Научная статья
Original article
УДК 502.173
DOI 10.55186/25876740_2022_6_6_26

К ВОПРОСУ О РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

ON THE ISSUE OF RECLAMATION OF DISTURBED LANDS ON THE EXAMPLE OF A FIELD IN THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG

Окмянская Валентина Михайловна, старший преподаватель кафедры геодезии и кадастровой деятельности, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (625000, Уральский федеральный округ, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Володарского, 38),e-mail: valentina.okmyanskaya@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8669-7560.

Okmyanskaya Valentina Mikhailovna, senior lecturer of the department of geodesy and cadastral activity, Tyumen Industrial University (625000, Ural Federal District, Tyumen Region, Tyumen, 38 Volodarsky St.), e-mail: valentina.okmyanskaya@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8669-7560.

Аннотация. В настоящее время территории Арктической зоны подвержены негативному антропогенному воздействию. Одним из способов восстановления нарушенных земель является технико-биологическая рекультивация, особенности

и результаты которой рассмотрены в данном исследовании на примере песчаного карьера, расположенного на территории месторождения «…» Ямало-Ненецкого автономного округа. Приведены результаты лабораторных исследований проб почв, которые подтверждают эффективность проведенных мероприятий по рекультивации нарушенных земель.

Abstract. Currently, the territories of the Arctic zone are subject to negative anthropogenic impact. One of the ways to restore disturbed lands is technical and biological reclamation, the features and results of which are considered in this study on the example of a sand pit located on the territory of the deposit «…» of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The results of laboratory studies of soil samples are presented, which confirm the effectiveness of the measures taken to recultivate disturbed lands.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, экологический мониторинг, рекультивация земель, почва, тяжелые металлы, нефтегазовое месторождение.

Keywords: environmental pollution, environmental monitoring, land reclamation, soil, heavy metals, oil and gas field.

Введение

Интенсивные процессы добычи нефти и газа приводят к увеличению масштабов загрязнения земель. Экологические проблемы начинаются уже на этапе добычи сырья и доставки его на предприятия. Не менее острые проблемы возникают при транспортировке природных ресурсов на нефтеперерабатывающие заводы [1].

Основные факторы воздействия нефтегазодобывающих комплексов на окружающую среду: выбросы загрязняющих веществ в атмосферу; шумовое загрязнение; изменение численности организмов, их расселение, изменение среды обитания животного мира; изменение геодинамической обстановки в пластах; изменение гидрологического и гидрогеологического режимов территории; нарушение условий тепловлагообмена на поверхности; тепловое загрязнение

вечной мерзлоты; механические нарушения почв и напочвенных покровов вечной мерзлоты; химическое загрязнение почв; сбросы сточных вод [2].

В зависимости от источника загрязнения выделяют три степени опасности для каждого участка окружающей среды (таблица 1) [1].

Таблица 1 – Уровни риска загрязнения окружающей среды при добыче нефти и газа

Тип источника загрязнения	Риск загрязнения		
	Земля	Вода	Атмосфера
Скважины и устьевое оборудование	низкий	низкий	низкий
Сборные трубопроводы	высокая	высокая	низкий
Промысловые установки подготовки нефти	средний	средний	высокая
Нефтехранилище	высокая	высокая	высокая
Компрессорное оборудование	средний	низкий	средний

На основании данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что наиболее опасным источником загрязнения окружающей среды на месторождениях нефти и газа являются нефтехранилища и сборные трубопроводы. На них приходится наибольшее количество всех выбросов в окружающую среду.

Кроме того, если проанализировать степень риска загрязнения различных участков окружающей среды, то можно сказать, что почва подвергается воздействию различных видов поллютантов. Проанализировав основные виды загрязнения почв на месторождениях, можно выделить две основные группы антропогенного воздействия: химическое (загрязнение почв химическими и токсичными органическими загрязнителями, нефтешламами, радиоактивным загрязнением); физическое (полное или частичное механическое разрушение почв, изменение гидрологического и гидрогеологического режима, образование новых техногенных форм рельефа) [3]. В почве накапливаются вредные производственные выбросы, которые впоследствии попадают и в другие компоненты окружающей среды.

В нефтегазовой отрасли насчитывается 2064 источника загрязнения, в том числе 834 организованных. Поэтому с каждым годом показатель

деградированных земель растет. Проблема очистки почвенного покрова от загрязнения токсическими веществами путем проведения мелиоративных работ, а также вопросы разработки новых и совершенствования существующих технологий восстановления нефтезагрязненных земель становятся чрезвычайно актуальными.

