

УДК 556:574(571.13)

**О. П. БАЖЕНОВА
Л. В. GERMAN
О. О. КРЕНЦ
В. Е. ШАХОВАЛ
А. А. ВАХРУШЕВ**

Омский государственный аграрный
университет им. П. А. Столыпина

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Проведена оценка экологического состояния разнотипных озер Омской области методами биоиндикации по показателям развития фитопланктона. Определен трофический уровень озер и качество воды. По уровню развития цианопрокариот и присутствию токсичных видов впервые проведена оценка рекреационной ценности озер Омской области.

Ключевые слова: биоиндикация, фитопланктон, качество воды, токсичные цианопрокариоты, рекреация, Омская область.

На сегодняшний день многочисленные водные объекты Омской области испытывают интенсивное антропогенное воздействие. В результате хозяйственной деятельности человека в озера и реки попадает значительное количество органических веществ и биогенных элементов, что вызывает ряд негативных последствий: ухудшение качества и «цветение» воды,

истощение водных ресурсов, заболачивание. Изучение состояния водных объектов методами биоиндикации по показателям развития фитопланктона позволяет не только оценить качество воды, но и определить их экологическое состояние в целом, а также выявить направление происходящих в них процессов [1].

Как известно, биоиндикация на основе видового состава и обилия фитопланктона дает интегральную оценку результатов всех природных и антропогенных процессов, протекающих в водном объекте. Кроме того, биоиндикация — дешевый экспресс-метод, в то время как химические анализы весьма дорогостоящи. Преимуществом фитопланктона как сообщества автотрофных организмов является то, что он первым в трофической цепи водоемов реагирует на загрязнители, не успевая их значительно накапливать. Реакцией на изменение условий среды является изменение состава и обилия фитопланктоценозов, причем это может произойти за несколько часов при смене условий среды [2].

Фитопланктон озер Омской области изучали летом, в период его наибольшего развития, что дает хорошую возможность провести интегральную оценку экологического состояния водных объектов. Озера Шайтан, Щучье, Линево, Данилово (административно расположено в Кыштовском районе Новосибирской области, но входит в систему озер Муромцевского района Омской области) исследовали в июле 2009 года, а остальные — в июле 2011 года. Всего обследовано 14 озер, расположенных в различных физико-географических зонах: степной (Жарыдыколь, Байгунда, Ульжай, Обалыколь), лесостепной (Калач, Стеклозное, Инберень, Батаково, Чингалы) и подтаежной (Петровское, Шайтан, Щучье, Линево, Данилово). Большинство озер интенсивно используются населением для массового отдыха, поэтому особенно важно было определить их экологическое состояние. Многие из озер исследованы впервые, некоторые, например, озера Муромцевского района, Калач, Инберень, Ульжай, изучаются нами в последнее время достаточно регулярно.

Оценка экологического состояния водных объектов Омской области методами биоиндикации впервые была начата в середине XX века группой ученых-гигиенистов Омского мединститута под руководством известного советского альголога профессора А. П. Скабичевского. Некоторые работы ученых этой школы были посвящены оценке санитарного состояния различных озер по показателям развития фитопланктона, или фитобентоса [3–5].

В предлагаемом сообщении впервые приведены данные о рекреационной ценности озер Омской области в связи с развитием в них токсичных цианопрокариот (ранее — сине-зеленых водорослей).

Отбор и обработку проб фитопланктона проводили общепринятыми в экологии методами [6]. Количественные пробы объемом 0,5 л отбирали зачерпыванием из поверхностного слоя воды на станциях, регулярно расположенных по акватории озер. Пробы фиксировали 40% формалином до появления слабого запаха, концентрировали осадочным методом и обрабатывали путем микроскопирования. Класс и разряд качества воды, трофический статус водоема (категорию и разряд трофности) определяли согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши [7].

Обследованные озера Омской области значительно различаются по происхождению, гидрохимическим, морфометрическим и гидробиологическим показателям. Многие из них, особенно находящиеся в степной и южной лесостепной зонах, эвтрофированы. Это проявляется в ряде признаков: высокой зарастаемости озер мягкой подводной и жесткой надводной растительностью, мелководности, низкой прозрачности воды, значительном обилии фитопланктона, в ряде озер, достигающем уровня «цвете-

ния» воды, вегетации в составе фитопланктона мелкококлеточных видов водорослей и цианопрокариот и пр.

Эвтрофирование озер Омской области происходило в основном естественным путем, но в последнее время этот природный процесс под влиянием хозяйственной деятельности человека значительно ускорился, и мы можем говорить уже о сочетании естественного и антропогенного эвтрофирования.

Биомониторинг экологического состояния озер по показателям развития фитопланктона выявил в их экосистемах ряд негативных явлений (табл. 1).

Прежде всего, в ряде озер — Шайтан, Жарыдыколь, Калач, Инберень, Петровское, Байгунда, Батаково — отмечено «цветение» воды, вызванное цианопрокариотами и, в некоторых случаях, зелеными хлорококковыми водорослями. «Цветению» воды подвержены озера, расположенные во всех физико-географических зонах области. Это явление отмечалось в озерах Омской области и ранее. Так, по данным Б. Ф. Свириденко и др., в 2004 году в нескольких озерах Тарского района происходило «цветение» воды. Причем оно было вызвано токсичными видами цианопрокариот, хотя авторы работы не заостряют на этом внимания. К сожалению, численность токсичных цианопрокариот в «цветущих» озерах не приведена [8].

По рекомендациям ВОЗ при численности цианопрокариот выше 20 млн кл./л рекреация в водоемах должна быть ограничена [9]. В ряде случаев «цветение» вызывается токсичными видами цианопрокариот, их токсины выделяются в воду и могут вызывать отравление не только домашних животных, но и людей [10]. Интенсивность вегетации токсичных видов, по рекомендациям ВОЗ для питьевой воды, не должна превышать 6 млн кл./л, выше этого уровня возникает угроза здоровью населения. Исходя из указанных критериев, была проведена оценка рекреационных возможностей обследованных озер. В настоящее время токсичные цианопрокариоты достигают критического уровня численности в озерах Жарыдыколь, Батаково, Петровское, но эта, в целом благополучная ситуация, может измениться в любое время, так как никаких действий по реабилитации «цветущих» озер в области не проводится.

