

**АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

На правах рукописи
УДК 502.55:622.276.5

Худайбергенова Альфия Анваровна

**Разработка технологии восстановления
нефтезагрязненных почв и грунтов
(на примере кашкадарьинского вилоята)**

11.00.11 – Охрана окружающей среды и рациональное
использование природных ресурсов

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент 2011

Работа выполнена в	Ташкентском государственном техническом университете им. Абу Райхон Беруни
Научный руководитель	Заведующий кафедрой «Охрана окружающей среды» к.т.н., доц. Мусаев Маъруф Набиевич
Официальные оппоненты	д.х.н., проф. Хамраев С.С. д.т.н., проф. Халилова Р.Х.
Ведущая организация	ОАО «УзЛИТИнефтегаз»

Защита состоится _____ на заседании специализированного совета Д.015.13.01 при институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77а., тел.: (99871) 262-56-60, факс: (99871) 262-76-57, e-mail: ionxanruz@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке Академии наук Республики Узбекистан по адресу: г.Ташкент, ул. Муминова, 13.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2011г.

Ученый секретарь
специализированного совета
к.х.н., ст.н.с.

М.А. Ибрагимова

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Одной из крупных экологических проблем в Узбекистане, как отметил президент Республики И.А.Каримов в работе «Узбекистан на пороге XXI века: угрозы безопасности, условия и гарантии прогресса», является загрязнение земель. Реальной угрозой стало интенсивное загрязнение почв различными видами промышленных и бытовых отходов. Интенсивная добыча полезных ископаемых является источником загрязнения почв, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха.

В ряду веществ, загрязняющих природную среду нефть и нефтепродукты считаются одними из самых распространенных и опасных. Попадание нефти в окружающую среду приводит к нарушению экологического равновесия и существенному изменению сложившихся биоценозов, ведет к загрязнению поверхностных и подземных вод, накоплению в почве токсичных веществ, снижению продуктивности биоресурсов и деградации природных ландшафтов. Решение проблемы нефтяного загрязнения компонентов окружающей среды и рациональное природопользование остро стоит перед мировым сообществом.

Особую актуальность изучаемая проблема приобретает в свете борьбы с последствиями всемирного экономического кризиса. В частности, дальнейшее повышение конкурентоспособности нашей экономики, отметил И.А. Каримов в работе «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана», рост благосостояния населения во многом зависят от бережного, экономного использования имеющихся ресурсов, в первую очередь - энергоресурсов.

В связи с вышеизложенным, исследование, разработка и апробация новой эффективной и экономически выгодной технологии восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов), а также разработка методики их эффективного практического применения, представляют большой научно-практический интерес и являются весьма актуальными.

Степень изученности проблемы. Для решения проблемы восстановления и реабилитации нефтезагрязненных почв (грунтов) в работе впервые применены новые технологии, основанные на использовании совокупности технологических способов, способствующих экологически безопасному восстановлению почвы. Исследованы возможности использования этих технологий для восстановления почв (грунтов) как на месте разлива, так и с изъятием их с места разлива нефти и нефтепродуктов.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Диссертационная работа выполнена в Ташкентском техническом университете в соответствии с договором между УзПЕК Лимитед и ТашИТИ «Водгео» № 15/04 от 23.04.2004 г. «Разработка рекомендаций по восстановлению нефтезагрязненных почв на территории месторождения Южный Кызылбайрак» (2004 г.) и договором между ТашИТИ «Водгео» и Кашкадарьинским областным комитетом охраны природы № 207/06 от 07.04.2006 «Разработка технологии биологической очистки нефтесодержащих почв и грунтов нефте-

газоносного района Кашкадарьинской области» (2006-2008 г.г.), договором между НПП POLITEK и ТашИТИ «Сувгео» № 325/08 от 12.09.2008 г. «Проект заявления на окружающую среду для Зирбулакского УМГ».

