



УДК 631.4

**ОБОСНОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО РЕГЛАМЕНТА ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ
ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ ДОБЫЧЕЙ НЕФТИ****THE RATIONALE OF THE REGIONAL RULES FOR RECLAMATION OF LAND
DISTURBED BY OIL PRODUCTION**

**А.А. Околелова¹, В.Ф. Желтобрюхов¹, Г.С. Егорова², В.Н. Заикина¹,
А.П. Тарасов¹, Д.Ю. Бакунов¹, А.В. Пасикова¹
A.A. Okolelova¹, V.F. Zheltobryukhov¹, G.S. Egorova², V.N. Zaikina¹,
D.Yu. Bakunov¹, A.V. Pasikova¹**

¹ Волгоградский государственный технический университет,
Россия, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28

² Волгоградский государственный аграрный университет,
Россия, 400002, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, 26

¹ Volgograd State Technical University,
28 Lenin Ave, Volgograd, 400005, Russia

² Volgograd State Agricultural University,
26 University St, Volgograd, Volgograd region, 400002, Russia

E-mail: pebg@vstu.ru, allaokol@mail.ru, veronikazaikina@mail.ru; vgsha@vgsha.ru

Аннотация

Более чем полувековой период развития нефтегазодобывающей промышленности на территории Волгоградской области оставил без ответа один вопрос – состояние почв на территории месторождений. Создание регионального Регламента по рекультивации земель позволит максимально сохранить экологическое состояние почв региона с учетом провинциальных природно-климатических особенностей и технологий, реализованных на его территории, сделает более объективной и действенной экологическую экспертизу, послужит основой для развития региональной законодательной базы. Введение процедуры отвода земель для несельскохозяйственного использования (очередность отвода с учетом качества почв) позволит сохранить сельскохозяйственные угодья, значительно сократить материальные и энергетические ресурсы, затрачиваемые на различные мероприятия по рекультивации и время на их проведение. Предложено засеивать снятый плодородный слой почвы семенами двухкомпонентных и трехкомпонентных трав (эспарцет в сочетании с житняком, кострцом, волоснецом). Для определения нефтепродуктов в почве предлагаем учитывать их содержание в условно незагрязненной почве.

Abstract

More than a half-century period of development of the oil and gas industry on the territory of Volgograd region were left without answer one question – the condition of the soil at the fields. The establishment of regional Regulations on land reclamation will allow to preserve the ecological state of soils of the region with the provincial climatic features and technologies implemented in its territory, make it more objective and efficient environmental review will serve as a basis for the development of regional legislative framework. The introduction of the procedure of land allocation for non-agricultural use (the order of the land acquisition is subject to soil quality) will preserve agricultural land, significantly reduce material and energy resources spent on different activities on reclamation and time for their implementation. Suggested to sow the removed layer of fertile soil the seeds of two-component and three-component herbs (sainfoin combined with the Wheatgrass, rump, poloneza). For determining petroleum products in soil is proposed to take account of their content in the conditionally uncontaminated soil.

Ключевые слова: рекультивация, почва, нефтепродукты, биологический этап, процедура отвода земель.

Key words: remediation, soil, petroleum products, biological stage, the procedure of land allocation.



Введение

Основными причинами загрязнения и деградации почв являются нарушение технологии строительства скважин и разработки месторождений, аварийные ситуации на скважинах и трубопроводах. Для предупреждения токсикации почв нефтепродуктами необходимо снизить нагрузки на почвенный покров, учитывать качество почв, объективно оценивать содержание нефтепродуктов в почве, усовершенствовать мероприятия при проведении технического и биологического этапов рекультивации почв.

Разнообразие мнений и методов рекультивации нефтезагрязненных почв обосновывает необходимость учета ситуации в каждом конкретном регионе. В связи с этим предлагаем создать Регламент по рекультивации земель, ввести в него процедуру отвода земель.

Г.В. Добровольский с соавторами предлагали начать «разработку проекта федерального закона «Об охране почв», входящего в систему природоохранного законодательства и направленного на утверждение правового статуса почв как особого природного объекта, определяющего устойчивость биосферы» [Добровольский, Куст, 2004].

Объекты и методы исследований

Объектами исследований послужили рабочие площадки скважин, находящиеся в разной степени строительства, эксплуатации и рекультивации и расположенные в Жирновском, Котовском и Ольховском районах Волгоградской области. Целина – учебно-производственный центр (УНПЦ) Горная поляна, расположенный в 25 км от Волгограда.

Для выявления четких условий хранения снятого плодородного слоя почвы был проведен модельный полевой эксперимент. В деревянных ящиках размерами 20×50×20 см объемом 0.02 м³ был помещен снятый плодородный слой каштановой почвы (Котовский район). Перед обработкой результатов была отобрана проба с места первоначального забора почвы для измерения фоновой концентрации органического углерода ($C_{орг}$). Условия хранения были следующими: в первом ящике почву сохраняли без изменений, во втором – перемешивали, в 3-м контейнере была использована в качестве гидроизоляции полиэтиленовая пленка, и проводили перемешивание, в 4-й контейнер добавили высушенный навоз в количестве 1 кг/м² на фоне гидроизоляции и перемешивания.

Лабораторный опыт. Объектами исследования послужили образцы почв Волгограда.

Объект №1 – санитарно-защитная зона (СЗЗ) «Химпрома», Кировский район Волгограда (светло-каштановая почва). Объект № 2 – Пахотина балка (лугово-каштановая почва), Советский район, ботанический памятник природы.

Для выявления изменения свойств почвы в результате хранения были определены в трехкратной повторности влажность весовым методом, плотность – буровым методом по Н.А. Качинскому, основанном на отборе образца почвы ненарушенного сложения с помощью цилиндра-бура определенного объема; содержание $C_{орг}$ – по методике ГОСТ Р 51797-2001 на приборе «Флюорат 02-3М Люмекс».

Отбор проб и подготовку почв к анализу проводили согласно ГОСТу 17.4.4.02-84. Содержание нефтепродуктов в почвах определяли на приборе АН-2 (ПНД Ф 14.1.:2.5-95), концентрацию органического углерода – по И.В. Тюрину в модификации Д.С. Орлова и Л.А. Гришиной со спектрофотометрическим окончанием.