Важным структурным показателем состояния водных экосистем является биомасса фитопланктона. При величинах биомассы до 5,0 г/м³ фитопланктон способствует самоочищению вод, но более высокие значения, характерные для массового развития фитопланктона («цветения» воды), вызывают ухудшение санитарно-биологического состояния и качества вод. Многие обследованные озера обладают высоким потенциалом продуктивности, их трофический статус может достигать эвтрофного, то есть высококормного уровня и даже политрофного, очень высококормного. Политрофные озера — Жарыдыколь, Петровское, Байгунда, Инберень, Батаково — требуют особого внимания, так как водоемы с таким высоким трофическим статусом легко переходят в категорию гипертрофных, то есть водоемов с ярко выраженным неблагоприятным состоянием. Вода в таких озерах в теплое время года «цветет», позднее накопившаяся фитомасса начинает гнить, и зимой в них часто наблюдается замор рыбы.

Большинство озер Муромцевского района (подтаежная зона), кроме озера Шайтан, имеют низкий трофический уровень — олиго-мезотрофный. Для озера Шайтан, находящегося в этой же зоне, характерны эвтрофный уровень и «цветение» воды, вы-

Озеро	Качество воды		Биомасса фитопланктона (г/м³), категория и разряд водоема по трофности	«Цветение» воды	Наличие токсичных цианопрокариот
	класс	разряд			
Степная зона					
Ульжай	2 «чистая»	2А «очень чистая»	0,51±0,61 олиго-мезотрофный	Нет	Нет
Жарыдыколь	4 «загрязненная»	4Б «сильно загрязненная»	28,8±5,47 политрофный	Есть	Есть
Обалыколь	2 «чистая»	2Б «вполне чистая»	0,69±0,42 мезотрофный	Нет	Есть
Байгунда	4 «загрязненная»	4Б «сильно загрязненная»	14,25 политрофный	Есть	Нет
Лесостепная зона					
Калач	5 «грязная»	5А «весьма грязная»	23,49±32,86 поли-гипертрофный	Есть	Есть
Стеглянное	3 «удовлетв. чистоты»	3А «достаточно чистая»	1,45±0,17 мезотрофный	Нет	Нет
Инберень	4 «загрязненная»	4Б «сильно загрязненная»	12,48±5,89 политрофный	Есть	Нет
Батаково	4 «загрязненная»	4Б «сильно загрязненная»	11,08±3,00 политрофный	Есть	Есть
Чингалы	3 «удовлетв. чистоты»	3А «достаточно чистая»	1,54±1,93 мезо-эвтрофный	Нет	Нет
Подтаежная зона					
Петровское	4 «загрязненная»	4А «умеренно загрязненная»	7,84±4,29 эвтрофно-политрофный	Есть	Есть
Шайтан	3 «удовлетв. чистоты»	3Б «слабо загрязненная»	2,14±0,26 эвтрофный	Есть	Нет
Щучье	2 «чистая»	2А «очень чистая»	0,26±0,20 олиго-мезотрофный	Нет	Нет
Линево	2 «чистая»	2А «очень чистая»	0,32±0,14 олиго-мезотрофный	Нет	Нет
Данилово (Новосиб. обл.)	2 «чистая»	2А «очень чистая»	0,36±0,27 олиго-мезотрофный	Нет	Есть

званное цианопрокариотами. Еще выше трофический уровень у озера Петровское (Тарский район) — эвтрофно-политрофный. Судя по подковообразной форме, озеро Петровское является типичным старичным озером, для которых обычно характерен высокий уровень кормности.

«Цветение» воды в некоторых озерах Тарского района, находящихся поблизости от населенных пунктов, отмечалось еще в середине XX века. Так, А. П. Скабичевский указывает, что в озере Дикое в 1959 году отмечено «цветение», вызванное цианопрокариотами, в том числе — токсичными [3]. Позднее, в начале XXI века, Б. Ф. Свириденко отметил, что уровень эвтрофирования озер Тарского района (Фрунзенское, Буян, Кривое и др.) возрастает вблизи населенных пунктов. По уровню развития высшей водной растительности эти озера относятся к мезотрофному и эвтрофному типам [8].

В южных районах области (южная лесостепь), несмотря на благоприятные климатические условия, способствующие развитию высокой продуктивности, встречаются озера и с низким трофическим статусом. Например, озеро Ульжай из-за высокой солености воды, ограничивающей развитие фитопланктона, является в настоящее время олиготрофным. В разных физико-географических зонах располагаются мезотрофные озера (Чингалы, Обалыколь, Стеглянное).

Класс качества воды в гидроэкологических исследованиях определяется, как и трофический уровень, по биомассе фитопланктона. В обследованных озерах класс качества воды колеблется в широких пределах — от второго («чистая») до пятого («грязная»). Как на юге области в степной зоне (Русско-Полянский, Черлакский районы), так и в лесостепной зоне (Калачинский, Саргатский, Большереченский) и в северных районах (Тарский, Муромцевский) степень чистоты воды в озерах самая разная. В восьми озерах вода является «чистой» и «удовлетворительной чистоты», в пяти — «загрязненной», а в озере Калач — «грязной». Из обследованных озер Калач находится в самом тяжелом экологическом состоянии, антропогенная нагрузка на территории г. Калачинска, где расположено это озеро, значительно превышает уровень сельских территорий. Но и озера, расположенные на сельской территории — Жарыдыколь, Инберень, Батаково, Байгунда, Петровское, — также испытывают высокий антропогенный пресс, что выражается в их высокой трофности и низком классе качества воды.

Особое внимание необходимо уделить присутствию в фитопланктоне озер токсичных видов цианопрокариот. Как уже отмечалось, вегетация токсичных видов только в некоторых озерах достигает опасного уровня. Но, поскольку в большинстве обследованных озер происходит антропогенное эвтро-

фирование, вегетация токсичных видов может усиливаться, что вызовет самые неблагоприятные последствия.

Таким образом, экологическое состояние и, как следствие, рекреационные возможности озер Омской области самые различные. Состав и обилие фитопланктона в обследованных озерах Омской области свидетельствуют о напряженном состоянии их экосистем. Во многих озерах отмечены структурные изменения фитопланктона, характерные для антропогенного эвтрофирования. Уровень развития фитопланктона в озерах мало зависит от их географического расположения, в любой зоне Омской области — с севера до юга — можно встретить озера различного трофического уровня и класса качества воды. Экологическое состояние озер зависит, в основном, от уровня антропогенного воздействия, то есть степени использования озер в рекреационных или иных хозяйственных целях. На озерах с высоким уровнем рекреации и хозяйственного использования чаще всего отмечается «цветение» воды, интенсивная вегетация цианопрокариот, в том числе токсичных, и иные негативные явления. В озерах Калач, Петровское, Жарылдыколь, Байгунда, Батаково в настоящее время вегетация цианопрокариот превышает уровень, рекомендуемый ВОЗ для рекреационных водоемов (20 млн кл./л). Дальнейшее использование этих озер для отдыха населения следует ограничить, особенно в летнее время.