Цель исследования. Цель диссертационной работы заключается в исследовании и разработке новой технологии восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов) с различной начальной концентрацией нефти в них для условий Кашкадарьинского вилоята.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели в работе сформулированы и решены следующие конкретные задачи:

- разработка классификации нефтезагрязненных почв (грунтов);
- разработка методов восстановления почв (грунтов) с содержанием углеводородов нефти до 60 г/кг почвы без изъятия с места разлива нефти и подбор оптимальной технологии;
- разработка методов восстановления почв (грунтов) с содержанием углеводородов нефти свыше 60 г/кг почвы с изъятием с места разлива нефти, восстановление почв (грунтов) на модельной установке и подбор оптимальной технологии;
- практическое применение технологий при ликвидации аварийного разлива нефти и порыве нефтепровода;
- определение факторов, влияющих на скорости течения процессов разложения нефти (климатических, физических, биологических и т.д.), и разработка математических моделей, описывающих изучаемые процессы;
- на основании полученных результатов предложение алгоритма проведения работ и технологической схемы восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов) с различными начальными уровнями загрязнения;
- проведение технико-экономических расчетов работ по восстановлению нефтезагрязненных почв (грунтов) в соответствии с предлагаемыми алгоритмом и технологической схемой.

Объекты и предмет исследования. Объектами исследования являются нефтезагрязненные почвы (грунты), отобранные с территории месторождения Южный Кизилбайрак расположенного в Дехканобадском тумане Кашкадарьинского вилоята. Предмет исследования – разработка новых технологических схем восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов) (с изъятием почв с места разлива нефти и без изъятия почв с места разлива нефти).

Методы исследования. Определение содержания УВ нефти в почве производилось в соответствии с РД 118.3897485.11-92 «Охрана природы. Гидросфера. Методика определения нефтепродуктов в почве, природных и сточных водах колоночной хроматографией с весовым окончанием» Государственный комитет по охране природы Республики Узбекистан. - Ташкент, 1993.

Гипотеза исследования. В результате применения совокупности технологических и биологических методов будет достигнуто снижение загряз-

нения нефтью почв до фоновых концентраций углеводородов нефти и восстановление почвы для последующего использования в сельском хозяйстве.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Классификация уровней загрязнения почв и грунтов нефтью и методов их восстановления.
2. Технологические параметры процессов восстановления почв при среднем и высоком уровнях загрязнения.
3. Влияние климатических, физических и биологических факторов на скорости течения процессов восстановления почвы. Математические линейные и полиномиальные модели динамики восстановления почвы, а также прогноз длительности этих процессов.
4. Алгоритм проведения работ и новая технологическая схема восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов) без изъятия и с изъятием с места разлива при использовании агротехнических и биологических методов.

Научная новизна работы заключается в следующем:

Впервые для Республики Узбекистан изучены почвы с различными степенями загрязнения и предложена классификация уровней загрязнения почв (грунтов) нефтью.

Впервые выявлены зависимости скорости деградации углеводородов от применения совокупностей методов восстановления почвы и влияния факторов окружающей среды.

Впервые в зависимости от начальной концентрации загрязнений применен дифференцированный подход к разработке технологий восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов), основанный на совокупности технических и биологических приемов.

Впервые построены математические модели, подтвердившие эффективность предлагаемых методов вне зависимости от уровня начального загрязнения, позволившие прогнозировать длительность процесса восстановления и просчитать время завершения восстановительных работ (т.е. при достижении фоновых концентраций).

Научная и практическая значимость результатов исследования. В результате исследований почв с различной степенью загрязнения была предложена классификация уровней загрязнения почв (грунтов) нефтью, которая может быть использована как для оценки нефтяных разливов, так и при выборе технологий восстановления почв.

Результаты исследований факторов, влияющих на скорости течения процессов разложения нефти, позволили разработать технологию восстановления почв, которая может быть использована в практике ликвидации аварийных разливов нефти на территории Республики Узбекистан. Предложен алгоритм проведения работ по восстановлению почвы с различными степенями загрязнения, а также технологическая схема восстановления почвы с высоким уровнем загрязнения, показаны эффективность и целесообразность предложенных технологий.

