Дата поступления рукописи в редакцию: 22.03.2025
Дата принятия рукописи в печать: 11.04.2025
10.24412/2224-9133-2025-3-283-289

ИЛЬЯСОВ Олег Рашитович,
доктор биологических наук,
профессор кафедры техносферная безопасность
Уральский государственный университет путей сообщения,
профессор кафедры техносферной и экологической безопасности
Уральский государственный аграрный университет,
старший научный сотрудник
Уральский научно-исследовательский ветеринарный
институт ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН,
e-mail: ilyasov3@rambler.ru

ГАВРИЛИН Игорь Игоревич,
кандидат биологических наук,
заведующий кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: i.gavrilin@list.ru

БЕЛИНСКИЙ Станислав Олегович,
кандидат технических наук,
доцент кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: sbelinsky@usurt.ru

КРУПЕНИН Сергей Сергеевич,
кандидат технических наук,
доцент кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: sskrupenin@yandex.ru

ЯЦЕНКО Александр Сергеевич,
кандидат медицинских наук,
доцент кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: alexandr-yatsenko2012@yandex.ru

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. *В настоящее время загрязнение природной среды продуктами добычи и переработки нефти является одной из самых актуальных экологических проблем. В статье рассмотрена проблема загрязнения окружающей среды и рекультивации нефтезагрязненных земель на объектах нефтегазового комплекса.*

Ключевые слова*: окружающая среда, загрязнения, рекультивация, нефтезагрязненные земли, болото.*

ILYASOV Oleg Rashitovich,
Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railways,
Professor of the Department of Technosphere and Environmental Safety,
Ural State Agrarian University, Senior Researcher, Ural Research Veterinary Institute,
Federal State Budgetary Scientific Institution of Ural Federal Research Center
of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

GAVRILIN Igor Igorevich,
Candidate of Biological Sciences,
Head of the Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railway Transport

BELINSKY Stanislav Olegovich,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railway Transport

KRUPENIN Sergey Sergeevich,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railway Transport

YATSENKO Alexander Sergeevich,
candidate of medical sciences,
associate professor of the department of technosphere safety,
Ural State University of Railway Transport

THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL POLLUTION AND RECLAMATION OF OIL-CONTAMINATED LANDS AT OIL AND GAS FACILITIES

Annotation*. At present, pollution of the natural environment by products of oil extraction and refining is one of the most pressing environmental problems. The article examines the problem of environmental pollution and reclamation of oil-contaminated lands at oil and gas facilities.*

Key words*: environment, pollution, reclamation, oil-contaminated lands, swamp.*

Цель – рассмотрение значения загрязнения окружающей среды и рекультивации нефтезагрязненных земель на объектах нефтегазового комплекса.

Задачи – провести экологическую оценку загрязнения окружающей среды и рекультивации нефтезагрязненных земель на объектах нефтегазового комплекса.

Методы исследования – аналитический метод исследования. Анализ научной и научно-методической литературы по проблеме внедрения практических навыков в образовательной среде.

В настоящее время загрязнение природной среды продуктами добычи и переработки нефти является одной из самых актуальных экологических проблем. Не редки случаи, когда на объектах нефтегазового комплекса вследствие аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при транспорте этих продуктов наносится ощутимый вред экосистемам, приводящий так же к негативным экономическим и социальным последствиям [1,2].

Аварийные ситуации, сопровождающиеся разливами нефти и нефтепродуктов, лучше, а часто и легче предотвращать, чем ликвидировать их последствия. Однако практика показывает, что, несмотря на все меры, применяемые по обеспечению надёжности эксплуатации трубопроводов, танкеров, нефтяных вышек и скважин, нефтеперерабатывающих предприятий, никто не может гарантировать их стопроцентную безаварийность.

Экологические проблемы в регионах нефтедобычи и переработки связаны, в первую очередь, с загрязнением объектов окружающей среды нефтепродуктами. Благодаря высоким сорбционным свойствам почвы, нефтяные углеводороды способны аккумулироваться и сохраняться в ней длительное время, существенно преобразуя и значительно ухудшая свойства почвы и ее биологическую активность. В последние годы все большее значение приобретает борьба с загрязнением почв и поиск оптимальных путей очистки природных объектов. Однако необходимо помнить, что, во-первых, нефть каждого месторождения имеет свой характерный состав и, во-вторых, в каждой климатической зоне она будет оказывать различное воздействие на природную среду. Соответственно и процессы самоочищения почв будут отличаться в зависимости от природно-климатических условий и состава загрязнителя.