Результаты и их обсуждение

В ГОСТе 17.5.3.04-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации» в п. 1.1. записано «Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично



утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель».

Рекультивация засоленных и смытых почв включает больше видов мелиоративных работ, чем восстановление нарушенных продуктивных почв. ГОСТ 17.5.3.06-85 не устанавливает нормы снятия плодородного слоя почвы в случае их несоответствия ГОСТу 17.5.3.05-84 и «на почвах в сильной степени щебнистостях, сильно- и очень сильно каменистых, слабо-, средне- и сильносмытых дерново-подзолистых, бурых лесных, серы и светло-серых лесных, средне- и сильносмытых темно-серых лесных, темно-каштановых, дерново-карбонатных, желтоземах, красноземах, сероземах». В ГОСТе 17.4.2.02-83 приводятся 26 показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания.

Хранение снятого плодородного слоя почв является открытым вопросом. В п. 4 Приказа Минприроды №525 (22.12.1995) дан перечень мероприятий, включенных в технический этап рекультивации, в том числе снятие и нанесение плодородного слоя почвы. Но про условия его хранения не говорится. Согласно ГОСТу 17.4.3.02-85 не использованный сразу в ходе работ плодородный слой должен быть сложен в бурты, в соответствии с требованиями ГОСТа 17.5.3.04-83. Но в этом ГОСТе информация об условиях хранения плодородного слоя почвы и требованиях, предъявляемых к буртам, отсутствует. В ГОСТе 17.4.3.02-85 оговорено, что под бурты должны быть отведены непригодные для сельского хозяйства участки или малопродуктивные угодья, на которых исключается подтопление, засоление и загрязнение промышленными отходами, твердыми предметами, камнем, щебнем, галькой, строительным мусором.

В связи с этим нами ранее предложено строительство полигонов хранения плодородного слоя почвы. Полигон хранения снятого плодородного слоя представляет собой площадку, разделенную на участки по типам почв. Складирование почвы предлагаем производить усеченной пирамидой высотой не более 0.8 м, периодически производить рыхление с малым давлением на почву, полив по необходимости, затем – посев трав [Тарасов и др., 2016].

Регламент по рекультивации земель.

Разнообразие мнений и методов рекультивации обосновывает необходимость учета ситуации в каждом конкретном регионе. В связи с этим предлагаем создать Регламент по рекультивации земель, ввести в него процедуру отвода земель.

Разночтения между ведомственными нормативами, документами, некоторыми пунктами Российского законодательства, ГОСТами должен устранить Региональный регламент по рекультивации земель в Волгоградской области. Предлагаемый документ будет «прописывать» необходимые мероприятия, их последовательность, учитывать природно-климатические и провинциальные особенности региона, основные виды эксплуатации территории в каждом конкретном случае.

Согласно Федеральному Закону «Об охране окружающей среды», строительство и эксплуатация объектов нефтегазодобывающих производств допускается при наличии проектов восстановления загрязненных земель в зонах временного или постоянного их отвода, положительных заключений государственной экологической экспертизы (ст. 46. п. 3). Проекты восстановления земель также должны стать неотъемлемой частью регламента.

Во всех проектах определяют «зону активного загрязнения» атмосферы и санитарную зону загрязнения территорий. При рекультивации почв возможный путь атмосферного загрязнения почв не учитывают и не проверяют. Не прописано определение «зоны активного загрязнения» самой почвы. Все эти моменты и должен учитывать региональный Регламент по рекультивации земель.

Регламент рекультивации земель должен включать возможность максимального использования существующей инфраструктуры инженерного обеспечения строительства и эксплуатации действующих нефтепроводов в одном техническом коридоре (дорог, переездов, водозаборов, амбаров-отстойников) для создания оптимальных размеров земельного отвода. Обосновано введение в проекты



схем привязки и размещения баз природных сорбентов (песок), предусматривающих их использование на случай ликвидации аварий.

Отвод земель для несельскохозяйственного использования.

В первую очередь отводу под несельскохозяйственное использование применять земли, для которых не установлены нормы снятия плодородного слоя почвы, а также почвы с низким значением балла бонитета.

Под скважины предлагаем отводить почвы с учетом их качества. Проведенная ЮжНИИгипроземом [Реформирование земельных отношений и землеустройство в Волгоградской области, 1995] оценка бонитета участка опытно-производственного хозяйства «Себряковское» Михайловского района, расположенного в первом земельно-оценочном районе, выявила пестроту почвенного покрова небольшого участка. Общая площадь участка 46.8 га, значение совокупного почвенного балла (СПБ) равно 50.01 (табл. 1). Контуры площадью от 2 до 14 га имеют различный балл бонитета и кадастровую стоимость.

Таблица 1

Table 1

Качественная оценка почв опытно-производственного хозяйства «Себряковское»
Qualitative assessment of soils of experimental-industrial economy "Sebryakovskoe"

№ почвенного контура	Площадь, га	Совокупный почвенный балл
1	2.0	74.89
2	4.4	63.11
3	14.1	40.22
4	11.3	47.26
5	2.7	72.19
6	12.3	50.14

Анализируя данные таблицы 1, можно увидеть, что из шести почвенных контуров хозяйства наименьший балл бонитета (40.22) – у третьего контура с наибольшей площадью (14.1) и несколько выше у четвертого и шестого контуров, соответственно 47.26 и 50.14. Под скважины отводят площадь не более 3 га. Значит, возможность отвода реальна.

При необходимости отвода земель для несельскохозяйственного использования, например, под строительство скважин, целесообразно изымать именно эти участки, площади которых достаточны для их строительства и обустройства. Предлагаем ограничить отвод земель для несельскохозяйственного использования с баллом бонитета выше или равным среднерайонному значению.

Баллы бонитета необходимо ввести в обязательные параметры не только при учете отвода земель, но и при возврате площадей, находившихся во временном пользовании.

