

doi:10.25689/NP.2019.4.352-367

УДК 504.4.054:622.32(045)

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

Борисова Е.А., Красноперова С.А.

Удмуртский Государственный Университет

THE PROPOSALS DEVELOPMENT FOR RECULTIVATION OF THE SLUDGE BARNs AT THE ENTERPRISE OF OJSC «SURGUTNEFTEGAZ»

Borisova E.A., Krasnoperova S.A.

Udmurt state University

E-mail: e_borisova75@mail.ru

Аннотация. В настоящее время широко используемая практика прошлых лет так называемой «рекультивации» нефтешламowych амбаров путем засыпки песком не решает проблему загрязнения почв, так как последнее приводит к длительной консервации углеводородов нефти и нефтепродуктов без доступа воздуха. На основании эколого-геохимических и фитоценологических исследований предложен комплекс мер по рекультивации нефтешламowych амбаров. В качестве мероприятий предлагается засыпка амбаров нефтешламов после откачки нефти и воды грунтами в качестве которых используются песок, торф и другие почвогрунты. Для деятельности углеводородокисляющих микроорганизмов необходимо внесение минеральных удобрений. На заключительной стадии мероприятий рекомендована фиторекультивация путем нанесения на поверхность нефтешламового амбара торфа, удобрений и посадки нефтетолерантных растений. В качестве последних рекомендованы кострец безостый, лисохвост луговой, овсяница красная, пырей ползучий, мятлик луговой и клевер луговой. Также предлагается способ восстановления загрязненных участков объектов нефтедобычи путем посадки черенков ив, что значительно снижает себестоимость посадочных работ и позволяет сравнительно быстрее получить желаемый эффект по сравнению с другими методами.

Ключевые слова: нефтешлам, нефтешламовый амбар, биоремедиация, фиторекультивация, рекультивация нефтезагрязненных земель, биологическая рекультивация.

Abstract. Today, the widely used traditional method of the so-called “reclamation” of oil sludge pits by covering them with sand does not solve the problem of soil contamination

because this results in long-term conservation of oil and oil products without air access. Based on ecological-geochemical and plant-sociological studies, a number of measures have been proposed for oil sludge pit reclamation. These involve filling of sludge pits after oil and water have been pumped out with different materials, including sand, peat, and other soils. Application of chemical fertilizers is required for hydrocarbon oxidizing bacteria activity. The final stage of reclamation is recommended to include phytoremediation which means covering the oil sludge pit surface with peat, fertilization and setting of oil-tolerant plants. The recommended plants are a smooth brome, a red fescue, a false wheat, bulbous bluegrass, and a meadow clover. Another method of remediating oil-contaminated soils involves planting of willow cuttings, which significantly reduces cost price of planting and allows achieving the desired results more quickly than in other methods.

Key words: oil sludge, oil sludge pit, bioremediation, phytoremediation, reclamation of oil-contaminated soil, biological reclamation

Места для хранения отходов, получаемых в процессе бурения нефти, обозначают понятием «шламовые амбары». Последние представляют собой постоянный активный источник загрязнения экологической системы отходами нефтедобывающей промышленности, которые загрязняют объекты окружающей среды на протяжении всего цикла скважинного строительства, а также после завершения буровых работ. Неправильная же их ликвидация (засыпка песком) на протяжении десятков лет может оказывать негативное влияние не только на почву, грунтовые и поверхностные воды, атмосферный воздух, но также отрицательно отражаться на жизнедеятельности биоценозов [1]. Поэтому в настоящее время данный метод устранения отходов, содержащихся в шламовых амбарах, применять уже нельзя в связи с образованием так называемых «мин замедленного действия», формирующихся при длительной консервации углеводородов нефти без доступа воздуха [2]. Подобные места являются источником риска загрязнения подземных вод, которые могут распространиться на значительные территории в пределах зоны загрязнения. Таким образом, для решения данных экологических проблем предлагается следующий порядок действий:

1. Если шламовый амбар (ША) находится в работе 2-3 недели и на его дне отсутствуют тяжелые фракции нефти, очистку следует начинать со

сбора нефти с поверхности. Затем производят откачку буровой жидкости и засыпку грунтом.