Без принятия ряда мер по экологической реабилитации водоемов и прилегающей к ним территории процесс эвтрофирования неизбежно приведет к зарастанию и заболачиванию акватории, и в конечном счете — к утрате озер, выполняющих важную роль в обеспечении населения Омской области водой, рыбой, рекреационными и эстетическими ресурсами.

Библиографический список

1. Баженова, О. П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока / О. П. Баженова. — Омск : ОмГАУ, 2005. — 248 с.
2. Баринова, С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С. С. Баринова, А. А. Медведева, О. В. Анисимова. — Тель-Авив, 2006. — 498 с.
3. Скабичевский, А. П. Фитопланктон некоторых озер северной части Омской области / А. П. Скабичевский // Труды Омского мед. ин-та. — 1963. — № 48. — С. 60–68.

4. Андреев, Г. П. Фитобентос озера Кумдыколь Омской области / Г. П. Андреев // Труды Омского мед. ин-та. — 1963. — № 48. — С. 69–75.

5. Зенюк, Т. И. Сравнительная характеристика Больших Крутинских озер Омской области / Т. И. Зенюк // Природные ресурсы и их использование / Изд-во ОмГПУ. — 1975. — Вып. 1. — С. 43–48.

6. Фёдоров, В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности / В. Д. Фёдоров. — М. : МГУ, 1979. — 168 с.

7. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши [Текст] / О. П. Окснюк [и др.] // Гидробиологический журнал. — 1993. — Т. 29. — № 4. — С. 62–76.

8. Свириденко, Б. Ф. Рекогносцировочная оценка экологического состояния некоторых водоемов Тарского района Омской области на основе фитоиндикационных методов / Б. Ф. Свириденко, А. Н. Ефремов, И. Н. Шипицина // Современные проблемы реки Иртыша и водообеспечения Омской области: пути их решения. — Омск : Манифест, 2006. — С. 152–163.

9. Михеева, Т. М. Планктонные цианобактерии зарегулированных на реке Свислочь водохранилищ в местах массового отдыха / Т. М. Михеева, Е. В. Лукьянова, О. А. Шевелева // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды : тез. докл. IV Междунар. науч. конф., 12–17 сент. 2011, Минск-Нарочь. — Минск : Изд. центр БГУ, 2011. — С. 76.

10. Волошко, А. Н. Токсины цианобактерий (Cyanobacteria, Cyanophyta) / А. Н. Волошко, А. В. Плющ, Н. Н. Титова // Альгология. — 2008. — Т. 18. — № 1. — С. 4–21.

БАЖЕНОВА Ольга Прокопьевна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и биологии.

GERMAN Людмила Викторовна, аспирантка кафедры экологии и биологии.

КРЕНЦ Олеся Олеговна, аспирантка кафедры экологии и биологии.

ШАХОВАЛ Владимир Евгеньевич, аспирант кафедры экологии и биологии.

ВАХРУШЕВ Андрей Александрович, аспирант кафедры экологии и биологии.

Адрес для переписки: 644008, г. Омск-8, Институтская пл., 2.

Статья поступила в редакцию 17.02.2012 г.

© О. П. Баженова, А. В. Герман, О. О. Кренц, В. Е. Шаховал, А. А. Вахрушев

Книжная полка

Хван, Т. А. Экология. Основы рационального природопользования : учеб. пособие для вузов / Т. А. Хван, М. В. Шинкина. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2011. — 319 с. — ISBN 978-5-9916-1283-8.

Учебное пособие написано в соответствии с государственным образовательным стандартом. Рассмотрены основные вопросы экологии и охраны окружающей среды; особенности взаимодействия общества и природы; принципы и методы рационального природопользования; экологическое регулирование и прогнозирование последствий природопользования; современное состояние окружающей среды России; основные загрязняющие вещества атмосферы, гидросферы и литосферы и их источники; теоретические и практические вопросы мониторинга окружающей среды; глобальные проблемы экологии (рациональное природопользование, изобилие отходов, сохранение видовой разнообразия планеты, особо охраняемые природные территории и др.); государственные, правовые и социальные аспекты охраны окружающей среды.

ВЛИЯНИЕ ПОЖАРА НА ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ТЕМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Рассматривается влияние пожара на органическое вещество темно-серых лесных почв. Рассмотрено содержание, состав гумуса и изменение морфологии темно-серых почв после пожара.

Ключевые слова: лесной пожар, темно-серые лесные почвы, морфология темно-серых почв, березовый лес.

Почва, как главный компонент биогеоценоза, наиболее чувствителен к воздействию пожаров. Помимо прямого (пиролиз) пожары оказывают огромное косвенное влияние на лесные биогеоценозы. Они коренным образом меняют эдафические условия, а значит, микробиологические и биохимические процессы в почвах [1]. Вмешиваясь в жизнь леса, пожары нарушают естественное равновесие между компонентами биогеоценозов, тем самым существенно изменяя внешний облик современных лесов. Пожары оказывают большое влияние на процессы лесовозобновления вследствие значительных изменений экологических условий. Почва, как неотъемлемая составная часть биоценозов также испытывает на себе разностороннее влияние пожаров. При этом изменяются ее гранулометрический состав, физико-химические и химические свойства. Уничтожение древесного и травяного ярусов лесных экосистем приводит к повышению освещенности в горельниках, увеличивает проникновение осадков в почву, изменяет температурный режим. Органическое вещество и процессы его трансформации играют определяющую роль в формировании почвы, её основных свойств и признаков, а влияние пожара на физико-химические свойства сказывается на дальнейшем росте различных типов растительности, и это вызывает глубокий интерес исследователей к изучению органического вещества почвы до и после пожара. В задачу исследований входило изучить особенности внутрипрофильного распределения общего и подвижного гумуса в темно-серых лесных почвах на территории Горьковского района Омской области.

Объекты и методы. Исследования проводились в 2007–2011 гг. на территории Горьковского района Омской области. В почвенном покрове господствуют лугово-черноземные солонцеватые и солончаковые почвы, черноземы обыкновенные солонцеватые — имеют локальное распространение. В мелколиственных лесах представлены темно-серые лесные почвы.