На территории России сосредоточено около 8% мировых запасов нефти. Протяженность нефтепроводных магистральных трубопроводов

России составляет почти 50 тыс. км. Общая длина промысловых трубопроводов превышает 300 тыс. км.

При этом половина из них построена 30-35 лет назад при нормативном сроке эксплуатации этих систем 10-25 лет. В основном, аварии на нефтепроводах происходят по причине износа труб из-за внутренней коррозии внутрипромысловых нефтепроводов. На внутрипромысловых нефтепроводах 42% труб служат менее 5 лет из-за внутренней коррозии. Например, в Западной Сибири зафиксировано до 35 тыс. случаев разгерметизации внутрипромысловых нефтега¬зопроводов в год, сопровождающихся разливами нефти (свыше 1 млн тонн). В целом плотность аварий на внутрипромысловых трубопроводах в 150-200 раз выше, чем на магистральных [3,4,5]. По данным Министерства природных ресурсов Российской Федерации, 50% внутрипромысловых нефтепроводов физически устарели и относятся к категории высокоаварийных (*рис. 1*).



Рисунок 1. Основные причины выхода из строя внутрипромысловых трубопроводов

Из-за нехватки трубопроводов нефтяные компании вынуждены прибегать к альтернативным способам поставки, в частности, железнодорожным транспортом. Этот способ транспортировки является экологически опасным и очень дорогим. В результате «путешествие» нефти по трубе на расстояние свыше 500 км обходится более чем в 10 раз дешевле по сравнению с каким-либо другим способом.

Две трети запасов нефти России находятся в Западной Сибири, где общая заболоченность в местах добычи и транспортировки нефти составляет до 70 процентов. Низинные болота западной Сибири занимают 42% [6, 7].

На болотах и заболоченных участках должна, как правило, предусматриваться подземная прокладка трубопроводов и, как исключение, при соответствующем обосновании - укладка трубопровода по поверхности болота в теле насыпи (наземная прокладка) или на опорах (надземная прокладка). Грунт, измененный, перемещенный или образованный в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека определяется как техногенный грунт. В данном случае также торф, торфяной грунт. [8]

Прогрессирующий рост нефтедобычи, износ и коррозия нефтепроводов на фоне несовершенства природоохранного законодательства и игнорирования нефтедобывающими предприятиями экологически обоснованных методов хозяйствования привели к деградации значительных массивов болотных земель. [9].

Около 90% нефтезагрязненных земель приходится на поверхность неосушенных торфяных болот. При аварийных разливах нефть сразу поступает в почву в больших количествах. Не успевая адсорбироваться торфом, особенно если он находится в насыщенном водой и тем более мерзлом состоянии, она растекается по болоту, занимая обширные пространства. Вокруг очагов первичного загрязнения часто образуются зоны вторичного рассеивания разного размера и с разной степенью влияния на почвенно-растительный покров.

Проникновение нефти вглубь залежи зависит в основном от влажности торфа и глубины залегания зеркала почвенно-грунтовой воды. Деятельный горизонт торфа, в котором происходят сезонные колебания уровня воды, как правило, всегда пропитывается тяжелыми фракци-

ями нефти /замазучивается/, а более глубоких слоях оказываются лишь водорастворимые фракции, в первую очередь ароматические углеводороды, содержащие наиболее токсические компоненты.

Особенно чувствительны к углеводородам нефти уязвимые биоценозы северных районов, а также растительность верховых сфагновых болот, формирующих торфяные верховые болотные почвы. Торф верхового болота кислый и очень беден питательными веществами. Наиболее богаты травянистыми растениями низинные болота, формирующие торфяные низинные болотные почвы. Торф низинных болот служит превосходным удобрением [10]. Болотные почвы (*рис. 2*) относятся к интрозональным почвам, т.е. они не приурочены к какой - либо зоне.