2. Если ША находился в работе более длительное время, чем 2-3 недели, то на его дне скапливается слой асфальтено-битумных фракций, поэтому сначала удаляют нефть с поверхности, затем откачивают буровую жидкость и только после этого производят механическую очистку тяжелых фракций нефти со дна.
3. Для предотвращения выпадения тяжелых фракций на дно ША предлагается не позднее, чем через 3 суток с момента сброса нефти производить ее откачку. Если амбар задействован в непрерывном технологическом цикле, необходимо не реже 1 раза в трое суток производить откачку нефти [3].

Исходя из всех данных можно сделать вывод, что длительность всего природного процесса трансформации нефти в разных почвенно-климатических зонах составляет от нескольких месяцев до нескольких десятков лет. Наиболее эффективным принципом ликвидации нефтезагрязнений следует считать интенсификацию процессов естественного очищения почв и воды, активизацию регенерационной способности аборигенных биоценозов.

Участки, на территории которых будут проводиться рекультивационные работы, представлены в табл. 1.

Выбор технологического решения по ликвидации шламового амбара определяется его состоянием на момент рекультивации (наличие нефти, водной фазы, содержание токсикантов в шламе, консистенция шлама, наличие донных отложений нефти и т.д.), что предъявляет особые требования к полноте и качеству обследования амбаров.

До начала биологического этапа рекультивации необходимо провести комплекс работ технического этапа – откачку воды, нефти, обезвреживание отходов бурения, засыпку грунтом.

Таблица 1

Перечень участков, подлежащих рекультивации

№ участка	Местоположение участка	Год разбуривания куста скважин	Площадь рекультивации земель, занятых под шламовые амбары, м ²	Площадь рекультивации нарушенных земель, м ²	Объем шламового амбара, м ³
1	Район куста № 1421в	1991	3609	1894	5660
2	Район куста № 1211а	1988	1133	187	3770
3	Район куста № 1072	1980	1149	400	4527
4	Район куста № 1079	1984	1113	11245	5007
5	Район куста № 1421а	1991	3625	200	4244
6	Район куста № 1211б	1988	1316	120	3827
7	Район куста № 3014	1992	1318	-	1663
8	Район куста № 1400	1992	3457	50	7650
9	Район куста № 58	1972	1161	-	4231
10	Район куста № 1127	1978	1174	750	1199

В соответствии с региональным нормативом «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», утвержденных постановлением Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10 декабря 2004 года №466-п в глинистых почвах земель лесохозяйственного использования допускается содержание до 0,5 % остаточных нефтепродуктов, в органогенных до 6 %, в водоохраных зонах – 0,1 % на глубине до 2 м от поверхности почвы [4].

Все рекультивируемые участки, занятые под шламовые амбары, расположены вне водоохраных зон.

Перед началом рекультивационных работ при неудовлетворительном состоянии обваловки, угрожающем вытеканием содержимого амбара на прилегающие участки, производится её укрепление (дополнительная отсыпка грунтом); при наличии нефти в амбаре и отсутствии или

недостаточной толщине слоя водной фазы (менее 0,3 - 0,5 м) производится внесение в амбар дополнительного объёма воды до достижения уровня водной фазы, обеспечивающего нормальные условия работы нефтесборщиков, использования при сборе нефти подвижных боновых заграждений и микробиологической очистки от остаточной нефти.

Шламовые амбары примыкают к кустовым площадкам, что снимает проблему строительства подъездных путей. Для подъезда техники к амбару демонтируется часть обваловки кустовой площадки шириной около 6 м. После завершения комплекса работ по рекультивации амбара обваловка восстанавливается.