Объектом исследований послужили темно-серые лесные почвы мелколиственного леса, в котором доминирующей породой является береза. Под пологом были заложены полнопрофильные почвенные разрезы, в которых детально изучалась морфология и отбирались почвенные образцы сплошной колонкой каждые 10 см до глубины 160 см. Для более детального изучения верхней части гумусовой толщи закладывались микропрофили, в которых с помощью

специального бура отбирались образцы почвы с шагом 1 см до глубины 7 см, с шагом 2 см до глубины 15 см и с шагом 4 см до глубины 20 см. Наблюдения за температурой осуществляли электронными термометрами. Влажность определялась методом термостатной сушки. Полученные результаты исследований подвергались статистической обработке с использованием программ Microsoft Excel.

В исследованиях определены:

- содержание общего (валового) гумуса темно-серых лесных почв;
- определение подвижного, группового и фракционного состава гумуса темно-серых лесных почв;
- послепожарные изменения морфологии темно-серых лесных почв.

Результаты и их обсуждение. Темно-серые лесные почвы Горьковского района Омской области характеризуются хорошо развитым почвенным профилем.

Профиль темно-серых лесных почв состоит из следующих горизонтов: A0 — A1 — A2B (AB) — B.

A0 — лесная подстилка, маломощна, темно-бурая, состоит из хорошо разложившихся растительных остатков с примесью мелкозема;

A1 — гумусово-аккумулятивный мощностью 20–50 см, темно-серый, имеет хорошо выраженную комковатую или комковато-ореховатую структуру, постепенно переходит в следующий горизонт;

A2B (AB) — переходный, оподзоленный (гумусово-иллювиальный), интенсивно прокрашен гумусом, ореховатой структуры, белесая кремнеземистая присыпка содержится не всегда;

B — иллювиальный, бурый или темно-бурый, плотный, четко выраженной ореховато-призматической структуры, кремнеземистая присыпка не обильна; обычно окрашен светлее иллювиального горизонта, содержит редкие и неинтенсивные затеки органоминеральных коллоидов, на глубине 100–150 см встречаются карбонатные конкреции.

Эти почвы отличаются высоким содержанием гумуса. По мощности гумусового горизонта темно-серые лесные почвы достигают 49 см. Содержание общего гумуса в темно-серых лесных почвах высокое — 6–12, гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами. С глубиной содержание гумуса в почве постепенно снижается и на глубине 150–160 см составляет около 0,3–0,5 %. Характерно наличие новообразований кальция на глубине 120–150 см.

Таблица 1

Содержание общего гумуса
в профиле темно-серых лесных почв в березовом лесу

Глубина, см	Гумус общий, %	Градиент падения содержания гумуса, %/дм
0–10	8,7	—
10–20	5,4	3,3
20–30	4,5	0,9
30–40	4,2	0,3
40–50	3,0	0,8
50–60	2,1	0,9
60–70	1,5	0,6
70–80	1,0	0,5
80–90	0,9	0,1
90–100	0,7	0,2
100–110	0,6	0,1
110–120	0,6	0,0
120–130	0,5	0,1
130–140	0,5	0,0
140–150	0,5	0,0
150–160	0,4	0,1

Содержание по профилю гумуса и азота показывает более интенсивное проявление дернового процесса у темно-серых почв. Темно-серые лесные почвы имеют слабокислую реакцию в верхних горизонтах и (pH_{KCl} 6,0–6,6), высокую степень насыщенности основаниями (95–99 %) и емкость поглощения (20–45 мг-экв на 100 г почвы).

Распределение гумуса в пределах почвенного профиля неодинаково. Это хорошо видно из анализа величины градиента падения содержания гумуса с глубиной (табл. 1).

Так, в почве отмечается резкое или даже скачкообразное снижение содержания общего гумуса в верхней части гумусовой толщи, ниже величина градиента постепенно уменьшается на всём протяжении органофилия, что говорит о плавном, размытом характере снижения содержания органического вещества.

Для более детального изучения распределения общего гумуса в профиле темно-серых лесных почв была подробно исследована верхняя 20-сантиметровая почвенная толща (табл. 2). Из полученных данных следует, что верхняя часть гумусового профиля даже в пределах небольшой по мощности толщи (20 см) характеризуется существенным снижением количества органического вещества с глубиной (почти в 1,5 раза), а также различиями в величинах градиента падения его содержания вниз по профилю.

В берёзнике состав опада, специфика его разложения и процессов гумусообразования обуславливают большое содержание гумуса в почве.

Анализируя полученные данные в целом, можно заключить, что тип растительности определяет количественное содержание гумуса, особенно в верхней толще почвенного профиля.

Содержание общего гумуса связано не только с типом растительности, но и с гранулометрическим составом почвы, в первую очередь, с содержанием илстой фракции. Отмечено, что в почве березового фитоценоза большое количество илстых частиц в слое 0–10 см составляет 17,1 % (табл. 2).

Таблица 2

Содержание общего гумуса
в микропрофиле темно-серых лесных почв

Глубина, см	Гумус общий, %	Градиент падения содержания гумуса, %/см
0–1	10,4	—
1–2	9,8	0,6
2–3	9,5	0,3
3–4	9,3	0,2
4–5	8,8	0,5
5–6	8,5	0,3
6–7	8,0	0,5
7–8	7,6	0,2
8–9	6,9	0,4
9–11	6,9	0,0
11–13	6,8	0,1
13–15	6,8	0,0

Составной частью валового гумуса является гумус подвижный, который представляет собой фракцию свободных гуминовых кислот и связанных с подвижными полуторными окислами [2].

По данным [3], содержание лабильного гумуса тесно коррелирует с содержанием общего гумуса.

Максимальное количество лабильного гумуса содержится в верхнем 10 см слое почвы. В нижележащем 10–20 см слое абсолютное количество его уменьшается в 2 раза. Полученные данные показывают, что самое низкое количество лабильного гумуса в слое 0–10 см содержится в почве (2,0 %). Это, возможно, объясняется различиями в реакции среды верхних горизонтов почв, близкой к нейтральной.

Анализируя особенности внутрипрофильного распределения подвижного гумуса, можно отметить, что резкое падение содержания лабильного гумуса наблюдается в самой верхней части почвы, а затем следует плавное снижение количества подвижного органического вещества, о чем свидетельствует величина градиента падения содержания гумуса (табл. 3). В средней части профиля, как правило, отмечается скачкообразное изменение величины рассматриваемого градиента, а затем ее стабилизация в нижележащей толще.