Целью исследования является анализ особенностей мелиоративных работ на примере территории нефтегазоконденсатного месторождения «…», расположенного в Ямало-Ненецком автономном округе, а также оценка токсичности почв до и после рекультивации нарушенных земель.

Методы исследования

Основным критерием определения категории загрязнения почвы химическими веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК) или ориентировочно-допустимая концентрация (ОДК) химических веществ в почве (таблица 2).

Таблица 2 – Критерии оценки степени загрязнения почвы неорганическими веществами

Содержание в почве мг/кг	Категория загрязнения почвы		
Классы опасности вещества	1 класс	2 класс	3 класс
$>K_{max}$	Очень сильная	Очень сильная	Сильная
От ПДК до K_{max}	Очень сильная	Сильная	Средняя
От 2 фоновых значений до ПДК	Слабая	Слабая	Слабая

Суммарный показатель загрязнения (Zc) был рассчитан по следующей формуле (1):

$$Zc= \Sigma (Kci+...+Kcn) – (n – 1), (1)$$

где n – число определяемых химических элементов;

Kci – коэффициент концентрации i-гокомпонента загрязнения.

Коэффициент концентрации определенного тяжелого металла в почве был рассчитан следующим образом (2):

$$Kc = C_i / C_{fi}, (2)$$

где C_i– фактическое содержание определяемого вещества в почве в мг/кг;

C_{fi} – региональное фоновое содержание данного вещества.

В 2018 году с территории разработанного карьера, расположенного в границах нефтегазоконденсатного месторождения, до проведения рекультивационных работ были взяты пробы почв для проведения оценки качества. Отбор проб почв производился в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».

В соответствии с нормативными документами размер пробной площадки должен составлять от 1 до 5 га, если почвенный покров однородный. В противном случае, от 0,5 до 1 га. С каждой площадки должна быть взята одна объединенная проба, масса которой не должна быть менее 1 кг. Карьер был разбит на 13 площадок, из которых – 12 по 4 га и 1 –площадью 3,7 га.

Отобранные пробы были пронумерованы и зарегистрированы в журнале, с указанием следующих данных: порядковый номер и место взятия пробы; рельеф местности; тип почвы; целевое назначение территории; вид загрязнения; дата отбора.

Каждая проба имела свою этикетку с указанием места и даты отбора пробы, номера почвенного разреза, почвенной разности, горизонта и глубины взятия пробы, фамилии исследователя. Далее отобранные пробы были отправлены на проведение химического анализа в лабораторию.

Результаты исследования

В настоящее время нефтегазоконденсатное месторождение «…», расположенное в Ямало-Ненецком автономном округе, находится на реконструкции.

В результате активного освоения природных ресурсов, масштабной антропогенной деятельности на территории месторождения, произошли существенные изменения ландшафта, состава почвенно-растительного покрова.

Наиболее значительным видом нарушений является деградация почвенно-растительного покрова, связанная с проездами тяжелой техники. Также на рассматриваемом месторождении в зоне земельного отвода под газопроводы были выявлены серьезные негативные последствия антропогенной деятельности. Данные земельные участки характеризуются повышенным содержанием тяжелых металлов, наличием нефтесодержащих отходов, образовавшихся в результате аварийных разливов нефти и газа. Также помимо загрязнения опасными токсическими веществами, почва была подвержена механическим нарушениям, в результате чего образовались карьеры и отвалы, многие из которых до сих пор не были подвержены рекультивации. Впоследствии образования карьеров исходные природные комплексы нередко замещаются такими же деградированными землями с низкой степенью восстановления естественного растительного покрова, а также повышенной эрозионной опасностью, что и определяет необходимость рекультивации таких земель [4]. Также на территории нефтегазоконденсатного месторождения «…» наблюдается образование техногенных озер. Это последствия добычи торфа, при которой образуются техногенные выемки в пределах ландшафтов болот и торфяников.

По результатам исследования были выявлены основные загрязнители почвы на территории месторождения: образующиеся твердые отходы строительного производства; бытовые отходы; бытовые стоки, к которым относятся остатки нефтепродуктов на площадках ГСМ; нефтесодержащие отходы, нефтешламы; тяжелые металлы.