Теоретические и практические результаты исследований могут быть использованы для учебного курса «Технологии защиты окружающей среды по специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Реализация результатов. Результаты исследований были реализованы при восстановлении почвы после аварийного разлива нефти на территории месторождения Южный Кызылбайрак, расположенном в Дехканобадском районе Кашкадарьинского вилоята. Акт внедрения научной работы от 05.08.08 г. Разработан «Регламент на восстановление нефтезагрязненных почв (грунтов) на контрактной площади Юго-Западный Гиссар», получивший согласование и рекомендации к применению Государственной экологической экспертизой Государственного комитета по охране природы Республики Узбекистан № 18/162з от 30.03.09 г. Восстанавливается береговая зона озера Айдаркуль, расположенного в Навоинской области, загрязненная нефтью в результате порыва нефтепровода, затопленного водами озера. Работа ведется в настоящее время.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы доложены, обсуждены и получили одобрение на: Международном симпозиуме «Загрязнение пресных вод аридной зоны: оценка и уменьшение» (Ташкент, 2004); Международной научной конференции «INNOVATION – 2006» (Ташкент, 2006); Республиканской научно-практической конференции «Роль женщин-ученых в развитии науки и техники» (Ташкент, 2006); 7-ом Международном конгрессе «Вода: экология и технология. ЭКВАТЭК-2006» (Москва, Россия, 2006); Московском Международном водном форуме: конгресс «Вода: экология и технология. ЭКВАТЭК-2008» (Москва, Россия, 2008); Международная научно-практическая конференция «Проблемы формирования и внедрения инновационных технологий в условиях глобализации» (Ташкент, 2010); 15-ой Международной конференции «Нефть и Газ Узбекистана» (Ташкент, 2011).

Опубликованность результатов. Основное содержание диссертации отражено в 11 опубликованных работах, в том числе в 2 научных статьях и 9 тезисах докладов в сборниках Международных и Республиканских научных конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованной литературы, состоящего из 119 наименований и приложений. Диссертационная работа изложена на 161 страницах машинописного текста, включает 18 рисунков и 21 таблиц.

Основное содержание диссертации

Во **введении** диссертации отражается актуальность и новизна проблемы, цель, задачи, научная и практическая значимость выполненных исследо-

ваний, основные защищаемые положения, сведения об апробации и публикациях.

В обзоре литературы, которому посвящена **первая глава**, описаны поведение нефти в окружающей среде и методические основы деструкции углеводородов (далее УВ) нефти, дан анализ современного состояния методов восстановления нефтезагрязненных почв, к которым относятся: пассивное восстановление, основанное на способности окружающей среды к самоочищению; удаление загрязненных почв для последующей их обработки с помощью промывок, обработки неорганическими, органическими и биологическими препаратами; обработка на месте биопрепаратами.

Во **второй главе** изложены объекты и методы исследований.

Объектами исследования в данной работе являлись почвы, загрязненные в результате разлива нефти, произошедшего на территории месторождения Южный Кызылбайрак (Кашкадарьинский вилоят).

Анализ почв на общее содержание УВ нефти проводился по методике РД 118.3897485.11-92. Подсчет микроорганизмов производился по «Методам почвенной микробиологии...» (МГУ, 1991).

Статистическую обработку, корреляционный анализ и математическое моделирование полученных данных проводили по статистическим программам «Excel».

Проведена систематизация литературных данных и опытов собственных исследований и предложена Классификация загрязнений и методов проведения восстановительных работ (табл.1.)