Что касается содержания подвижного гумуса в микропрофилях березового леса — она составляет (2,6 %). В то же время в микропрофиле всей исследуемой почвы содержание лабильного гумуса плавно снижается с глубиной (до десятых долей % на глубине 20 см). Следует также отметить, что в почве величина градиента падения подвижного гумуса в пределах микропрофиля неодинакова.

Сразу после низового пожара высокой интенсивности отмечается снижение содержания гумуса по всему профилю почвы (0,2–0,4 %) (табл. 4). Наблюдения показали, что на 3-й год после пожара в результате появления травянистой растительности происходит незначительное увеличение содержания гумуса в верхнем слое горизонта A1.

Исследования состава гумуса показали, что ведущим компонентом среди основных групп гумусовых веществ в почвах горельников на 3-й год после пожара являются гуминовые кислоты.

Таблица 3
Содержание подвижного гумуса в профиле темно-серых лесных почв

Глубина, см	Гумус подв., %	Градиент падения содержания гумуса, %/дм	Относи- тельное содержание гумуса
0–10	2,0	—	23,0
10–20	0,9	1,1	16,7
20–30	0,9	0,0	20,0
30–40	0,6	0,3	14,3
40–50	0,2	0,4	6,7
50–60	0,1	0,1	4,8
60–70	Не опр.	0,1	Не опр.
70–80	—	Не опр.	—
80–90	—	—	—
90–100	—	—	—
100–110	—	—	—
110–120	—	—	—
120–130	—	—	—
130–140	—	—	—
140–150	—	—	—
150–160	—	—	—

Тип гумуса в горизонте А1 определяется как гуматный, поскольку отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот больше 1 и составляет 2,29 %. В ниже лежащих горизонтах тип гумуса остается гуматно-фульватным.

Восстановление почвенного покрова после пожара здесь начинается уже на следующий год после пожара. Преобладание травянистой растительности в отдельных участках приводит к развитию дернового горизонта (табл. 4).

На второй год после пожара в почвах наблюдается незначительное уменьшение емкости поглощения. В то же время на 5-й год после пожара на горельнике отмечено увеличение значений емкости поглощения в верхних горизонтах в 2 раза.

После прохождения пожара происходит незначительное увеличение содержания обменного кальция в почвах, что способствует накоплению в составе гумуса гуматов кальция и развитию дернового процесса.

Содержание валовых форм фосфора и калия в темно-серых лесных почвах под влиянием лесных пожаров существенно не изменяется. Наблюдается незначительное накопление калия в почвах после пожаров.

На горельнике обеспеченность почв нитратами остается очень низкой. На седьмой год после пожара по пониженным элементам рельефа с более высоким содержанием гумуса содержание нитратов увеличивается с 0,35 мг/кг до 0,91 мг/кг, но в целом обеспеченность темно-серых лесных почв этим элементом остается низкой.

Содержание тяжелых металлов в почвах горельников остается в пределах ниже значений ПДК. Отмечено незначительно увеличение в золе на 2-й год после пожара содержания кадмия и свинца.

Темно-серые лесные почвы, как на контрольных участках под пологом леса, так и после прохождения пожара, в условиях зоны сухой степи характеризуются напряженным водным режимом.

Таблица 4
Содержания гумуса
в темно-серых лесных почвах
до и после пожара

Глубина отбора образца, (см)	Гумус (%)
контроль	
0–10	5,3
10–20	4,7
20–30	1,6
30–40	0,3
40–50	0,2
горельник	
0–10	3,2
10–20	1,5
20–30	0,9
30–40	0,6
40–50	0,2

В почвах горельников в течение вегетационного периода формируются напряженные температурные и влажностные режимы, характеризующиеся высокими дневными температурами и низким влагосодержанием. Уже в начале мая температура поверхности почвы в горельниках в 13 и 15 часов дня может достигать 30–35 °С.

Максимум почвенного увлажнения отмечено на горельнике в низинной части рельефа и северном склоне. Значения влажности здесь в 2 раза больше, чем содержание влаги в почвах под лесной растительностью. На горельнике такие низкие значения обусловлены физическим испарением под воздействием высоким температур воздуха. На контрольных участках снижение влажности обусловлено транспирацией влаги древесной растительностью.

Мощность гумусового горизонта A1 на вершине увала после пожара снижается, но с течением времени восстанавливается до контрольных значений. В первые годы после пожара отмечается развитие подзолистого процесса и увеличение мощности подзолистого горизонта A2. Впоследствии наблюдается замедление процесса оподзоливания и уменьшение мощности этого горизонта. Наличие включений пирогенного характера в отдельных почвенных разрезах свидетельствует о том, что пожары на данной территории имели место и ранее.

Выводы. В результате исследования установлено, что в березняке максимальное содержание гумуса в почве зависит от состава опада, специфики его разложения и процессов гумусообразования, а пожары препятствуют этому процессу и восстановление происходит годами. Содержание общего гумуса связано не только с гранулометрическим составом почвы, но и с содержанием илстой фракции в почве берёзового фитоценоза, которая составляет 17,1 %. Также выявлено низкое количество лабильного гумуса в слое 0–10 см в почве (2,0 %), что объясняется реакцией среды, которая близка к нейтральной. Содержание подвижного гумуса в микропрофилях в березовых лесах небольшое, всего 2,6 %. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что растительность березового леса за относительно короткий промежуток времени оказывает существенное влияние на количественные и качественные показатели гумуса, а также на характер его распределения внутри почвенного профиля.

Исследования, проведенные на гарях, привели к таким выводам:

1. Морфология темно-серых лесных почв мелко-лиственных лесов под влиянием лесных пожаров изменяется незначительно. Изменения морфологических признаков наблюдаются на видовом уровне и в пределах разновидности почв. Переувлажнение почвенного профиля приводит к развитию процессов оглеения.

2. Лесные пожары способствуют подщелачиванию почвенного раствора темно-серых лесных почв и переводит почвы в более кислые.

3. После пожара отмечается снижение содержания гумуса на горельнике, приближаясь по своим значениям к контрольным.

В процессе гумусообразования в почвах горельников в условиях сухой лесостепи ведущими компонентами среди основных групп гумусовых веществ являются гуминовые кислоты, что приводит к образованию в верхних горизонтах гуматного типа гумуса.