На подлежащих рекультивации участках планируется произвести откачку воды и нефти из амбаров, обезвреживание отходов бурения, засыпку амбара и ям грунтом, сбор и вывоз ТБО, металлолома, удаление сухостоя.

Собранная нефть откачивается в ёмкости, установленные у амбара, или в автоцистерны и вывозится в пункт приёма нефти или откачивается в ближайший нефтесборный коллектор.

Вода из амбара откачивается мотопомпами в автоцистерны и вывозится в цех поддержания пластовых давлений.

Обезвреживание отходов бурения можно провести непосредственно в шламовом амбаре путём отмыва шлама струями воды, ультразвуком, биологической доочисткой отходов бурения от нефти микробиологическим способом.

Засыпка амбаров грунтом производится после получения протокола комплексного химического анализа проб удостоверяющего, что содержание нефтепродуктов в шламе не превышает допустимого уровня.

Для засыпки могут использоваться песок, торф, материалы, полученные при обезвреживании отходов бурения, очищенный от нефти загрязнённый грунт при условии, что содержание в них нефти и нефтепродуктов не превышает нормативных требований [5].

Необходимый объём грунта (M) в m^3 для засыпки амбара рассчитывается по формуле (1).

$$M = LB(H + 0.5) - P(b_1 + b_2) \times \frac{h}{2}, \quad (1)$$

где L и B – длина и ширина амбара, м; H – остаточная глубина амбара (расстояние от уровня шлама до дневной поверхности), м; 0,5 - допустимое превышение поверхности рекультивированного амбара с учётом запаса на усадку грунта, м; P – периметр обваловки амбара, м; b_1 и b_2 – ширина обваловки по верху и основанию, м; h – высота обваловки амбара, м.

Если запас грунта в обваловке амбара велик, то объём привозного грунта принимается равным $0,5 LB$.

По окончании засыпки амбара его поверхность может иметь превышение над окружающим рельефом местности не более, чем на 0,5 м.

При наличии на прилегающих к амбару землях небольших пятен загрязнения почвы нефтью целесообразно срезание загрязнённого грунта и вывоз его для обезвреживания. При больших площадях загрязнения с выходом пятна за границы отвода проводится рекультивация участка по проекту рекультивации загрязнённых нефтью земель, согласованному в установленном законом порядке [6].

Этот этап включает микробиологическое обезвреживание техногенного грунта и фиторекультивацию площадки амбара и прилегающих нарушенных земель.

В амбар вносятся минеральные азотные, фосфорные и калийные удобрения для обеспечения содержания водорастворимых форм азота $42 \text{ кг}/1000 \text{ м}^3$, калия $33 \text{ кг}/1000 \text{ м}^3$, фосфора $15 \text{ кг}/1000 \text{ м}^3$.

Для создания необходимой концентрации элементов питания могут быть использованы и комплексные минеральные удобрения:

- нитроаммофоска (17 - 17 - 17) – 240 кг на 1000 м^3 ;
- нитроаммофоска (13 - 19 - 19) – 320 кг на 1000 м^3 ;

- нитроаммофоска азотносульфатная (16 - 16 - 16) – 260 кг на 1000 м³;
- карбаммофоска (18 - 18 - 18) – 230 кг на 1000 м³.

Норма внесения конкретных минеральных удобрений (Н) вычисляется с учётом содержащихся в них действующих веществ элементов питания по формуле (2).

$$H = \frac{100D}{P}, \quad (2)$$

где Д – норма внесения действующего вещества, кг/10000 м²;

П – содержание действующего вещества в минеральном удобрении, в процентах.

Минеральные удобрения в амбар можно вносить разбрасыванием их по поверхности амбара или разбрызгиванием брандспойтом заранее приготовленного раствора удобрений произвольной концентрации.