По классификации В.Н. Сукачева [11] к болотам относятся избыточно увлажненные участки суши с наличием торфа. Торф образуется в основном из отмерших остатков растений, росших в воде (камыш, тростник, ряска). Поэтому большинство болот возникали на месте бывших озер.

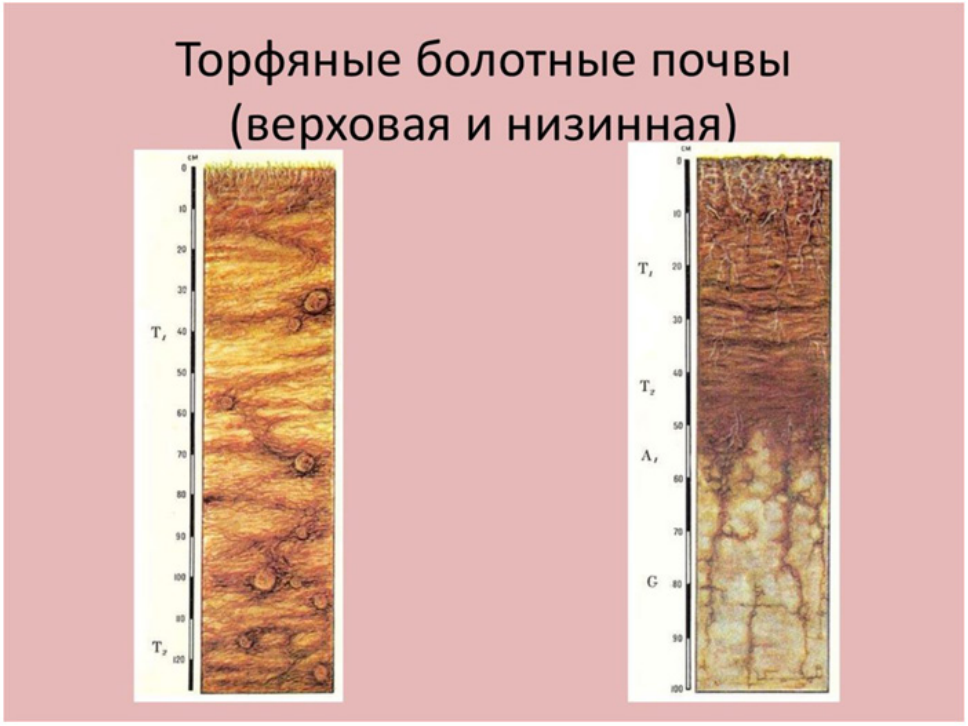


Рисунок 2. Профиль болотных почв

Согласно исследованиям, болото является составной частью гидросферы, то есть водным объектом. Болото – это участок поверхности Земли, свойства которого определяются закономерной аккумуляцией торфа. При использовании болот как водных объектов к основному определению прибавляются дополнительные признаки и явления – это природное образование с содержанием влаги не более 95% и содержанием свободной влаги не менее 88% и т.д. Основу закономерной аккумуляции торфа составляют процессы торфообразования и торфонакопления.

Сток с болотных массивов осуществляется рассредоточенным фильтрационным потоком в деятельном грунте болота в сторону наибольшего уклона. Водоприемниками стока болотных вод служат внутриболотные, а также окраинные топяные и переувлажненные участки, через которые болотные воды питают грунтовые воды суходолов и дают начало ручьям и рекам. Так, из известного самого большого Васюганского болота России вытекает 25 рек. Озера являются первоначальным источником питания рек. Величина стока рек определяется уровнем воды в озере [12]. Соответственно, нефть аварийных разливов может распространяться на большие расстояния от источника загрязнения с водотоком из болот и с грунтовыми водами озер болот, питающими реки и суходолы.

В постановлении Правительства РФ «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации» № 240 от 15 апреля 2002 г., аварийные разливы нефти классифицируется как чрезвычайные ситуации и ликвидируется в соответ-

ствии с законодательством РФ. Нормативные документы МЧС РФ достаточно жестко регламентируют порядок и сроки ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера, а также порядок и сроки их расследования [13].