4. В почвах горельников в составе обменных катионов происходит увеличение Са. Содержание обменного кальция в почвах горельников увеличивается в 2–3 раза, что способствует накоплению в составе гумуса гуматов кальция.

5. Температура поверхности почвы горельников в дневное время суток на всех вариантах на 5–7 °С выше температуры почв под пологом леса. Остывание поверхности почвы на участках растительности происходит быстрее, что обуславливает низкие температуры горельников в ночное время суток.

Библиографический список

1. Сапожников, А. П. Роль огня в формировании лесных почв / А. П. Сапожников // Экология. — 1976. — № 1. — С. 33–36.
2. Понамарева, В. В. Гумус и почвообразование / В. В. Понамарева. — Л.: Наука, 1980. — 220 с.
3. Фуряев, В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования / В. В. Фуряев. — Новосибирск: Наука, 1996. — 402 с.

ГОЛОЩАПОВА Юлия Юрьевна, соискатель по кафедре экологии и природопользования.

КАЛИНЕНКО Николай Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экономической и социальной географии.

Адрес для переписки: yuliya.yurevna@inbox

Статья поступила в редакцию 18.10.2011 г.

© Ю. Ю. Голощапова, Н. А. Калининко

Книжная полка

Владимирова, Е. В. Общая экология : конспект лекций / Е. В. Владимирова. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2012. — 75 с.

Рассматриваются экологические проблемы по масштабам проявления. Особое внимание уделяется раскрытию причин возникновения глобальных экологических проблем; приводятся последствия действия региональных и локальных экологических процессов на окружающую среду. Раскрываются причины экологических кризисов и усилия общества к их преодолению.

Химия окружающей среды : учеб. пособие для вузов по специальностям 656600 «Защита окружающей среды» (специалист), 280300 «Техносферная безопасность» (специалист) / Т. И. Хаханина [и др.] ; под ред. Т. И. Хаханиной. — М. : Юрайт: Высш. образование, 2010. — 129 с. — ISBN 978-5-9916-0291-4.

Изложены основные закономерности функционирования экологических систем и биосферы в целом. Рассмотрены проблемы загрязнения биосферы по разделам: происхождение и эволюция Земли, гидросфера, атмосфера, озоновые дыры в атмосфере, кислотные дожди, последствия и возможные методы решения проблемы, радионуклиды и их воздействие на окружающую среду.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НИЖЕВАРТОВСКОГО РАЙОНА

Сеть магистральных нефтепроводов, расположенных на территории Ханты-Мансийского автономного округа за период обустройства и эксплуатации оказала весьма значительное техногенное воздействие на окружающую среду. В данной статье приводится зонирование территории Нижевартовского региона по площади и объему нефтяного загрязнения после аварий.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, лицензионные участки, магистральные нефтепроводы, аварии, разливы нефти.

Ханты-Мансийский автономный округ — Югра является основным центром нефтяной промышленности Западной Сибири. Здесь добывается около 80 % нефти региона.

В ближайшей перспективе Западная Сибирь (Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Томская область) и Сахалин (включая шельф) будут оставаться основными регионами формирования поставок нефти в АТР [1]. В этом регионе прогнозируется открытие еще нескольких тысяч нефтяных месторождений.

К 2020 году ожидаемые объемы добычи нефти в Западной Сибири составят 290—315 млн тонн в год [2].

Сеть магистральных нефтепроводов, обеспечивающая транспортировку товарной нефти от пунктов подготовки нефти недропользователей к нефтеперерабатывающим предприятиям, расположена в основном в Среднем Приобье: в западной части Нижевартовского, в Сургутском, Нефтеюганском и Кондинском районах.

По состоянию на 20 января 2010 года (анализ за 2009 год), на территории автономного округа по причине разгерметизации трубопроводов департаментом экологии Ханты-Мансийского автономного округа — Югры зарегистрировано 4797 аварий, из них 2417 аварий на нефтепроводах и 2380 аварий на водоводах. Общая масса загрязняющих веществ, попавших в окружающую среду, составила 5781,4 тонны, площадь загрязнения — 229,6 га [3].

Среди районов исследуемой территории в 2009 году наибольшая численность аварий зарегистрирована по Нижевартовскому (2 206 случаев, или 45,9 %), Нефтеюганскому (2013 случаев, или 41,9 %) и Сургутскому (513 случаев, или 10,6 %).

На территории Ханты-Мансийского автономного округа — Югры расположено множество внутрипромысловых нефтепроводов, которые принадлежат различным нефтяным компаниям. Карта-схема внутрипромысловых нефтепроводов Нижевартовского района приводится на рис. 1.

Сотни тысяч скважин, десятки тысяч километров трубопроводов, подверженных коррозии, компрессорные станции — все они являются источником поступления вредных веществ и химических соединений.

Трубопроводы — наиболее эффективное средство транспортировки нефти (исключая морские перевозки танкерами). Пропускная способность нефтепровода диаметром 1200 мм составляет 80—90 млн т в год при скорости движения потока нефти 10—12 км/ч [4].

В состав магистральных нефтепроводов входят: линейные сооружения, головные и промежуточные перекачивающие и наливные насосные станции и резервуарные парки.

Нефтепровод является зоной повышенного экологического риска, утечки нефти могут нанести непоправимый вред природе. Продукты нефтяного разлива способны уничтожить до нескольких десятков гектаров леса, пахотных земель и воды [5].

На территории только Нижевартовского района, общей площадью 118, 52 кв. км (около 2 млн 370 тыс. 400 га), эксплуатируется 68 месторождений нефти, площадь которых занимает 20 % всей территории района. Концентрация нефтепродуктов в речных, озерных водах Смотлорского лицензионного участка (Актив ТНК ВР), превышает ПДК для водохозяйственных водоёмов до 44 раз. Только в одной пробе из 103, взятых на трёх месторождениях этого лицензионного участка, значения ниже ПДК. Много нефтепродуктов в снеговой воде; воды загрязнены железом, соединениями азота, фосфора, гуминовыми веществами. Практически все озера Смотлорского месторождения Нижевартовского района Ханты-Мансийского округа — Югры загублены и уничтожены для животного мира и в целом для окружающей природной среды [6].