Таблица 1

Классификация загрязнений и методов проведения восстановительных работ

Степень загрязнения	Содержание УВ нефти в почве, г/кг	Состояние растительности	Восстановительные работы
Фон	до 1	хорошее физиологическое состояние, без признаков угнетения	Не требуются
Слабое загрязнение	1-10	растительности в удовлетворительном состоянии, влияние загрязнения не замечено	Пассивное восстановление
Среднее загрязнение	10-60	не полное отмирание растительности	Агротехнические методы
Сильное загрязнение	свыше 60	полное отмирание растительности	Специальные методы

На основании литературных данных и опытов собственных исследований произведен подбор параметров технологии восстановления без изъятия и с изъятием почв с места разлива нефти. Для восстановления почв без изъятия с места разлива с использованием агротехнических приемов: аэрация

(вспашка) почв; внесение раскислителей или щелочных компонентов для поддержание уровня pH 6,5-8,5; увлажнение соленой природной водой с концентрацией NaCl и K₂SO₄ 2,5-3 г/л; увлажнение почвы (влажность почвы поддерживается в интервале 20-25%), 4-6 л на 1 м² полив биофитомом (биогенными элементами с микрофлорой); посадка агрокультуры, аккумулирующей азот в почве, и развитие азотфиксирующих бактерий.

Для восстановления почв с изъятием с места разлива на модельной установке использовалась следующая совокупность факторов: внесение биогенных элементов - минеральные удобрения в виде аммиачной селитры - NH₄NO₃ (концентрация 1 г/л воды) и одно- и двухзамещенного калия фосфорнокислого - KH₂PO₄ (концентрация 1 г/л воды) и K₂HPO₄ (концентрация 1 г/л воды); внесение хлоридов в пределах 4-6 г/л, сульфатов K₂SO₄ 1,0-2,0 г/л; внесение биофитона; содержание растворенного кислорода во всех секциях установки поддерживалось в пределах от 3 до 5 мг/л; температура воды 22-24 °C; pH 7,1÷7,5; периодически перемешивалась почва.

Описана модельная установка и метод приготовления биофитона.

Результаты исследований и их обсуждение

Третья глава посвящена определению влияния применяемых методов и природно-климатических факторов на процессы восстановления нефтезагрязненных почв.

Выбор методов восстановления почвы зависел от начальной концентрации УВ нефти в ней. При высоком содержании (свыше 60 г/кг) использовалась технология с изъятием почвы с места разлива нефти и дальнейшим ее восстановлением на модельной установке. При низком (ниже 60 г/кг) – без изъятия почвы с места разлива с применением агротехнических приемов. При концентрации ниже 10 г/кг нами не рекомендуется проводить работы, поскольку восстановление почв происходит под воздействием лишь природно-климатических факторов.

Использование технологий восстановления с изъятием почв (грунтов) с места разлива нефти/нефтепродуктов рекомендуем производить в следующих случаях:

- содержание углеводородов выше 60 мг/г сухой почвы;
- разлив произошел на территории, имеющей статус природоохранной, рекреационной или санитарно-защитной зоне природных водоемов;
- разлив произошел на производственной площадке, где не допускается замазученность грунта в противопожарных целях и т.д.

Во всех остальных случаях рекомендуем использовать технологию восстановления без изъятия почв с места разлива, с применением агротехнических приемов.

Эксперимент по восстановлению почв в модельной установке проводился в сравнении с контрольным участком, работы на котором не осуществ-

лялись (табл.2.). В результате было установлено, что в естественных условиях разложение УВ происходит в течение длительного времени и напрямую связано с сезонными изменениями климата (температуры и влажности), процесс активизируется в зимний (прохладный и влажный) период и практически затухает в летний период. В результате чего снижение содержания УВ в почвах с сильным загрязнением на 60 % было достигнуто лишь через 40 месяцев.

Обработка в модельной установке позволила достигнуть аналогичного результата уже через 12 месяцев. Технология восстановления почв с изъятием с места разлива нефти весьма эффективна и составляет 90% за 27 месяцев. Восстановление почвы на модельной установке проводилось под слоем воды с внесением биогенных элементов, солей, биофитона. По литературным данным известно, что применение биопрепаратов-деструкторов не эффективно при содержании УВ в почве выше 25-30 г/кг, тогда как условия, созданные в модельной установке, позволили восстановить почву с высокой начальной концентрацией УВ - 116 г/кг.