В настоящее время проекты и технологические регламенты на работы по рекультивации нефтезагрязненных поверхностей торфяных болот разрабатываются на основе рекомендательного документа «Рекультивация нефтезагрязненных земель Ханты-Мансийского автономного округа (практические рекомендации)», разработанного Тюменской лесной опытной станцией ВНИИЛМ. [14].

Рекомендации по ликвидации аварийных разливов нефти, как правило, включают механические, физико-химические и биологические методы очистки от нефтяного загрязнения. [15].

In-situ технологии предполагают очистку почвы непосредственно на месте загрязнения при вовлечении всего биологического потенциала экосистемы учетом климатических особенностей региона.

В соответствии с технологией комплексной ликвидации экологических последствий аварийных разливов нефти [16] алгоритм рекультивации нефтезагрязненных земель включает в себя следующие мероприятия (*рис. 3*).



Рисунок 3. Алгоритм существующей технологии рекультивации нефтезагрязненных земель

Существующие регламенты, технологии, рекомендации по рекультивации нефтезагрязненных торфяных болот являются общими для болот любого типа.

На болотах локализация разливов осуществляется, как правило, либо созданием по периметру разлива мощной торфяной обваловки (используются болотоходы типа «КАРТ»), либо отрыванием направляющих траншей и борозд к общей приемной яме, либо установкой мобильных боновых заграждений.

Сбор нефти производится с использованием обычной откачивающей техники и специализированных нефтесборщиков. Основным условием должно быть минимальное перемещение техники и людей по рекультивируемой поверхности, особенно, по сохранившимся участкам живой растительности.

Выводы:

Таким образом, несмотря, на проводимую в последнее время государством политику в области предупреждения и ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, данная проблема остается актуальной и в целях снижения возможных негативных последствий требует особого внимания к изучению способов локализации, ликвидации и к разработке комплекса необходимых мероприятий.

Список литературы:

[1] Асонов А.М., Ильясов О.Р. Фитофильтр для очистки сточных вод. Патент на изобретение / RU 2149836 C1, 27.05.2000. Заявка № 98119203/12 от 21.10.1998.

[2] Ильясов О.Р. Биозащита водоисточников на сельскохозяйственных водосборах от загрязнения стоками птицеводческих предприятий. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Уральская государственная сельскохозяйственная академия. Екатеринбург, 2004.

[3] Бураков С.А. Антропогенные ландшафты в системе оценки современного прогнозируемого экологического состояния территорий. - Проблемы развития газовой промышленности Западной Сибири. - Сб. тезис. докл. XII-й научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Томского НИИ промгаза, «Тюмень» ООО, Изд. Тюмень НИИ промгаз; 2004 - с. 349 илл.

[4] Западная Сибирь - крупнейшая нефтегазоносная провинция мира. Этапы открытия и освоения. - Материалы юбилейной научно-практической конференции, г. Тюмень, 17-18.IX.1998 Тюмень, изд. ТГУ, 2006, с. 228

[5] Васильев, С. В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы / С. В. Васильев. – Новосибирск: Наука, 1998. – 136 с.

[6] Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А., Березина Н.АЮ и др. Болотные системы Западной Сибири. М., Изд - во Гриф и К, 2001. 583 с.

[7] Государственный баланс полезных ископаемых Российской Фелерации. Торф, М. 2004. 184 с.

[8] ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация.

[9] Торфяные болота Сибири: функционирование, ресурсы, восстановление: Материалы Четвертой международной научной конференции (1 октября–8 октября 2021 года, г. Томск, Россия). – Томск: «Издательство Ипполитова», 2021. – 152 с

[10] Наумов, В.Д. География почв. Почвы России. Часть 1: учебник / В.Д. Наумов; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 208с.

[11] Сукачев В.Н. Болота, их образование, развитие и свойства Избр. тр. Т. II. Л.: Наука, 1973. С. 97–188.

[12] Бабиков Б.В. Гидрологическая роль болот и водное питание рек. Лесн. журн. 2018. № 5. С. 38–47

[13] Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2451 «Об утверждении Правил организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации и территориального моря Российской Федерации, а также о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации»

[14] Чижов, Б. Е. Рекультивация нефтезагрязненных земель ХМАО (практические рекомендации) / Б. Е. Чижов. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000. – 52 с.