Проведенный анализ и результаты исследований по определению содержания нефтепродуктов до и после рекультивации земель на кустовых участках месторождений предприятия ЗАО «Варта-Грин» и ОАО «Смотлорнефтегаз» показали, что основная причина порывов — внутренняя коррозия нефтепроводных труб. Местом разливов нефти в основном было болото, покрытое растительностью. Для локализации порыва проведена частичная откачка нефтепродуктов и частичная обваловка. Проникновение нефтепродуктов в почву составляло от 5 до 35 см в зависимости от местности разливов нефти, рельефа и от почвенного состава. Процентное содержание нефтепродуктов до рекультивации было от

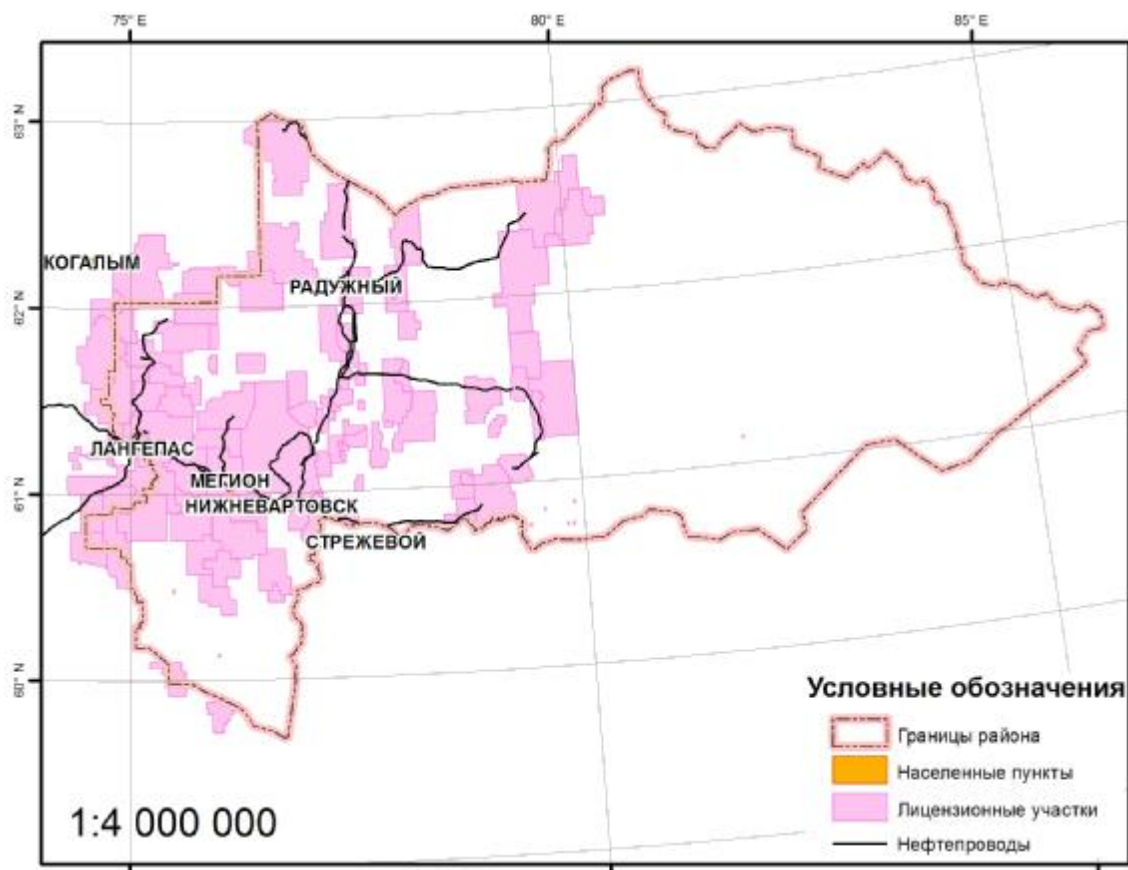


Рис.1. Карта-схема внутрипромысловых нефтепроводов Нижневартковского района

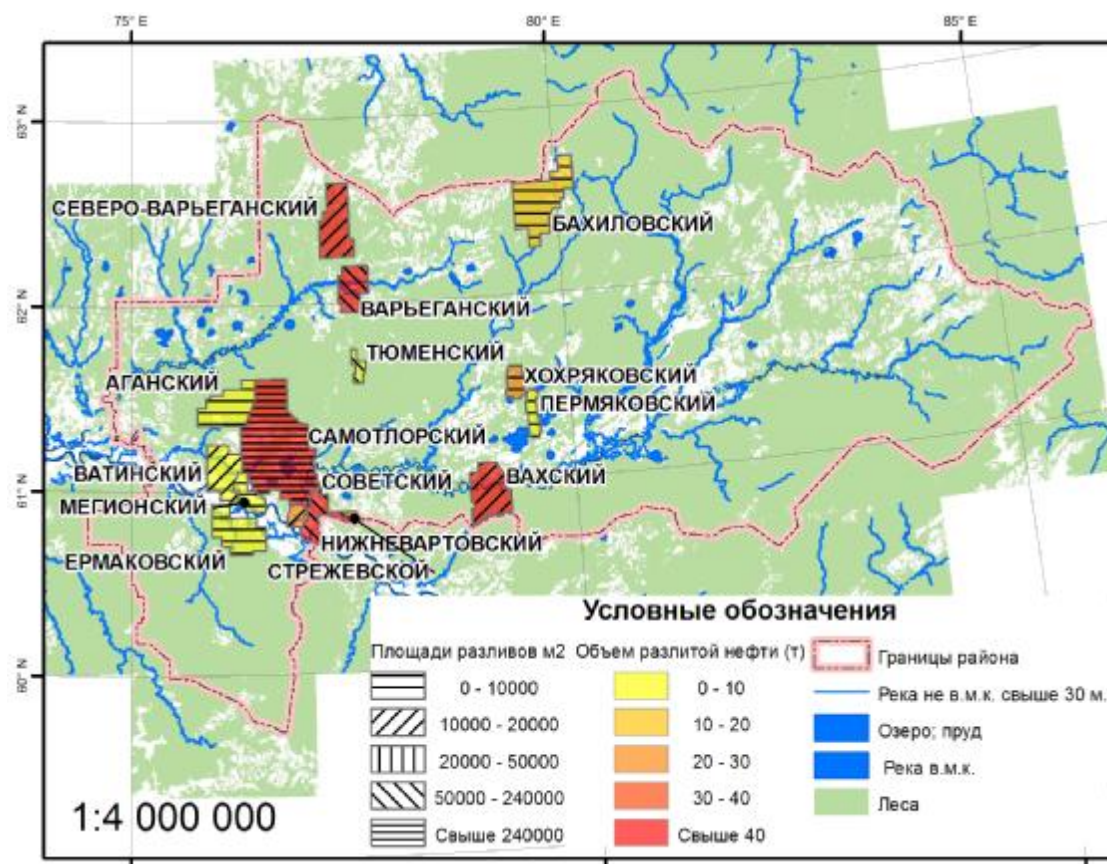


Рис. 2. Карта-схема загрязненных площадей на месторождениях Нижневартковского района

18,3 % (в районе куста 1405 № 1165) до 55,0 % (район куста 52 М № 1163), а после рекультивации — от 0,62 % (в районе куста 1405 № 1761) до 21,5 % (в районе куста 1 № 1596).