Таблица 2

Сравнительный анализ содержания УВ нефти в почве
контрольного участка и модельной установки

Даты отбора проб	Контрольный участок		Модельная установка	
	Содержание, г/кг	Снижение, %	Содержание, г/кг	Снижение, %
02.03.2005	113			
27.09.2005	112	0,75		
09.03.2006	101,4	10,16		
10.04.2006			116	
20.09.2006	101	10,5		
25.09.2006			111	4,3
20.12.2006			81,5	29,7
10.02.2006			76	34,4
15.04.2007	83,3	26,2	50,3	56,6
15.06.2007	84,1	25,5	33	71,6
03.10.2007	71,3	36,9		
27.10.2007			24,9	78,5
25.12.2007	58,5	49,6		
15.01.2008			23,0	80,2
20.04.2008	51,1	54,4	20	82,7
10.06.2008	47	58,4		
17.07.2008			12	89,7

При анализе скорости процесса восстановления почвы в модельной установке выявлено, что на первом этапе в течение 5-6 месяцев происходит

адаптация и развитие микробного сообщества и снижение содержания УВ незначительно (4%). На втором этапе после наработки биомассы ($2,5 \times 10^6$ кл/г) процесс деструкции легких фракций УВ протекает активно и достигает 11% в месяц. Снижение содержания УВ на втором этапе составляет 67,3%. На третьем этапе повышается доля тяжелых фракций нефти в почве и скорость процесса замедляется до 7% в летний, и 3% в осенне-зимний период.

Таким образом, при выбранных технологических параметрах, скорость процесса восстановления почвы (с высоким содержанием УВ) на модельной установке зависела от количества микроорганизмов-деструкторов УВ и фракционного состава нефтяного загрязнения.

При проведении экспериментов выявлены зависимости содержания УВ в почве от количества микроорганизмов – деструкторов УВ. Анализ содержания микроорганизмов проводился в почве модельной установки и контрольного участка (рис.1,2). Независимо от начальной концентрации УВ нефти динамика содержания микроорганизмов в почве имеет общую направленность: снижение содержания микроорганизмов в 20 раз на первой стадии (вызванного ингибированием их роста УВ) и увеличение их численности в 350 раз (за счет качественной перестройки бактериального сообщества, и повышения доли микроорганизмов-деструкторов УВ нефти).

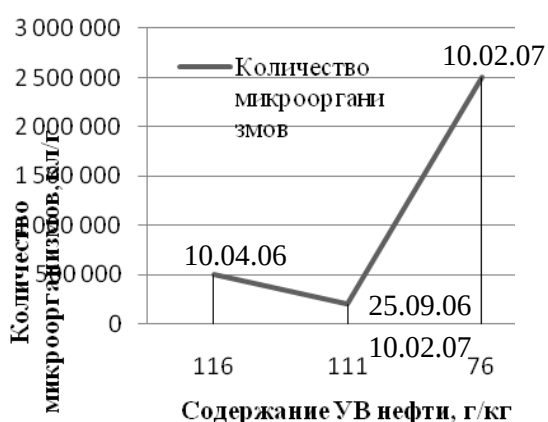


Рис.1. Зависимость содержания УВ нефти от количества микроорганизмов в модельной установке

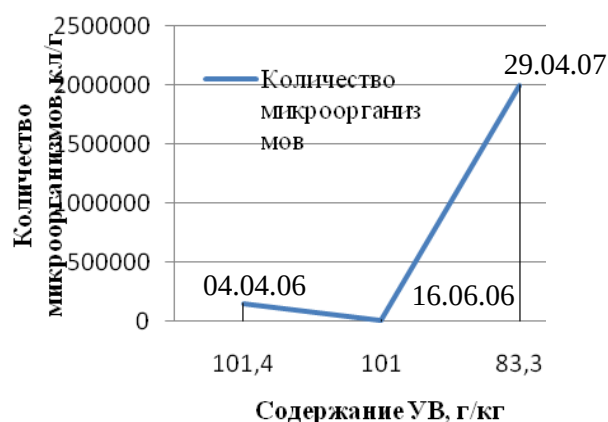


Рис.2. Зависимость содержания УВ нефти в почве от количества микроорганизмов деструкторов УВ и климатических сезонов в почве контрольного участка

Применение технологии восстановления почв без изъятия почв с места разлива нефти на экспериментальных участках со слабым загрязнением (1-10 мг/г) позволило снизить содержание УВ до фоновых концентраций $0,4 \div 0,5$ г/кг за полгода (табл.3.).