Введение процедуры отвода земель для несельскохозяйственного использования (очередность отвода с учетом качества почв) позволит сохранить сельскохозяйственные угодья, значительно сократить материальные и энергетические ресурсы, затрачиваемые на различные мероприятия по рекультивации, и время на их проведение.

Наличие данного документа позволит на деле, а не на бумаге максимально сохранить экологическое состояние почв региона с учетом провинциальных природно-климатических особенностей и технологий, реализованных на его территории, сделает более объективной и действенной экологическую экспертизу, послужит основой для развития региональной законодательной базы.

Мероприятия технического и биологического этапов рекультивации.

Ранее нами было экспериментально обоснована технологическая схема рекультивации. Она включает следующие операции: глубокая почвенная обработка (вспашка на 25–27 см, с почвоуглублением до 40 см, рыхление до 40–50 см), влагозарядка дождеванием, внесение навоза, минеральных удобрений,



химмелиорантов, вспашка на 18–20 см для их заделки, боронование на 3–5 см, предпосевная культивация, посев культур с прикатыванием [Севостьянов и др., 1990а, 1990б].

В технический этап рекультивации включены такие мероприятия, как снятие, хранение и возвращение плодородного слоя почвы. На период строительства его рекомендуют складировать за обваловкой рабочей площадки скважины. Мощность снятия слоя зависит от типа почв: от 40–50 см – на черноземах, до 10–30 см – на почвах каштанового типа.

Само снятие и хранение плодородного слоя можно сравнить с хирургической операцией отделения и «пришивания» частей тела. За время хранения усиливается минерализация органической части, изменяются микробиологические свойства почв.

Согласно ГОСТу 17.5.3.04-83, снятый почвенный слой формируют в бурты высотой 3.5 м трапецевидного сечения с шириной верхнего основания 8.0 м, нижнего – 18.0 м. Для предотвращения эрозии рекомендуют поверхность буртов засеивать семенами быстрорастущих трав.

Биологическая рекультивация загрязненных земель должна быть основана на использовании естественной экологической функции растений в формировании почвенного плодородия, повышения продуктивности почв. Для этого необходим подбор растений с учетом их жизненных форм, специализации, популяции, экотипов. Биологическую рекультивацию нарушенных земель Ставропольского края Д.С. Дзыбов и Т.Ю. Денщиков подразделяют по направлениям, среди которых авторы выделяют создание лугопастбищного травостоя, лесных насаждений, агрофитоценозов зерновых и кормовых культур [Дзыбов, Денщиков, 2003].

Исходя из практики восстановления нефтезагрязненных земель, рекомендуют высевать семена многолетних трав 35–40 млн. штук/га. Такое количество семян обеспечит проективное покрытие почвы растительностью не менее 75%. В первые годы биологической рекультивации нормы посева многолетних трав предлагают увеличивать на 30–50% [Добровольский, 2002].

В ходе проведения рекультивации слабо- и среднесолонцеватых черноземных и темно-каштановых почв хорошие результаты обеспечивает глубокая трехъярусная вспашка и последующий посев люцерны, клевера, тимopheевки, овсяницы, костера, ячменя и др. культур [Терешников и др., 2004].

В Волгоградской области для биологической мелиорации предлагают использовать следующие виды и дозы (на гектар) многолетних трав: люцерна 200–250 кг, донник – 12–15 кг, костер – 20–25 кг, житняк – 10–12 кг. В первый год освоения рекомендуют высевать полуторную норму семян трав [Желтобрюхов и др., 1999].

Имеющиеся в литературе сведения по использованию различного состава травосмесей касаются в основном лесостепной зоны. Литературных данных о влиянии многолетних посевов смеси бобовых и мятликовых культур на водно-физические свойства почв степной зоны нами не найдено.

Нами показано, что для каштановой зоны степей Волгоградской области эффективными биомелиорантами являются травосмеси – сочетание эспарцета с кострцом, волоснецом, житняком. Трехлетнее возделывание двух- и трехкомпонентных травосмесей надежно восстанавливает водно-физические свойства светло-каштановых почв УНПЦ «Горная поляна», повышает содержание гумуса, улучшает плодородие [Околелова, Егорова, 2004]. Возделывание эспарцета в смешанных посевах с житняком, кострцом и волоснецом в полевых севооборотах в течение 2–3-х лет улучшает водно-физические свойства почв, повышает содержание водопрочных агрегатов в слое 0–10 см с 40–45% до 50–70%.

Многолетние травы способствуют созданию большой надземной и подземной массы. Смесь бобовых и мятликовых – необходимый фактор для создания прочной агрономически ценной структуры и снижения плотности почвы [Околелова, Егорова, 2004].

Травосмеси являются эффективными биомелиорантами. Считаем рациональным использовать посеги многолетних травосмесей для закрепления и



сохранения снятого плодородного слоя, который на период строительства буровой скважины складывают за обваловкой рабочей площадки (технический этап рекультивации). При проведении биологического этапа рекультивации предлагаем использовать двух- и трехкомпонентные травосмеси для посева на рабочей площадке буровой скважины после завершения ее строительства и возвращения снятого ранее плодородного слоя почвы.

С целью повышения эффективности биологического этапа рекультивации предлагаем засеять рабочую площадку скважины после возвращения на нее плодородного слоя почвы многолетними травами (эспарцет в сочетании с житняком, кострцом, волоснецом).

В период строительства и эксплуатации скважин загрязнялся и деградировал нижний слой (горизонт В), который на период строительства и эксплуатации скважин стал поверхностным.

При непромывном водном режиме, когда преобладают процессы испарения, восходящие токи влаги способствуют подтягиванию солей и растворов к поверхности из нижележащих почвенных горизонтов. В этих условиях возможно загрязнение плодородного почвенного горизонта уже после его возвращения на участок.

Такие мероприятия, как вспашка, промывка, внесение удобрений, включают только в этап биологической рекультивации, но необходимо их проводить и до возвращения плодородного слоя для восстановления функций иллювиального горизонта.

Экологическая экспертиза проектов по рекультивации земель.