Оценка последствий антропогенного вмешательства в пределах территории месторождения позволяет сделать следующие выводы:

1. Из всех видов механических нарушений максимальные площади занимают земли, с деградированным почвенно-растительным покровом, что обусловлено проездом тяжелой техники и устройством карьеров по добыче строительного материала.

2. Развитие вторичных техногенно спровоцированных процессов в целом совпадает с региональными тенденциями территории к прогрессивному заболачиванию, водной, ветровой эрозии, что необходимо учитывать при реконструкции и строительстве новых технических сооружений.

3. Несвоевременное проведение рекультивации нарушенных земель (темпы рекультивации не соответствуют скорости образования деградированных земель).

В рамках данной статьи автором более детально рассмотрены рекультивационные работы на песчаном карьере № 57, который используется под разработку песка для отсыпок кустовых площадок скважин, относящихся к установке комплексной подготовки газа. Отработанный карьер месторождении «…» представляет собой котловину максимальной глубиной забоя 15 метров с устойчивыми бортами. Максимальная ширина разработки составляет до 500 метров, минимальная 150.

Площадь рассматриваемого песчаного карьера, подлежащая рекультивации, составляет 51,7 га. На рисунке 1 представлена схема границ карьера.

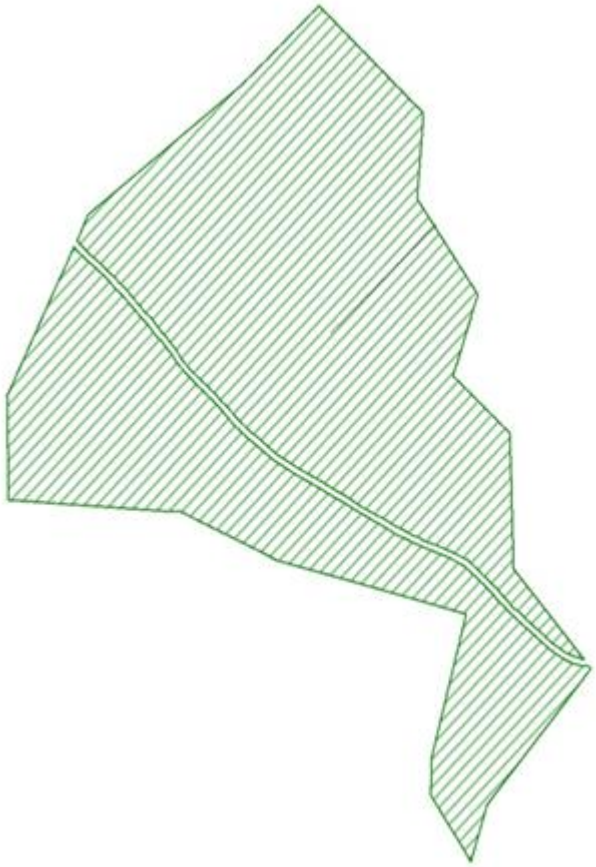

Рисунок 1 – Схема границ карьера № 57

Устройство данного карьера привело к следующим негативным последствиям:

1) изменение геоморфологических и геологических условий отведенной территории;

2) загрязнение территории рассматриваемого карьера производственными и бытовыми отходами;

3) полное уничтожение почвенно-растительного покрова;

4) возникновение новой техногенной формы рельефа – карьерной выемки.

Первоочередной задачей при осуществлении технической рекультивации является вывоз всех видов отходов с площадки. На карьере № 57 в результате добычи песка для строительства и реконструкции объектов нефтегазового промысла образовались следующие виды отходов, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Виды и объем отходов на карьере песка №57

Виды отходов	Ед.изм.	Объем отходов
Бытовые отходы	т	9,996
Бытовые стоки	м³	5000
Производственные отходы	т	14,144

Вывоз производственных отходов производился на пункты приема металлолома для утилизации в ближайший населенный пункт.

После очистки рекультивируемой территории от различных отходов, необходимо выполнить укладку пород по откосам отвалов до нормального угла по требованиям рекультивации ландшафта. Выполаживание откосов бортов карьера № 57 производилась бульдозером Б-10МБ. Следует учесть, что на восстанавливаемых землях необходимо предусматривать угол откоса не круче 18°, что соответствует заложению 1:3.