Содержание действующего вещества в минеральных удобрениях приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание действующего вещества в минеральных удобрениях

Наименование удобрения	Действующее вещество (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O), %	Содержание, %		
		N	P	K
Комплексные удобрения				
Нитроаммофоска	17-17-17	17	7	14
Карбаммофоска	18-18-18	18	8	15
Диаммофоска		10	26	26
Нитроаммофос	23-23-0	23	10	-
Простые удобрения				
Калий хлористый	45	-	-	38
Сульфат калия	50	-	-	42
Селитра аммиачная	34	34	-	-
Суперфосфат двойной	47	-	21	-

Для снижения суммарного расхода удобрений перед их внесением допускается откачка из амбара части воды с условием, что глубина оставшейся воды будет достаточна для нормальной работы плавающих

аэраторов АП - 24 (в случае их использования), но не менее 0,3 м.

При загрязнении нефтью обваловки и бортов амбара они периодически поливаются водой, содержащей внесенные удобрения (забор воды производится из амбара) для поддержания влажности грунта на уровне от 45 до 80%. При небольшой глубине проникновения нефти в грунт (от 0,01 до 0,02 м) допускается снятие слоя загрязненного грунта и сбрасывание его в амбар.

Дополнительное внесение в амбар минеральных удобрений производится по результатам анализа на протяжении всего периода биодеструкции остаточной нефти. Нормы внесения удобрений (ДN) определяются по формуле (3).

$$ДN = 42 - CNФ \quad (3)$$

где CNФ – концентрации в воде амбара азота, фосфора и калия в мг/дм³.

Для создания необходимого пула активных углеводородоокисляющих микроорганизмов используются промышленные бактериальные препараты. Промышленные бактериальные препараты должны иметь санитарно-гигиенические заключения, микроорганизмы оживляются и вносятся в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

Для нанесения рабочего раствора бакпрепаратов используют пожарную машину или автоцистерну и любой насосный агрегат, обеспечивающий подачу воды в пожарный рукав под давлением не менее от 1,5 до 2,5 кг/см².

Рабочий раствор препарата равномерно наносится на поверхность воды в амбаре (на обваловку и борта амбара в случае их загрязнения) из расчёта от 2 до 5 дм³/м².

Целью комплекса фитомелиоративных мероприятий, является создание плодородного, обладающего благоприятными для роста растений физическими и химическими свойствами слоя почвы.

Фиторекультивация площадки засыпанного амбара производится для закрепления ее поверхности и ускорения детоксикации остаточных нефтепродуктов в буровом шламе.

Поверхность площадки амбара покрывается торфо-песчаной смесью и засеивается смесью семян различных по биологическим особенностям, адаптированных к местным условиям трав, на расстоянии более 50 м от скважин засаживается черенками ивы.

Посадка различных видов и гибридных форм ив в условиях промышленных загрязненных территорий обусловлено их неприхотливостью к климатическим факторам и условиям окружающей среды, быстрому росту, легкости вегетативного размножения и высоким декоративным качествам. Что необходимо при создании устойчивых санитарно-защитных насаждений в кратчайшие сроки. Эффект рекультивации повышается при посеве трав-дернообразователей наряду с посадкой черенков ив, так как в этом случае обеспечивается надежное закрепление участков исследуемой территории.

Поверхность площадки засыпанного амбара покрывается товарным торфом (влажность не более 60 %) слоем не менее 0,15 м.

Для приготовления торфа для рекультивации используется торфяная крошка и известняковые материалы. Характеристика торфов, применяемых для рекультивации приведены в табл. 3, требования к торфам в табл. 4.