Для надлежащего проведения биологической рекультивации предлагаем ввести экологическую экспертизу этого этапа. Мониторинг территорий месторождений обязателен для каждой организации. Как правило, оценку состояния почв, их загрязнение определяют, отбирая почвенные пробы непосредственно на буровой скважине и за 50 и 100 метров по четырем румбам от нее. Здесь кроются два заблуждения.

Во-первых, сравнивают содержание ксенобиотиков на рабочей площадке скважины (горизонт В) с состоянием почвы до строительства буровой (горизонт А). При этом не учитывают, что плодородный слой снят и хранится за границей рабочей площадки скважины.

Во-вторых, проектировщики ошибочно полагают, что выравнивание территории буровой способствует равномерному распределению поллютантов по всем румбам. На самом деле, нижележащие горизонты «повторяют» поверхностный рельеф, существовавший до планировки площадки строительства скважины. В почвенном профиле существует боковой сток, внутрпочвенная миграция элементов. Поэтому необходимо определять ареалы распространения нефтепродуктов, солей с учетом господствующего направления поверхностного и внутрпочвенного стока [Околелова, Егорова, 2004, 2008].

До настоящего времени сохранению снятого плодородного слоя уделяют чрезвычайно мало внимания. Нет четких правовых норм для его хранения. Плодородный слой почвы в естественных условиях формируется веками и очень трудно воспроизводим в искусственных условиях. В действующих правовых документах [ГОСТы 17.5.3.04-83, 17.5.3.05-84, 17.5.1.01-83] способ хранения снятого плодородного слоя не оговорен. В результате проведенного нами эксперимента было установлено, что хранение плодородного слоя почвы также изменяет его свойства, снижая содержание органического углерода с 0.8% в снятом слое светло-каштановой почвы до 0.65 за год хранения, и до 0.75 – при внесении навоза и рыхлении [Тарасов и др., 2016].

Оценка загрязнения почв нефтепродуктами.

Почвы считаются загрязненными, если концентрация нефтепродуктов (НП) достигает уровня, при котором проявляется негативное влияние на биоту, в частности: начинается угнетение или деградация растительного покрова; снижается продуктивность почв и деятельность других функций; происходит вытеснение растений с более узким диапазоном толерантности; отмечается вымывание нефти из



почв в подземные и поверхностные воды; изменяются водно-физические свойства и структура почв [Критерии оценки экологической обстановки ..., 1992].

Некоторые показатели, по которым можно оценить деградацию почв, приведены ниже в таблице 2 [Критерии оценки экологической обстановки ..., 1992], но они не могут учитывать все многозначные функции и свойства почв, изменяющиеся при попадании нефти и нефтепродуктов в почву даже в «допустимых» пределах.

До настоящего времени действует норматив, определяющий допустимое содержание нефтепродуктов в почве, равное 1 г/кг, хотя его обоснование отсутствует [Критерии оценки экологической обстановки ..., 1992].

РД 39-00147105-006-97 определяет умеренную степень загрязнения почв нефтепродуктами в таежно-лесной зоне при их содержании менее 3 г/кг, и сильную – при увеличении этого порога [РД 39-00147105-006-97, 1997].

Таблица 2
Table 2

Критерии экологической оценки состояния почв [по: Критерии оценки экологической обстановки ..., 1992]
Criteria for ecological assessment of soils [by: Criteria of evaluation of ecological situation ..., 1992]

Показатели	Экологическое бедствие	Чрезвычайная ситуация	Относительно удовлетворительное состояние
Уничтожение гумусового горизонта	АВ	A_{max} (A1)	$\leq 0.1A_1$
Увеличение плотности почвы, кратность равновесной	>1.4	1.3–1.4	≤ 1.1
Потери гумуса в пахотных почвах за 10 лет, в относительных %	>25	10–25	≤ 1.0
Увеличение содержания легкорастворимых солей, г/100 г	>0.8	0.4–0.8	≤ 0.1
Увеличение доли обменного Na, в % от ЕКО*	>25	15–25	≤ 5.0
Скорость снижения содержания органических веществ, в относительных % в год	>7	3–7	≤ 0.5

Примечание: *ЕКО – емкость катионного обмена.

С.А. Алиев и Д.А. Гаджиев не отмечают заметного негативного влияния на биоту и растения при содержании нефтепродуктов в диапазоне 0.1–0.5 г/кг, если в них не содержится много ароматических углеводородов и токсичных примесей [Алиев, Гаджиев, 1977].

С.Я. Трофимов и М.С. Розанова предусматривают меры по очистке почв от нефтепродуктов при превышении их содержания в почве 5 г/кг [Добровольский, 2002].

В Нидерландах вводят три сигнальных уровня содержания нефтепродуктов в почвах, соответственно 0.5; 1 и 5 г/кг [Mcgill, Casad, 1977].

Нормативной правовой базой установления региональных нормативов может служить Приказ МПР России от 12.09.02. №574 «Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов ДОСНП после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ».

Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почве (ДОСНП) должно иметь обоснованный региональный норматив. Разработка Регламента по рекультивации земель позволит решить эту проблему.

Для нефтепродуктов ПДК не может быть установлено, так как основные компоненты нефти и неспецифических органических соединений почвы практически идентичны, что подробно рассмотрено нами ранее [Околелова, Желтобрюхов, 2013]. Не разработаны предельно допустимые уровни содержания нефтепродуктов в



зависимости от типа почв, их гранулометрического состава с учетом природно-климатических условий.

При определении общепринятым методом на приборе АН-2 нефтепродуктов в светло-каштановой целинной почве (УНПЦ «Горная поляна») было установлено их содержание в гор. А, равное 48 мг/кг, гор. В1 – 22. Наличие «нефтепродуктов» в почве, на 25 км удаленной от города и крупных автомагистралей, можно определенно рассматривать как органические соединения самой почвы. Для определения НП в почве предлагаем определять их содержание в условно незагрязненной почве.