После окончания планировочных работ перед проведением биологической рекультивации на нарушенных землях производится создание плодородного слоя почвы (торфяно-песчаная смесь).

Для приготовления торфяно-песчаной смеси и нанесения её слоем 10 см на поверхность карьера был завезен торф и песок в соотношении 75% торфа, 25% песка. Стоит отметить, что песок и торф использовались из местных источников – карьеров торфа Т 1 и песка № 3, расположенных на территории месторождения. Привезенный торф и песок разравнивался и перемешивался бульдозером (рисунок 2).

Рисунок 2 – Нанесение торфяно-песчаной смеси бульдозером

Так как торф имеет кислую реакцию pH 4,5 – 5,5, необходимо предусмотреть известкование торфяно-песчаной смеси внесением доломитовой (известковой) муки нормой 4 т/га. Нанесение торфяно-песчаной смеси является завершающим этапом технической рекультивации. Подготовленный таким образом грунт будет являться основанием для посева многолетних трав по нарушенным земельным участкам.

Планировочные работы и создание плодородного слоя производятся в теплое, безморозное время года – июнь – июль. В условиях Севера разрыв между техническим и биологическим этапами рекультивации не должен превышать более 2-х лет.

Биологическая рекультивация является завершающим этапом и проводится для снижения и предотвращения последствий техногенных нарушений.Основная задача биологической рекультивации – создание искусственного растительного покрова, так как растительный слой практически отсутствует на карьере песка № 57.Создание травяного покрова заключается в подготовке почвы, внесении удобрений, подборе травосмесей, посеве и уходе за посевами.

Критерием для выбора периода проведения биологического этапа рекультивационных работ является температура почвогрунтов и воздуха, обеспечивающая нормальный рост и развитие многолетних растений.

Благоприятный период для проведения биологической рекультивации – с середины июня до третьей декады августа. На песчаном карьере № 57 с начала июля 2018 года были начаты работы по восстановлению почвенно-растительного покрова.

С учетом ранее проведенных исследований в качестве растений-рекультивантов были выбраны следующие травы, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Применяемые растения для биологической рекультивации

№ п/п	Наименование трав	Фото растения

1	мятлик луговой		
2	овсяница красная		
3	овсяница луговая		
4	лисохвост луговой		
5	пырей ползучий		
6	овес пленчатый		

Перед посевом травосмеси было произведено боронование почвы в два следа специальными зубовыми боронами марки ЗБЗТС-1, обеспечивающими рыхление глубиной 4 – 5 см с шириной захвата 25 – 30 см. В верхнем слое почва должна быть измельчена, что достигается перекрестной обработкой легкими

боронами ЗБП-0,6 «А» на глубину 2 – 3 см. Внесение семян многолетних трав на подготовленную почву производилось с нормой высева 110 кг/га.

Повышение нормы высева на 10% окажет значительное влияния на массу корней в первый год жизни трав, обеспечивая короткий срок наступления фазы кущения и нарастания корневой массы. При низкой норме высева формирование массы корней происходит дольше, достигая своего максимума к концу третьего года жизни. Нормы высева семян приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Норма высева трав при рекультивации

№ п/п	Наименование трав		Норма высева (по проекту) кг/га	Норма высева (предложенная) кг/га
1	Многолетние травы	Мятлик луговой	15	20
		Овсяница красная	40	40
		Овсяница луговая	5	6
		Лисохвост луговой	15	20
		Пырей ползучий	5	5
2	Однолетние травы	Овес пленчатый	30	30
Итого норма высева семян			110	121

Посев семян осуществлялся сеялкой СЗТ-6, что позволило одновременно производить высев семян и внесение нитроаммофоски.

Высев трав преследует следующие цели: защита почв от водной и ветровой эрозии; восстановление плодородия; увеличение биоразнообразия.

Для обеспечения более тесного контакта семян с грунтом, быстрого их набухания и прорастания выполняют послепосевное прикатывание шпоровыми или кольчатыми катками весом 75 – 100 кг марки ККШ-9,2Г.

Применение гладких водоналивных катков КВГ-1,4 создаёт условия для лучшего соприкосновения семян, с чем связано появление дружных всходов на рекультивируемых землях. По мере высыхания засеянной почвы необходимо производить поливы с увлажнением почвы на глубину до 20 см. В среднем расход воды 20 – 30 м³ на 1 га.