Таблица 3

Характеристика торфов, применяемых для рекультивации

Наименование показателя	Нормы для марок	
	торфяной почво-улучшитель	торф известковый
Влага, %	60	60
Кислотность, рНКСІ	4,5, не более	от 5,2 до 6,8
Зольность (на сухое вещество), %	20	25
Засоренность (примесь частиц древесины, корневищ размером более 25 мм), %	8	8

Таблица 4

Требования к торфам для рекультивации земель

Наименование показателя	Нормы для марок		
	Торфяной почво-улучшитель	Торф известковый	
Тип торфа	низинный	верховой и переходной	низинный
Ботанический состав	Травяной, древесно-травяной	Не регламентируется	Не регламентируется
Степень разложения, %	20, не более	Не регламентируется	20, не менее
Кислотность, рНКСИ	4,5 не более	от 2,5 до 6,0	от 2,5 до 6,0
Влага, %	60	60	60
Зольность (на сухое вещество), %	8	8	8
Засоренность (на сухое вещество), %	20	25	25

Норма внесения известняковой муки или мела на 1000 кг исходного торфа условной влаги 60 % приведена в табл. 5, минеральных удобрений в табл. 6.

Для фиторекультивации амбара площадка покрывается смесью подготовленного торфа. Перед торфованием на спланированной площадке амбара устанавливаются «маячки», по которым контролируют толщину слоя торфа.

Таблица 5

Нормы внесения извести в торф при различной его исходной кислотности, кг

Кислотность исходного торфа (рНКСИ)	Норма внесения известняковой муки или мела на 1 т исходного торфа условной влаги 60 %
2,5 - 3,0	45 – 40
3,1 - 3,5	40 – 35
3,6 - 4,0	35 – 30
4,1 - 4,5	30 – - 25
4,6 - 5,0	25 – 20
5,1 - 5,5	20 – 15
5,6 - 6,0	15 – 10

Таблица 6

Нормы внесения минеральных удобрений для улучшения торфа

Наименование минерального компонента	Норма на 1 т торфа при его условной влаге 55%	
	торфяной грунт питательный, кг	торфоминеральная смесь, кг
Аммиак водный технический	20	10
Аммиак жидкий технический	5	3
Мука фосфоритная	21	15
Суперфосфат простой	26	20
Суперфосфат двойной	10	8
Калий хлористый	8	6
Соль калийная	11	7

Плакированная торфом поверхность площадки амбара фрезеруется на глубину от 0,25 до 0,3 м и засеивается вручную многолетними травами. Смесь различных по биологическим особенностям трав обеспечивает более надежное и долговечное закрепление площадки.

Для посева рекомендуются кострец безостый (35 кг/10000 м²), лисохвост луговой (30 кг/10000 м²), овсяница красная (23 кг/10000 м²), пырей ползучий (20 кг/10000 м²), мятлик луговой (15 кг/10000 м²), клевер белый (12 кг/10000 м²). Нормы высева даны для посева культур в чистом виде.

При расчете норм высева следует учитывать поправку на хозяйственную годность (П) каждой партии семян, которая рассчитана в формуле (4).

$$П = \frac{xу}{100} \quad (4)$$

где x – чистота; $у$ – всхожесть семян.

Рассчитав поправку на хозяйственную пригодность, можно рассчитать норму высева с учетом поправки на хозяйственную годность (НВ) (5).

$$НВ = \frac{100Н}{П} \quad (5)$$

где $Н$ – рекомендуемая норма высева.

После высева семена заделываются в почву бороной или шлейфом из деревянных брусков и прикатывают катками.

В практике озеленения в Среднем Приобье следует широко применять посадку ив кольями и черенками, что значительно удешевляет посадочные работы и позволяет быстро получить хороший эффект. Некоторые виды ив (ива шерстистопобеговая – *Salix viminalis* L.), ива Шверина (*Salix schwerinii* E.L. Wolf), и их гибриды отличаются особенно быстрым ростом и наилучшей приживаемостью на любых участках озеленяемых территорий, в том числе и на откосах [7].