Тогда истинное содержание нефтепродуктов (НП_{ист}) в загрязненной почве предлагаем определять следующим образом:

$$\text{НП}_{\text{ист}}, \text{ мг/кг} = \text{НП}_{\text{антр}} - \text{НП}_{\text{ц}},$$

где НП_{антр} – количество нефтепродуктов в антропогенной загрязненной почве, их общее содержание, определенное на АН-2; НП_ц – содержание органических соединений в целинной незагрязненной почве, определенное на АН-2.

Изменение свойств снятого плодородного слоя почв.

Известно, что при строительстве таких объектов, как буровые скважины, плодородный почвенный слой снимают. Далее его отправляют на хранение или делают из него обваловку территории объекта. В технический этап рекультивации включены такие мероприятия, как снятие, хранение и возвращение плодородного слоя почвы. После окончания строительства плодородный слой необходимо вернуть. В связи с этим представляет интерес выяснить, как изменяются свойства снятого верхнего плодородного слоя почвы за период его хранения (табл. 3, 4).

Статистическая обработка результатов опытов.

Среднюю арифметическую определяли по формуле [Рязанова и др., 2013]:

$$X = \sum X/n,$$

где n – число повторностей.

Среднюю ошибку выборочной средней рассчитывали по формуле [Рязанова и др., 2013]:

$$S_x = S/\sqrt{n},$$

где S – стандартное отклонение, которое определяется по формуле [Рязанова и др., 2013]:

$$S = \sqrt{S^2} = (\sum f(X-X)^2)/(n-1),$$

где S^2 – дисперсия, $(X-X)^2$ – сумма квадратов отклонений, f – частота встречаемости каждого варианта, $n-1$ – число степеней свободы.

Доверительный интервал: $X \pm S_x$ позволяет определить пределы варьирования генеральной средней.

Относительную ошибку выборки определяли по формуле [Рязанова и др., 2013]:

$$S_{x\%} = (S_x/X) \times 100\%.$$

Таблица 3

Table 3

Изменение параметров плодородного слоя почвы при его хранении (лабораторный опыт) Change the settings of topsoil during storage (laboratory experience)

Место отбора	Срок хранения, годы	Повторности и показатели статистической обработки	$C_{\text{орг}}, \%$	$d_v, \text{ г/см}^3$	$a, \%$
1	2	3	4	5	6
СЗЗ «Химпрома»	0	1	3.91	1.010	20.24
		2	3.90	1.012	20.25
		3	3.92	1.009	20.23
		X	3.91	1.010	20.24
		$X \pm S_x$	3.91 ± 0.01	1.010 ± 0.001	20.24 ± 0.01
	$S_{x\%}$	0.26	0.10	0.05	
	1	1	3.89	1.020	0.99
2		3.88	1.022	1.01	



Окончание таблицы 3
End of table 3

1	2	3	4	5	6
СЗЗ «Химпрома»		3	3.90	1.019	0.98
		X	3.89	1.020	0.99
		$X \pm S_x$	3.89 ± 0.01	1.020 ± 0.001	0.99 ± 0.01
		$S_{x\%}$	0.26	0.10	1.01
	2	1	3.14	1.010	0.78
		2	3.15	1.009	0.80
		3	3.12	1.012	0.77
		X	3.14	1.010	0.78
		$X \pm S_x$	3.14 ± 0.01	1.010 ± 0.001	0.78 ± 0.01
		$S_{x\%}$	0.32	0.10	1.28
Пахотина балка	0	1	3.31	1.012	17.76
		2	3.33	1.010	17.72
		3	3.35	1.009	17.67
		X	3.33	1.010	17.72
		$X \pm S_x$	3.33 ± 0.01	1.010 ± 0.001	17.72 ± 0.03
		$S_{x\%}$	0.30	0.10	0.17
	1	1	3.28	1.022	4.09
		2	3.32	1.020	4.06
		3	3.25	1.019	4.13
		X	3.28	1.020	4.09
		$X \pm S_x$	3.28 ± 0.01	1.020 ± 0.001	4.09 ± 0.02
		$S_{x\%}$	0.30	0.10	0.49
	2	1	2.80	1.030	3.28
		2	2.82	1.036	3.30
		3	2.77	1.025	3.27
		X	2.80	1.030	3.28
		$X \pm S_x$	2.80 ± 0.01	1.030 ± 0.003	3.28 ± 0.01
		$S_{x\%}$	0.36	0.29	0.30

Примечание: 0 – время до начала хранения, годы; $C_{орг}$ – содержание органического углерода в почве; d_v – плотность почвы; a – влажность почвы; X – средняя арифметическая; $X \pm S_x$ – доверительный интервал; $S_{x\%}$ – относительная ошибка выборки.

Из анализа таблицы 3 видно, что влажность почв с увеличением срока хранения резко снижается, особенно в первый год, в светло-каштановой почве с 20.24 до 0.99% (в 20.4 раза), в лугово-каштановой – с 17.72 до 4.09% (в 4.3 раза). На второй год хранения влажность снижается незначительно, на 0.21% в светло-каштановой почве и на 0.81% – в лугово-каштановой. Содержание углерода уменьшается в первый год хранения в светло-каштановой почве (СЗЗ «Химпром») на 0.02 %, за два года – на 0.77%, в лугово-каштановой почве (Пахотина балка) соответственно – на 0.05% и 0.53%. За два года хранения происходит дегумификация, плотность почв практически не изменяется за период хранения.

Незначительно изменяется плотность материала плодородного слоя за все время хранения его в буртах по данным других авторов [Андроханов и др., 1991, 2000, Фаткулин и др., 1998].