В результате посева травосмеси в июне 2020 года на территории песчаного карьера № 57 появился сплошной травяной покров к концу лета этого же года, что

говорит о применении эффективных методов технической и биологической рекультивации. Таким образом, рекультивация была произведена на нарушенных землях площадью 51,7 га.

Проанализировав полученные результаты после завершения рекультивационных работ, можно сказать, что негативные последствия механических нарушений почв были устранены, а также произведена очистка территории песчаного карьера от многочисленных отходов. В том числе, был восстановлен устойчивый растительный покров после посева травосмеси, а также повышено плодородие почв территории песчаного карьера. Также данный комплекс мероприятий позволил снизить содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в почвах отдельного рекультивируемого участка месторождения. Данный факт подтверждают результаты лабораторных исследований, проведенных в 2018 году до начала рекультивации и в конце лета 2020 года после завершения биологического этапа.

В таблице 6 приведены результаты химического анализа почвы с песчаного карьера № 57, полученные в ходе проведения исследований в 2018 и 2020 годах.

Таблица 6 – Результаты химического анализа почвы с песчаного карьера № 57до и после проведения рекультивации

Наименование загрязняющего вещества	Содержание загрязняющих веществ в почве в 2018 году, мг/кг	Содержание загрязняющих веществ в почве в 2020 году после рекультивации, мг/кг	Фоновое содержание загрязняющих веществ	ПДК загрязняющих веществ
Тяжелые металлы				
Медь	6,59	6,05	7,62	3
Никель	12,1	11,9	10,33	4
Цинк	19,1	17,9	18	23
Марганец	210,9	210,1	211,38	400
Свинец	3,1	2,8	2,76	32
Ртуть	1,1	0,09	0,076	2,1
Нефтесодержащие отходы				
Нефтепродукты	56	24	7,77	не установлено

По результатам проведенного анализа необходимо определить степень загрязнённости почв песчаного карьера тяжелыми металлами. Рассчитаем суммарный показатель загрязнения (Z_c) по следующей формуле (3):

$$Z_c = \Sigma (K_{ci} + ... + K_{cn}) - (n - 1), \quad (3)$$

где n – число определяемых химических элементов;

K_{ci} – коэффициент концентрации i-го компонента загрязнения

$$Zc\ (2018) = \Sigma\left(\frac{6,59}{7,62} + \frac{12,1}{10,33} + \frac{19,1}{18} + \frac{210,9}{211,38} + \frac{3,1}{2,76} + \frac{1,1}{0,76}\right) - (6 - 1) = 1,66$$

$$Zc\ (2020) = \Sigma\left(\frac{6,05}{7,62} + \frac{11,9}{10,33} + \frac{17,9}{18} + \frac{210,1}{211,38} + \frac{2,8}{2,76} + \frac{0,09}{0,76}\right) - (6 - 1) = 0,052$$

В соответствии с Методическими указаниями МУ 2.1.7.730 – 99 от 07.02.1999 при получившемся значении суммарного загрязнения до 16, категория загрязнения почв – допустимая. То есть содержание химических элементов в почве превышает фоновое, но не выше ПДК.

На рисунке 3 наглядно представлено изменение концентрации загрязняющих токсических веществ в почве рассматриваемой местности.

