhayushhej sredy' [The influence of oil and petroleum products on various components of the environment]. / A.V. Shamraev, T.S. Shorina // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]. – 2009. – № 6(100). – p. 642-645. [in Russian]
2. Lebed'-Sharlevich Ya.I. Opasnost' zagryazneniya vodny'x ob'ektov nef'tyu s uchetom rastvoreniya i stratifikacii ee komponentov [The danger of contamination of water bodies with oil, taking into account the dissolution and stratification of its components]. / Ya.I. Lebed'-Sharlevich, Z.I. Zholdakova, R.A. Mamonov et al. // Rossijskij zhurnal prikladnoj e'kologii [Russian Journal of Applied Ecology]. – 2020. – 3 (23). – p. 46-52. (accessed: 22.10.22). [in Russian]
3. Albers P.X. Severnaya pacifika [Northern Pacific] [Electronic source] / P.X. Albers // Oil spills and living organisms. – 1999. – URL: [http://www.npacific.ru/np/sovproblem/oil\\_sea/vozdeistvie/razliv/public1.htm](http://www.npacific.ru/np/sovproblem/oil_sea/vozdeistvie/razliv/public1.htm). (accessed: 22.10.22) [in Russian]
4. Patin S.A. Neft' i e'kologiya kontinental'nogo shel'fa. 2-e izd. pererabotannoe i dopolnennoe [Oil and ecology of the continental shelf. 2nd ed. revised and supplemented] Offshore oil and gas complex: state, prospects, impact factors: in 2 vol.; / S.A. Patin – M.: VNIRO, 2017. – 1 vol. [in Russian]
5. Grigor'ev A.Yu. Lyudi, nef't, pticy'. Obzor mirovogo opy'ta spaseniya pticz pri nef'tyanom zagryaznenii [People, oil, birds. Review of the world experience of bird rescue in oil pollution] / A.Yu. Grigor'ev, A.Yu. Knizhnikov, P.A. Paxorukova – M.: WWF, 2014. – 57 p. [in Russian]
6. Sarkova O.M. Prakticheskoe posobie dlya dobrovol'cev po likvidacii razlivov nef'ti [Practical guide for volunteers on oil spill response] / O.M. Sarkova, V.G. Krasnopol'skij – Murmansk: Vsemirny'j fond dikoj prirody' (WWF), 2018. – 107 p. [in Russian]

7. Karnatov A.N. Koeffitsienty' uyazvimosti morskix mlekopitayushhix ot nefti na primere Kol'skogo zaliva [Coefficients of vulnerability of marine mammals from oil on the example of the Kola Bay]. / A.N. Karnatov // Trudy' Kol'skogo nauchnogo centra RAN [Proceedings of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. – 2020. – № 5-8. – p. 81-92. [in Russian]

8. Akhmadova Kh.Kh. Problema tekhnogennikh zalezhei v rossiiskikh regionakh [The problem of technogenic deposits in Russian regions] / Kh.Kh. Akhmadova, E.U. Idrisova, M.A. Takaeva // Mezhdunarodnii nauchno-issledovatel'skii zhurnal [International Research Journal]. — 2013. — № 8(15). — Pt. 4. — p. 69-73. [in Russian]

9. Revich B.A. K ocenke vliyaniya deyatel'nosti TE'K na kachestvo okruzhayushhej sredy' i zdorov'e naseleniya [To assess 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]

10. Orudzhev R.A. Osobennosti toksicheskogo dejstviya uglevodorodov nefti na organizm cheloveka [Features of the toxic effect of petroleum hydrocarbons on the human body]. / R.A. Orudzhev, R.E'. Dzhafarova // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta [Bulletin of the Vitebsk State Medical University]. – 2017. – № 4. – p. 8-15. [in Russian]