В районах двух кустовых площадок — район куста 1 № 1596 и район куста 2, выдел 2 № 1758, после рекультивации процентное содержание нефтепродуктов в пробе превышало норму (8 % для органических почв), установленную в нормативах в Центре лабораторного анализа и мониторинга окружающей среды МПР России по Уральскому федеральному округу Нижневартовского отдела. В остальных кустовых площадках процентное содержание нефтепродуктов в пробах после рекультивации было в пределах нормы.

Нами проанализированы результаты аварий и разливов нефти, проведено зонирование территорий для определения экологически опасных участков по Нижневартовскому району, таких предприятий нефтяных компаний, как ОАО «Варьеганнефтегаз», «Славнефть», «Самотлорнефтегаз», СНГДУ-2, «ТНК-Нижневартовск», «Томскнефть»; НГДУ «Стрежевой», ТПП «Покачевнефть» и др.

Наибольшее количество локальных аварий на трубопроводном транспорте произошло на территории лицензионных участков предприятий ОАО «Томскнефть» и «Варьеганнефтегаз».

Полученные результаты исследований по авариям и разливам нефти на трубопроводном транспорте месторождений Нижневартовского региона позволили выделить следующие зоны (рис. 2):

1) сильнозагрязненные участки: с объемом разлитой нефти от 40 т и более с площадью 240 000 м² и более — Самотлорский;

2) среднезагрязненные участки: с объемом разлитой нефти от 20 т до 40 т и с площадью от 20 000 м² до 240 000 м² — Варьеганский, Северо-Варьеганский, Вахский, Нижневартовский и Тюменский;

3) слабозагрязненные участки: с объемом разлитой нефти до 20 т и с площадью до 20 000 м² — Аганский, Ватинский, Мегионский, Ермаковский, Хохряковский, Пермьяковский, Бахилковский.

Помимо количества вылитой нефти, размеры загрязненных участков зависят от ландшафтных особенностей территории, на которой произошел разлив [7]. Характерные особенности болотных ландшафтов, общая выравненность рельефа и высокий уровень грунтовых вод способствуют широкому распространению загрязнителя в разные стороны от места попадания его в окружающую среду.

Для ликвидации нефтяных разливов применяются, прежде всего, сбор и откачка нефти с водной поверхности или рельефа. Далее, в зависимости от местных условий, производится рекультивация торфом с подсыпкой песка, либо рыхление торфогрунта, либо обработка бактериальным препаратом. Иногда комбинируется несколько технологий одновременно.

Для обнаружения утечек на трубопроводе применяются целый ряд аналитических методов [5, с. 58–63]:

- анализ массового баланса;
- анализ поддержания / падения давления;
- акустический анализ волны давления;
- модель перехода в реальном времени (компьютерный анализ);
- статистический анализ.

Помимо аналитических методов используются и методы внешнего мониторинга, такие как:

- ручные ультразвуковые системы;
- спутниковые системы;
- волоконно-оптические системы;

— мониторинг полосы отчуждения и др.

В целях предотвращения и уменьшения загрязнения атмосферного воздуха компаниями предусмотрены следующие основные мероприятия:

— полная герметизация системы сбора и транспорта нефти; оснащение предохранительными клапанами всей аппаратуры, в которой может возникнуть давление, превышающее расчетное;

— диагностика трубопроводов с последующей заменой аварийных участков;

— откачка нефти из аппаратов и дренаж при ремонтных работах оборудования в аварийные емкости;

— протекторная и электромеханическая защита трубопроводов;

— применение коррозионно-стойких труб для обеспечения безаварийной работы транспорта нефтепродуктов [5, 8].

Анализ литературных данных и наши собственные исследования показывают, что проблемы загрязнения земель нефтью на территории ХМАО — Югры по-прежнему остаются актуальными и требуют комплексного подхода в их решении.

Природоохранная деятельность должна базироваться на профессионализме, объективности научных исследований, четком юридическом нормировании природопользования и воздействия широких кругов общественности.

Библиографический список

1. Коржубаев, А. Г. Нефтегазовый комплекс России в условиях трансформации международной системы энергообеспечения / А. Г. Коржубаев. — Новосибирск : Гео, 2007. — 270 с.
2. Прогнозы развития нефтяной промышленности в Западной Сибири [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://neft.tatcenter.ru>.
3. Загрязнение и рекультивация земель и водных объектов нефтедобывающими предприятиями. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.admhmao.ru/socium/ekologiya/voda2.htm>.
4. Ханты-Мансийская экологическая катастрофа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://narodinteres.ru/nature-and-man/2011-02-06-19-31-11.html>.
5. Воробьев, Ю. А. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю. А. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов. — 2-е изд., стер. — М. : Ин-т риска и безопасности, 2007. — 368 с.
6. Минаев, Е. Развитие нефтегазового комплекса и проблемы обеспечения экологической безопасности / Е. Минаев // Нефть России. — 1995. — № 11. — С. 19–20.
7. Казанцева, М. Н. Характеристика нефтяного загрязнения территории Мамонтовского месторождения нефти / М. Н. Казанцева, А. П. Казанцев, С. Н. Гашев // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. — Тюмень : Изд-во ИПОС СО РАН, 2001. — Вып. 2. — С. 86–90.
8. Сайт Научно-аналитического центра рационального недропользования им. В. И. Шпильмана (ГП НАЦ РН) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.crru.ru/okrug.html>.

ХОДЖАЕВА Гюльназ Казым кызы, научный сотрудник научной лаборатории геоэкологических исследований.

СЛИВА Екатерина Александровна, старший научный сотрудник лаборатории геоэкологических исследований.

Адрес для переписки: hodjaeva2010@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 02.06.2011 г.

© Г. К. Ходжаева, Е. А. Слива