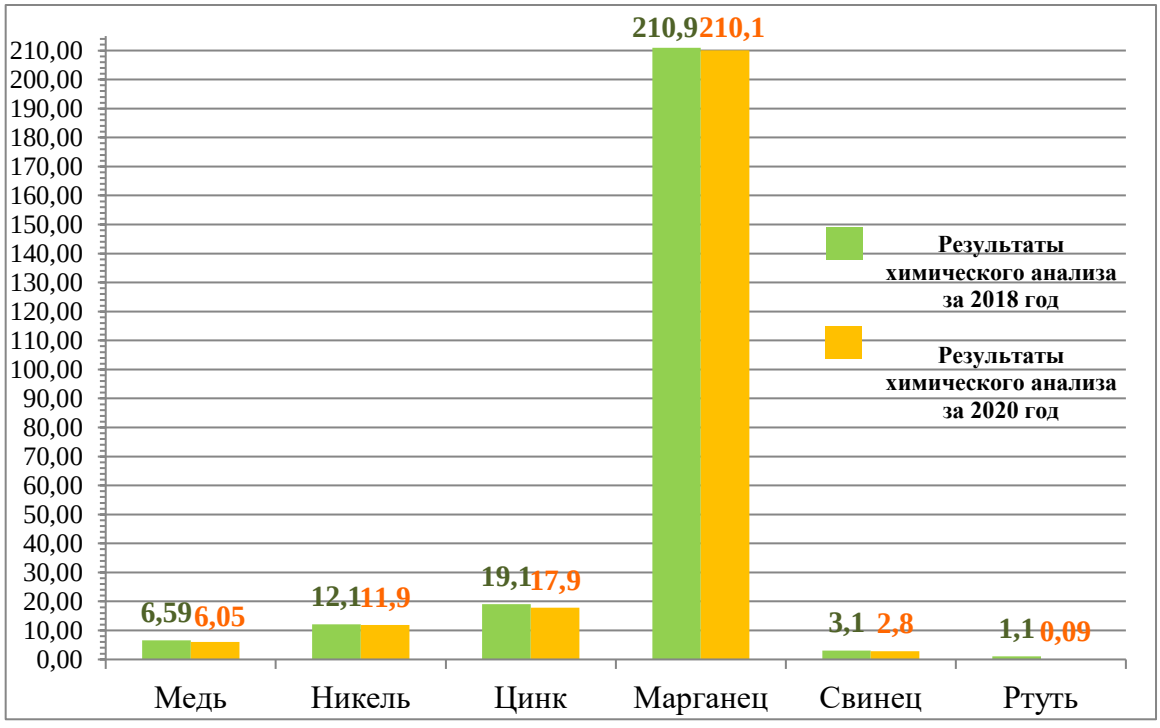

Рисунок 3 – Изменение концентрации загрязняющих токсических веществ в почве после проведения рекультивации

Таким образом, после проведения рекультивации суммарное загрязнения почвы песчаного карьера № 57 значительно уменьшилось, что говорит об эффективности мероприятий по восстановлению нарушенных земель. Проблемой рекультивации техногенных территорий Крайнего Севера является соотношение технического и биологического этапов. Согласно исследованию, проведения только технического этапа недостаточно для быстрого и устойчивого восстановления нарушенной природной экосистемы.

Литература

1. Иванова Н.А. Экология северного города: учеб. пособие / под общ. ред. Н.А. Иванова. на. Иванова. – Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского гуманитарного университета, 2015. – 158 с.

2. Подвалов Ю. А. Экология нефтегазодобычи: Монография / Ю. А. Подвалов. – М.: Инфра-Инжиниринг, 2010. – 400 с.

3. Ивасенко Д. А. Технология рекультивации почвы и воды, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, с использованием микробов-деструкторов, выделенных из аборигенной микрофлоры / Д. А. Ивасенко, А. В. Косов // Экологический вестник России (EVR), ноябрь 2010 г. – С. 12 – 16.

4. Московченко Д. В. Влияние разливов нефти на загрязнение поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа - Югры / Д. В. Московченко, А. А. Убайдулаев // Вестник Тюменского государственного университета. – 2014. № 4. – с. 26 – 38.

References

1. Ivanova N.A. Ehkologiya severnogo goroda: ucheb. posobie / pod obshch. red. N.A. Ivanova. na. Ivanova. – Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevartovskogo gumanitarnogo universiteta, 2015. – 158 s.

2. Podvalov YU. A. Ehkologiya neftegazodobychi: Monografiya / YU. A. Podvalov. – M.: Infra-Inzhiniring, 2010. – 400 s.

3. Ivasenko D. A. Tekhnologiya rekul'tivatsii pochvy i vody, zagryaznennykh neft'yu i nefteproduktami, s ispol'zovaniem mikrobov-destruktorov, vydelennykh iz

aborigennoi mikroflory / D. A. Ivasenko, A. V. Kosov // Ehkologicheskii vestnik Rossii (EVR), noyabr' 2010 g. – S. 12 – 16.

4. Moskovchenko D. V. Vliyanie razlivov nefti na zagryaznenie poverkhnostnykh vod Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga - Yugry / D. V. Moskovchenko, A. A. Ubaidulaev // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. № 4. – s. 26 – 38.

© Окмянская В.М.2022. International agricultural journal, 2022, № 6, 1068-1083

Для цитирования: Окмянская В.М. К вопросу о рекультивации нарушенных земель на примере месторождения Ямало-Ненецкого автономного округа // International agricultural journal. 2022. № 6, 1068-1083.