Таблица 4

Table 4

Изменение параметров плодородного слоя почвы при его хранении (полевой опыт)

Change the settings of topsoil during storage (field experience)

Варианты опыта	Повторности и показатели статистической обработки	$C_{орг}$, %	a , %	d_v , г/см ³
Фон	1	0.80	-	-
	2	0.78	-	-
	3	0.81	-	-
	X	0.80	-	-
	$X \pm S_x$	0.80 ± 0.01	-	-
	$S_x\%$	1.26	-	-
Без гидроизоляции и перемешивания	1	0.65	6.30	1.220
	2	0.63	6.32	1.240
	3	0.68	6.33	1.190
	X	0.65	6.32	1.220
	$X \pm S_x$	0.65 ± 0.01	6.32 ± 0.01	1.220 ± 0.010
	$S_x\%$	1.53	0.16	0.82
Без гидроизоляции с перемешиванием	1	0.65	8.75	1.220
	2	0.60	8.77	1.240
	3	0.69	8.74	1.190
	X	0.65	8.75	1.220
	$X \pm S_x$	0.65 ± 0.03	8.75 ± 0.01	1.220 ± 0.010
	$S_x\%$	4.64	0.11	0.82
С гидроизоляцией и перемешиванием	1	0.70	11.46	1.250
	2	0.73	11.43	1.280
	3	0.67	11.50	1.210
	X	0.70	11.46	1.250
	$X \pm S_x$	0.70 ± 0.02	11.46 ± 0.02	1.250 ± 0.020
	$S_x\%$	2.86	0.17	1.60
С гидроизоляцией без перемешивания и с добавлением навоза	1	0.72	10.09	1.080
	2	0.75	10.11	1.080
	3	0.70	10.07	1.090
	X	0.72	10.09	1.080
	$X \pm S_x$	0.72 ± 0.01	10.09 ± 0.01	1.080 ± 0.010
	$S_x\%$	1.38	0.10	0.09

Примечание: см. таблицу 3.

Статистическая обработка результатов анализа подтверждает достоверность полученных результатов.

Ранее В.А. Андроханов [2000] с соавторами выявил, что сам процесс снятия плодородного слоя почвы нарушает естественное сложение, вызывает изменение содержания гумуса, минералогического и гранулометрического состава. Авторы показывают, что при снятии плодородного слоя почвы многократно усиливается насыщение гумусной массы кислородом воздуха. Повышенная аэрация способствует интенсивной минерализации органического вещества. Совокупность действия механических и физико-химических факторов на первом этапе трансформации плодородного слоя в период его снятия и транспортировки снижает содержание органического вещества на 1–2% [Андроханов, 2000].

В период погрузки и транспортировки слоя крупные отдельности крошатся на более мелкие, что способствует снижению плотности. Длительное хранение



плодородного слоя почвы приводит к его сильной деградации – снижается активность микроорганизмов, обеспечивающих минерализацию органической массы, азотфиксацию и другие почвенные процессы. Происходит нарушение агрегатного строения, микроорганизмы погибают в почве [Фаткулина и др., 1991, Андроханов, 2000]. Полученные нами результаты подтверждают литературные данные.

В полевом опыте в снятом плодородном слое почвы выявлено снижение $C_{орг}$. Перемешивание снятого плодородного слоя не изменяет содержание органического углерода в почве (по 0.65%). Хранение плодородного слоя почвы с гидроизоляцией на фоне рыхления замедляет потери $C_{орг}$, соответственно 0.80 и 0.70. Максимальное сохранение $C_{орг}$ отмечено в вариантах с внесением навоза и гидроизоляцией, соответственно фон – 0.80 в варианте с навозом – 0.72%. Наибольшее значение влажности при хранении плодородного слоя почвы отмечено в варианте с гидроизоляцией и перемешиванием и с гидроизоляцией без перемешивания, но с внесением навоза. В последнем варианте выявлена наименьшая плотность почвы. Влажность почвы несколько выше в варианте без гидроизоляции с перемешиванием. Перемешивание без гидроизоляции по сравнению с вариантом перемешивания с гидроизоляцией не изменило содержание органического углерода, величину плотности, но снизило влажность почвы.

Выводы

1. Разнообразие мнений и методов рекультивации обосновывает необходимость учета ситуации в каждом конкретном регионе. В связи с этим предлагаем создать Регламент по рекультивации земель, ввести в него процедуру отвода земель.

Регламент рекультивации земель должен включать возможность максимального использования существующей инфраструктуры инженерного обеспечения строительства и эксплуатации действующих нефтепроводов в одном техническом коридоре (дорог, переездов, водозаборов, амбаров-отстойников) для создания оптимальных размеров земельного отвода. Обосновано введение в проекты схем привязки и размещения баз природных сорбентов (песок), предусматривающих их использование на случай ликвидации аварий.

2. Введение процедуры отвода земель для несельскохозяйственного использования (очередность отвода с учетом качества почв) позволит сохранить сельскохозяйственные угодья, значительно сократить материальные и энергетические ресурсы, затрачиваемые на различные мероприятия по рекультивации, и время на их проведение.

В первую очередь к отводу под несельскохозяйственное использование следует применять земли, для которых не установлены нормы снятия плодородного слоя почвы, а также почвы с низким значением балла бонитета.

3. Для каштановой зоны степей Волгоградской области эффективными биомелиорантами являются травосмеси – сочетание эспарцета с кострцом, волоснецом, житняком.

Целесообразно использовать посевы многолетних травосмесей для закрепления и сохранения снятого плодородного слоя, который на период строительства буровой скважины складируют за обваловкой рабочей площадки (технический этап рекультивации). При проведении биологического этапа рекультивации предлагаем использовать двух- и трехкомпонентные травосмеси для посева на рабочей площадке буровой скважины после завершения ее строительства и возвращения снятого ранее плодородного слоя почвы.

С целью повышения эффективности биологического этапа рекультивации предлагаем засеять рабочую площадку скважины после возвращения на нее плодородного слоя почвы многолетними травами (эспарцет в сочетании с житняком, кострцом, волоснецом).

4. В период строительства и эксплуатации скважин загрязнялся и деградировал нижний слой (горизонт В), который на период строительства и эксплуатации скважин стал поверхностным.



При непромывном водном режиме, когда преобладают процессы испарения, восходящие токи влаги способствуют подтягиванию солей и растворов к поверхности из нижележащих почвенных горизонтов. В этих условиях возможно загрязнение плодородного почвенного горизонта уже после его возвращения на участок.

Такие мероприятия, как вспашка, промывка, внесение удобрений, включают только в этап биологической рекультивации, но необходимо их проводить и до возвращения плодородного слоя для восстановления функций иллювиального горизонта.