Их применение обусловлено:

- 1) ускорением детоксикации и химической деградации остаточных нефтепродуктов на нарушенных участках нефтешламowych амбаров;
- 2) уменьшением продолжительности рекультивационных работ с пяти до трех лет, т.к. перечисленные виды ив их гибридные формы крайне неприхотливы к условиям климата исследованного района, и в кратчайшие сроки достигают размеров взрослых растений;
- 3) низкой стоимостью рекультивации путем посадки черенков ив по сравнению с другими методами в связи с их широкой распространенностью и способности к адаптации к объектам окружающей среды с высокой антропогенной нагрузкой.

Для черенков ивы следует заготавливать более сильные одно-двухлетние побеги, неповрежденные, хорошо вызревшие, толщиной не менее от 0,5 до 0,8 см. У кустарников их следует заготавливать в нижней части куста, так как верхушечные побеги будут стадийно более старыми, чем побеги образовавшиеся из комлевой части.

Заготовленный прут до посадки можно сохранять в ямах. Разрезать прутья на черенки лучше перед посадкой. Разрезку следует производить острым ножом или секатором по шаблону, соответствующему принятой длине черенка. Для условий севера Западной Сибири длину черенка

следует брать на 10-15 см больше по сравнению с нормативной для центральной полосы, равной от 20 до 30 см. Это связано с оставлением большего запаса в черенке питательных веществ, способствующих лучшему укоренению.

Наилучшие результаты по приживаемости и росту черенков дает горизонтальный метод посадки «в настил», так как при этом способе черенки размещаются в поверхностном, более питательном и теплом слое почвы.

При горизонтальной посадке черенки раскладываются в бороздки с небольшим подъемом вершинного конца и заделываются землей на глубину от 5 до 7 см, причем верхний конец не прикрывается землей. При таком способе посадки на нижней стороне черенка образуется достаточно большое количество корней, способных обеспечить питательными веществами и водой появившиеся побеги.

При посадке «в настил» берутся ивовые прутья длиной от 1 до 1,5 м, диаметром от 1 до 2 см и заделываются хорошо разрыхленной землей в бороздки на глубину от 5 до 6 см. Схема посадки: расстояние между рядами 4 м, между саженцами в ряду 1,5 м.

В течение всего вегетационного периода ведется наблюдение за состоянием саженцев и травостоя. При необходимости проводится минеральная подкормка и полив посевов и посадок. На засеянных многолетними травами участках при гибели более 50% растений производится подсев трав, подсадка саженцев производится при гибели 30 % деревьев.

Заключение

Предложен комплекс мер по рекультивации нефтешламовых амбаров. В качестве мероприятий предлагается засыпка амбаров нефтешламов после откачки нефти и воды грунтами в качестве которых

используются песок, торф и другие почвогрунты. Для деятельности углеводородокисляющих микроорганизмов необходимо внесение минеральных удобрений. На заключительной стадии мероприятий рекомендована фиторекультивация путем нанесения на поверхность нефтешламового амбара торфа, удобрений и посадки нефтетолерантных растений. В качестве последних рекомендованы кострец безостый, лисохвост луговой, овсяница красная, пырей ползучий, мятлик луговой и клевер луговой. Также предлагается способ восстановления загрязненных участков объектов нефтедобычи путем посадки черенков ив, что значительно понижает себестоимость посадочных работ и позволяет сравнительно быстрее получить желаемый эффект по сравнению с другими методами. По результатам исследований выявлено, что для суровых климатических условий Самотлорского месторождения в качестве рекультивации площадки шламового амбара целесообразно использовать иву шерстистопобеговую (*Salix viminalis* L.), иву Шверина (*Salix schwerinii* E.L.Wolf), и их гибриды.