[15] Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. «Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов». – М.: Ин-октаво, 2005. – 368с.

[16] Справочник. Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. -М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2001. – 185 с.

Spisok literatury:

[1] Asonov A.M., Il'yasov O.R. Fitofil'tr dlya ochistki stochnyh vod. Patent na izobretenie / RU 2149836 C1, 27.05.2000. Zayavka № 98119203/12 ot 21.10.1998.

[2] Il'yasov O.R. Biozashchita vodoistochnikov na sel'skohozyajstvennyh vodosborah ot zagryazneniya stokami pticevodcheskih predpriyatij. / Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora biologicheskih nauk / Ural'skaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. Ekaterinburg, 2004.

[3] Burakov S.A. Antropogennye landshafty v sisteme ocenki sovremennogo prognoziruemogo ekologicheskogo sostoyaniya territorij. - Problemy razvitiya gazovoj promyshlennosti Zapadnoj Sibiri. - Sb. tezis. dokl. XII-j nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh i specialistov Tomskogo NII promgaza, «Tyumen'» OOO, Izd. Tyumen' NII promgaz; 2004 - s. 349 ill.

[4] Zapadnaya Sibir' - krupnejshaya neftegazonosnaya provinciya mira. Etapy otkrytiya i osvoeniya. - Materialy yubilejnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, g. Tyumen', 17-18.IX.1998 Tyumen', izd. TGU, 2006, s. 228

[5] Vasil'ev, S. V. Vozdejstvie neftegazodobyvayushchej promyshlennosti na lesnye i bolotnye ekosistemy / S. V. Vasil'ev. – Novosibirsk: Nauka, 1998. – 136 s.

[6] Liss O.L., Abramova L.I., Avetov N.A., Berezina N.AYu i dr. Bolotnye sistemy Zapadnoj Sibiri. M., Izd - vo Grif i K, 2001. 583 s.

[7] Gosudarstvennyj balans poleznyh iskopaemyh Rossijskoj Feleracii. Torf, M. 2004. 184 s.

[8] GOST 25100-2020 Grunty. Klassifikaciya.

[9] Torfyanye bolota Sibiri: funkcionirovanie, resursy, vosstanovlenie: Materialy Chetvertoj mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (1 oktyabrya–8 oktyabrya 2021 goda, g. Tomsk, Rossiya). – Tomsk: \"Izdatel'stvo Ippolitova\", 2021. – 152 s

[10] Naumov, V.D. Geografiya pochv. Pochvy Rossii. Chast' 1: uchebnik / V.D. Naumov; Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – MSHA imeni K.A. Timiryazeva. – Moskva: RGAU-MSHA imeni K. A. Timiryazeva, 2022. – 208s.

[11] Sukachev V.N. Bolota, ih obrazovanie, razvitie i svojstva Izbr. tr. T. II. L.: Nauka, 1973. S. 97–188.

[12] Babikov B.V. Gidrologicheskaya rol' bolot i vodnoe pitanie rek. Lesn. zhurn. 2018. № 5. S. 38–47

[13] Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 31 dekabrya 2020 g. N 2451 \"Ob utverzhdenii Pravil organizacii meropriyatij po preduprezhdeniyu i likvidacii razlivov nefti i nefteproduktov na territorii Rossijskoj Federacii, za isklyucheniem vnutrennih morskih vod Rossijskoj Federacii i territorial'nogo morya Rossijskoj Federacii, a takzhe o priznanii utrativshimi silu nekotoryh aktov Pravitel'stva Rossijskoj Federacii\"

[14] Chizhov, B. E. Rekul'tivaciya neftezagryaznennyh zemel' HMAO (prakticheskie rekomendacii) / B. E. Chizhov. – Tyumen': Izd-vo TGU, 2000. – 52 s.

[15] Vorob'ev Yu.L., Akimov V.A., Sokolov Yu.I. «Preduprezhdenie i likvidaciya avarijnyh razlivov nefti i nefteproduktov». – M.: In-oktavo, 2005. – 368s.

[16] Spravochnik. Tekhnologii vosstanovleniya pochv, zagryaznennyh neft'yu i nefteproduktami. -M.: REFIA, NIA-Priroda, 2001. – 185 s.