5. В лабораторном опыте по хранению плодородного слоя почвы выявлено снижение органического углерода и влажности, особенно существенное в первый год хранения, плотность практически не изменяется.

6. Хранение снятого плодородного слоя почвы приводит к снижению $C_{орг}$. Перемешивание снятого плодородного слоя не изменяет содержание органического углерода в почве (по 0.65%). Хранение плодородного слоя почвы с гидроизоляцией на фоне рыхления замедляет потери $C_{орг}$, соответственно с 0.80 до 0.70. Максимальное сохранение $C_{орг}$ отмечено в вариантах с внесением навоза и гидроизоляцией, соответственно фон – 0.80 в варианте с навозом – 0.72 %.

7. Наибольшее значение влажности при хранении плодородного слоя почвы отмечено в варианте с гидроизоляцией и перемешиванием и с гидроизоляцией без перемешивания, но с внесением навоза. В последнем варианте выявлена наименьшая плотность почвы. Влажность почвы несколько выше в варианте без гидроизоляции с перемешиванием.

Предложения.

1. Для надлежащего проведения биологического этапа рекультивации предлагаем ввести экологическую экспертизу этого этапа.

2. Истинное содержание нефтепродуктов ($НП_{ист}$) в загрязненной почве предлагаем определять с учетом органических соединений в целинной незагрязненной почве.

Список литературы

References

1. Алиев С.А., Гаджиев Д.А. 1977. Влияние загрязнения нефтью на органическое вещество и активизация биологических процессов в почве. Известия АН АзССР. Биологические науки, 2: 46–48.

Aliiev S.A., Gadzhiev D.A. 1977. The impact of oil pollution on organic matter and the intensification of biological processes in the soil. Izvestija AN AzSSSR. Biologicheskije nauki, 2: 46–48. (in Russian)

2. Андроханов В.А. 1998. Техноземы и изменение их свойств на биологическом этапе рекультивации (на примере КАТЭКа). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 21.

Androkhanov V.A. 1998. Tehnozemy i izmenenie ih svojstv na biologicheskom jetape rekul'tivacii (na primere KATJeKa) [Tehnoshema and change their properties at a biological stage of recultivation (for example, KATEK)]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Novosibirsk, 21. (in Russian)

3. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. 2000. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. Новосибирск, Наука СО РАН, 200.

Androkhanov V.A., Ovsyannikova S.V., Kurachev V.M. 2000. Tehnozemy: svojstva, rezhimy, funkcionirovanie [Technozems: properties, modes, functioning]. Novosibirsk, Nauka SO RAN, 200. (in Russian)

4. ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ. Дата введения 01.01.1987.

GOST 17.4.3.02-85. Protection of nature. Soil. Requirements for protection of fertile soil layer in the production of earthworks. Date of introduction 01.01.1987. (in Russian)

5. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. Дата введения 30.06.1984.

GOST 17.5.1.01-83. Protection of nature. Reclamation of lands. Terms and definitions. Date of introduction 30.06.1984. (in Russian)



6. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель. Дата введения 01.07.1984.
GOST 17.5.3.04-83. Protection of nature. Of the earth. General requirements for land reclamation. Date of introduction 01.07.1984. (in Russian)
7. ГОСТ 17.5.3.05-84. Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию. Дата введения 01.01.1985.
GOST 17.5.3.05-84. Protection of nature. Reclamation of lands. General requirements to landing. Date of introduction 01.01.1985. (in Russian)
8. Добровольский Г.В. 2002. Деградация и охрана почв. М., МГУ, 654.
Dobrovolskiy G.V. 2002. Degradacija i ohrana pochv [Degradation and conservation of soils]. Moscow, MSU, 654. (in Russian)
9. Дзыбов Д.С., Денщик Т.Ю. 2003. Основы биологической рекультивации нарушенных земель. Ставрополь, 150.
Dzyibov D.S., Denschikov T.Yu. 2003. Osnovy biologicheskoy rekul'tivacii narushennyh zemel' [The basics of biological reclamation of disturbed lands]. Stavropol, 150. (in Russian)
10. Добровольский Г.В., Куст Г.С. 2004. Концепция почвенных ресурсов: современное состояние, предпосылки к переосмыслению и постановка задач. В кн.: Почвы – национальное достояние России. Материалы 4 съезда Докучаевского общества почвоведов России. Кн. 1. Новосибирск: 106–108.
Dobrovolskiy G.V., Kust G.S. 2004. The concept of soil resources: current status and prerequisites for the reconsideration and setting goals. In: Pochvy – nacional'noe dostojanie Rossii [Soil is the national heritage of Russia]. Proceedings of the 4 Congress of Dokuchaev society of soil scientists. Vol. 1. Novosibirsk: 106–108. (in Russian)
11. Желтобрюхов В.Ф., Севостьянова В.В., Чалченко В.П. 1999. Технологический регламент по рекультивации земель Волгоградской области по трассам нефтегазопроводов (водоводов) на территории хозяйственной деятельности ООО «Лукойл-Нижевожскнефть». Волгоград, 68.
Zheltobryuhov V.F., Sevostyanova V.V., Chalchenko V.P. 1999. Technological regulations for reclamation of the Volgograd region along the routes of oil and gas pipelines (pipelines) on-site economic activity of LLC "LUKOIL-Nizhnevolzhskneft". Volgograd, 68. (in Russian)
12. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. 1992. Методика. МПР РФ (НЦПИ) от 30.11.92.
Criteria of evaluation of ecological situation of territories for revealing zones of extraordinary ecological situation and zones of ecological disaster. 1992. Technique. MPR RF (NTsPI), dated 30.11.92. (in Russian)
13. Околелова А.А. 2004. О рекультивации нефтезагрязненных земель Волгоградской области. *Земледелие*, (3): 25–26.
Okolelova A.A. 2004. On the rehabilitation of oil-contaminated lands in Volgograd region. *Zemledelie*, (3): 25–26. (in Russian)
14. Околелова А.А., Егорова Г.С. 2004. Генофонд почв Волгоградской области. Волгоград, РПК «Политехник», 100.
Okolelova A.A., Egorova G.S. 2004. Genofond pochv Volgogradskoj oblasti [The gene pool of soils of the Volgograd region]. Volgograd, RPK Politekhnik, 100. (in Russian)
15. Околелова А.А., Егорова Г.С. 2008. Фонд почвенно-генетического разнообразия Волгоградской области. Волгоград, Нива, 104.
Okolelova A.A., Egorova G.S. 2008. Fond pochvenno-geneticheskogo raznoobrazija Volgogradskoj oblasti [The Foundation soil and genetic diversity of the Volgograd region]. Volgograd, Niva, 104. (in Russian)
16. Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф. 2013. Нефтепродукты и методы их анализа. Волгоград, ВолгГТУ, 132.
Okolelova A.A., Zheltobryuhov V.F. 2013. Nefteprodukty i metody ih analiza [Petroleum products and methods of their analysis]. Volgograd, VSTU, 132. (in Russian)
17. Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф., Егорова Г.С., Кастерина Н.Г. 2015. Особенности трансформации нефтепродуктов в почвах. Волгоград, ВГАУ, 104.
Okolelova A.A., Zheltobryuhov V.F., Egorova G.S., Kasterina N.G. 2015. Osobennosti transformacii nefteproduktov v pochvah [The features of transformation of petroleum products in soils]. Volgograd, VSAU, 104. (in Russian)
18. Приказ Минприроды РФ №255, Роскомзема №67 от 22.12.1995 «Об утверждении основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном



использовании плодородного слоя почвы». Зарегистрировано в Минюсте и РФ 29.07.1996. № 1136.

The order of Ministry of natural resources №255, Roskomzem №67, dated 22.12.1995 "On approval of basic provisions on land reclamation, removal, preservation and rational use of fertile layer of soil". Registered in Ministry of justice of IRF 29.07.1996. №1136. (in Russian)

19. Рязанова Л.Г., Проворченко А.В., Горбунов И.В. 2013. Основы статистического анализа результатов исследований в садоводстве. Краснодар, 61.

Ryazanova L.G., Provorchenko A.V., Gorbunov I.V. 2013. Osnovy statisticheskogo analiza rezul'tatov issledovanij v sadovodstve [The basics of statistical analysis of the results of research in horticulture]. Krasnodar, 61. (in Russian)

20. РД 39-00147105-006-97. 1997. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. М., 32.

RD 39-00147105-006-97. 1997. Manual for the reclamation of land disturbed and contaminated during emergency and major repair of oil pipelines. Moscow, 32. (in Russian)

21. Реформирование земельных отношений и землеустройство в Волгоградской области. 1995. Волгоград, Комитет по печати, 26.

Land reform policy and land management in the Volgograd region. 1995. Volgograd, Committee print, 26. (in Russian)

22. Севостьянов В.В., Гудкова З.П., Морозова А.С., Околелова А.А. 1990. Первый этап восстановления плодородия угодий, загрязненных буровыми сточными водами. Информационный листок. Волгоград, ЦНТИ, 123: 4.

Sevostyanov V. V., Gudkova Z. P., Morozova A. S., Okolelova A. A. 1990. Pervyj jetap vosstanovlenija plodorodija ugodij, zagrjzennyh burovymi stochnymi vodami [The first phase of restoration of fertility of land contaminated by drilling wastewater]. Information sheet. Volgograd, CSTI, 123. (in Russian)

23. Севостьянов В.В., Гудкова З.П., Морозова А.С., Околелова А.А. 1990. Рекультивация земель загрязненных большими дозами буровых сточных вод. Информационный листок. Волгоград, ЦНТИ, 361.

Sevostyanov V.V., Gudkova Z.P., Morozova A.S., Okolelova A.A. 1990. Rekul'tivacija zemel' zagrjzennyh bol'shimi dozami burovyh stochnyh vod [Reclamation of lands contaminated with high doses of drilling wastewater]. Information sheet. Volgograd, CSTI, 361. (in Russian)

24. Тарасов А.П., Околелова А.А., Бакунов Д.Ю. 2016. Актуальность создания полигона хранения снимаемого плодородного слоя почвы. В кн.: Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны. Материалы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Ч. 2. Москва–Белгород: 440–441.

Tarasov A.P., Okolelova A.A., Bakunov D.Yu. 2016. The relevance of the ground of storage remove the fertile layer of the soil. In: Pochvovedenie – prodovol'stvennoj i jekologicheskoj bezopasnosti strany [Soil – food and environmental security of the country]. Materials of the VII Congress of the Soil Science Society named after V.V. Dokuchaev. Part 2. Moscow–Belgorod: 440–441. (in Russian)

25. Терещенко Н.Н., Лушников С.В., Пышьева Е.В. 2004. К вопросу о рациональном применении биологических способов рекультивации нефтезагрязненных почв. Отчет. Томск, 56.

Tereschenko N.N., Lushnikov S.V., Pyisheva E.V. 2004. K voprosu o racional'nom primenenii biologicheskikh sposobov rekul'tivacii neftezagrjzennyh pochv [To the question about rational use of biological methods of reclamation of oil-contaminated soils]. Report. Tomsk, 56. (in Russian)

26. Фаткулин Ф.А., Андроханов В.А. 1991. Изменение свойств плодородного слоя почвы, складированного в целях рекультивации на угольных разрезах КАТЭКа. В кн.: Экология и охрана почв засушливых территорий Казахстана. Тезисы докладов Республиканской научной конференции. Алма-Ата: 216–217.

Fatkulin F. A., Andrianov V. A. 1991. Change the properties of topsoil stored for purposes of reclamation at coal mines of KATEK. In: Jekologija i ohrana pochv zasushlivyh territorij Kazakhstana [Ecology and soil conservation in the arid areas of Kazakhstan]. Abstracts of the Republican Scientific Conference. Alma-Ata: 216–217. (in Russian)

27. McGill W.W. 1977. Soil restoration following oil spills – a review. *Journal of Canadian Petroleum Technology*, 16 (2): 60–67.