Список литературы:

1. Конопелько Л.А., Бегак О.Ю., Окрепилов М.В. Экологические проблемы нефтедобычи // Экологические системы и приборы. – 2012. № 2. – С. 30 – 35
2. Туманян А.Ф. Экологические последствия загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами при аварийных ситуациях и способы рекультивации земель М.: Изд.-во «Техника», 2004. – С. 3 – 6
3. Малышкин М.М., Пашкевич М.А. Мониторинг и разработка методов рекультивации нефтешламовых амбаров// Проблемы недропользования. (Записки горного института. Том 174)./ Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный горный институт. 2008. – С. 236 – 238.
4. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель: учебник. М.: Колос, 2000. – 96 с.
5. Вавер В.И. Методическое руководство по рекультивации нефтезагрязненных земель в условиях месторождений нефти Западной Сибири. – Нижневартовск, 1996. – 108с.
6. Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. М.: Дело, 2006. – 552 с.

7. Чижев Б.Е. Особенности рекультивации загрязненных нефтью лесных и болотных почв Среднего Приобья// Повышение технологической надежности процессов добычи нефти в условиях Западной Сибири. Тюмень, 1990. – С. 154 – 160.

References

1. L.A. Konopelko, O.Yu. Begak, M.V. Okrepilov *Ekologicheskie problemy neftedobychi* [Environmental issues in oil production]. *Ekologicheskie sistemy i pribory*, 2012, No.2, pp.30-35 (in Russian)
2. A.F. Tumanyan *Ekologicheskie posledstviya zagryazneniya pochv nef'tyu i nefteproduktami pri avarijnyh situacijah i sposoby rekul'tivacii zemel'* [Environmental cost of accidental soil contamination with oil and oil products and soil remediation methods]. Moscow, Tekhnika Publ., 2004, pp.3-6 (in Russian)
3. M.M. Malyshkin, M.A. Pashkevich *Monitoring i razrabotka metodov rekul'tivacii nefteshlamovyh ambarov* [Monitoring and development of oil sludge pit remediation technologies]. *Problemy nedropolzovaniya*. St.-Petersburg, State Institute of Mining, 2008, pp. 236-238 (in Russian)
4. V.I. Smetanin *Rekul'tivaciya i obustrojstvo narushennyh zemel'* [Reclamation and landscaping of disturbed soils]. Moscow, Kolos Publ., 2000, 96 p. (in Russian)
5. V.I. Vaver *Metodicheskoe rukovodstvo po rekul'tivacii neftezagryaznennyh zemel' v usloviyah mestorozhdenij nef'ti Zapadnoj Sibiri* [Guidelines on oil-contaminated soil remediation in West Siberian oil fields]. Nizhnevartovsk, 1996, 108 p. (in Russian)
6. A.P. Khaustov, M.M. Redina *Ohrana okruzhayushchej sredy pri dobyche nef'ti* [Environmental protection during oil production operations]. Moscow, Delo Publ., 2006, 552 p. (in Russian)
7. B.E. Chizhov *Ohrana okruzhayushchej sredy pri dobyche nef'ti* [Reclamation of oil-contaminated forest and boggy soils in the Middle Ob]. *Povyshenie tekhnologicheskoy nadezhnosti processov dobychi nef'ti v usloviyah Zapadnoj Sibiri* (Improvement of technological reliability of oil production operations in West Siberian fields), Tyumen, 1990, pp. 154 – 160. (in Russian)

Сведения об авторах

Борисова Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры, Институт Гражданской защиты, Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Республика Удмуртия, Российская Федерация
E-mail: e_borisova75@mail.ru

Красноперова Светлана Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры геологии нефти и газа, Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Республика Удмуртия, Российская Федерация
E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru

Authors

Borisova E.A., PhD, Assistant Professor, Institute of Civil Defense, Udmurt State University, Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation
E-mail: e_borisova75@mail.ru

Krasnoperova S.A., PhD, Assistant Professor of Oil and Gas Geology Chair, Udmurt State University, Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation
E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru

Борисова Елена Анатольевна
426034, Российская Федерация, Республика Удмуртия
г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корпус 4
Тел. +7 (3412) 916-071
E-mail: e_borisova75@mail.ru