На экспериментальных участках со средним загрязнением (10-60 мг/г) снижение содержания УВ до слабого уровня загрязнения 5,8 г/кг, при котором дальнейшее проведение обработки нецелесообразно, было достигнуто за 9 месяцев (табл.4).

Таблица 3

Динамика снижения содержания УВ нефти при восстановлении
участков со слабым загрязнением

Место отбора проб	15.10.2006	14.01.2007		20.05.2007	
	Конц. УВ нефти, г/кг	Конц. УВ нефти, г/кг	Остаточное содержание, %	Конц. УВ нефти, г/кг	Остаточное содержание, %
1 участок	4,14	0,98	24	0,4	10
2 участок	3,36	0,69	20,5	0,57	17
3 участок	1,96	0,94	48	0,5	25,5
4 участок	2,24	0,75	33,5	0,4	18
5 участок	1,55	1,54	99,4	0,45	29
6 участок	3,95	1,74	44	1,44	36
7 участок	2,57	2,56	99,6	2,47	96
8 участок	0,49	0,5	0	0,45	0

Таблица 4

Динамика снижения содержания УВ нефти при восстановлении
участков со средним загрязнением

Место отбора проб	Начальная концентрация УВ нефти, г/кг 18.08.07	Содержание УВ нефти							
		05.11.2007		18.12.07		05.05.2008		28.08.2008	
		Конц. УВ нефти г/кг	Остаточное содержание, %	Конц. УВ нефти, г/кг	Остаточное содержание, %	Конц. УВ нефти, г/кг	Остаточное содержание, %	Конц. УВ нефти, г/кг	Остаточное содержание, %
1 участок	35,9	24,2	67,4	17,9	49,9	10,3	29,09	5,8	16,2
2 участок	36,7	27,0	73,6	22,6	61,6	18,7	50,95	12,7	34,6
3 участок	35,4	30,7	86,7	27,6	78,0	22,1	62,43	18	50,84
4 участок	37,0	29,0	78,4	25,5	68,9	20,2	54,6	14,5	39,2
5 участок	33,0	28,0	84,9	26,0	78,8	21,0	63,63	16,9	51,2
7 участок	37,3	35,1	94,1	34,8	93,3	30,3	81,23	27,5	73,73
8 участок	0,44	0,47	100	0,46	100	0,44	100	0,45	100

Результаты статистической обработки данных обоих экспериментов позволили определить наиболее эффективную совокупность агротехнических приемов: вспашка + посадка нута + полив биофитомом (1 участок), причем определяющим фактором является полив биофитомом. Эффективность по-

садки нута в совокупности со вспашкой и поливом различными растворами выше, чем использование только вспашки и полива растворами.

При сравнении скоростей деградации УВ нефти в первом и втором эксперименте (рис.3.) видно, что скорость восстановления нефтезагрязненных



Рис.3. Сравнение скоростей разложения УВ на слабом и среднем загрязнении

почв (грунтов) со слабым загрязнением ниже, чем со средним. Снижение содержания УВ нефти в почве со слабым начальным загрязнением происходит в основном за счет природно-климатических факторов. При анализе динамики скоростей деградации УВ нефти на участке со средним уровнем загрязнения установлено, что наиболее высокая скорость достигнута при разложении легких фракций УВ (50% от общего содержания УВ). Скорость разложения оставшихся тяжелых фракций УВ в почве значительно падает и на протяжении последних 8 месяцев эксперимента не превышает 1,52 г/кг·мес (разлагается около 33% от общего содержания УВ). Это может быть связано с тем, что тяжелые смолистые соединения мало подвержены разложению под воздействием природно-климатических факторов, и требуют большего времени для разложения и труднее перерабатываются микроорганизмами-деструкторами УВ.

Изученные методы восстановления нефтезагрязненных почв с успехом были опробованы при ликвидации аварийного разлива нефти на территории месторождения Южный Кызылбайрак (Кашкадарьинский вилоят). В период процесса восстановления (с марта 2004 года по апрель 2008 года) осуществлялся систематический аналитический контроль и визуальные наблюдения. Результаты процессов восстановления приведены на рис.4.

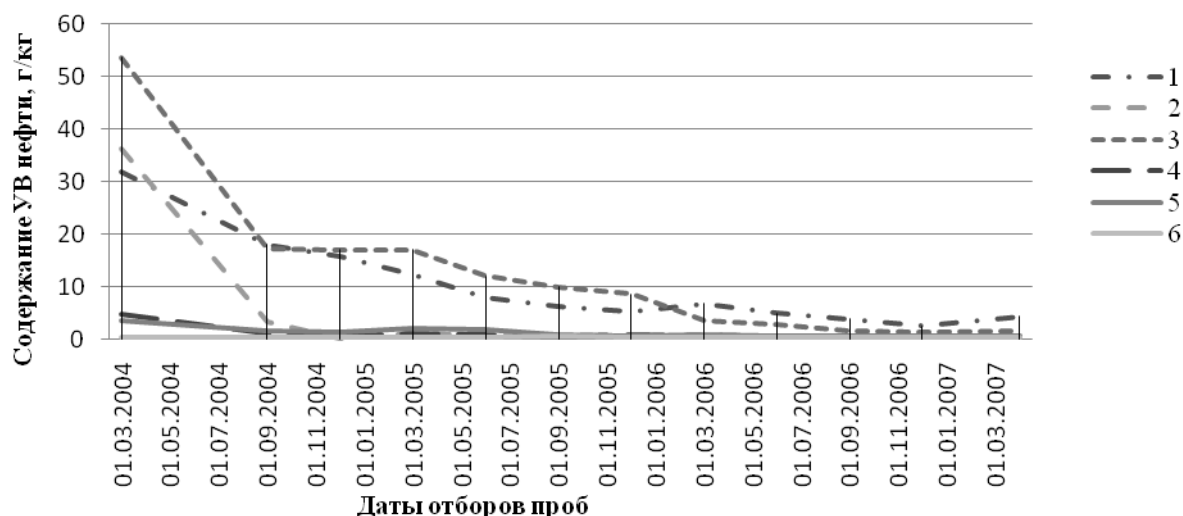
В зависимости от начальной концентрации к почвам были применены различные методы восстановления:

- восстановление нефтезагрязненных почв с изъятием с места разлива. Метод позволил снизить содержание УВ нефти на 87% за 27 месяцев (остаточное содержание составило 4,33 г/кг);

- восстановление нефтезагрязненных почв без изъятия с места разлива с использованием агротехнических приемов. При начальной концентрации 17,2 г/кг эффективность метода - 92% за 24 месяца. При начальной концентрации 4,34 г/кг – эффективность 90% за 5 месяцев;

- восстановление нефтезагрязненных почв (с аэрозольным напылением) без изъятия с места разлива с использованием механической обработки. При начальной концентрации 4,78 г/кг эффективность метода - 91% за 9 месяцев. Почва с аналогичным загрязнением под воздействием только природно-

климатических факторов восстановилась за 18 месяцев. Таким образом, скорости процессов деструкции УВ в 2 раза выше, чем на участке без обработки.



- 1 - Восстановление с изъятием почвы с места разлива нефти
- 2 - Участок 1. Восстановление без изъятия почвы с места разлива нефти
- 3 - Участок 2. Восстановление без изъятия почвы с места разлива нефти
- 4 - Механическая обработка
- 5 - Зона аэрозольного напыления/ без обработки
- 6 - фон

Рис.4. Динамика снижения содержания УВ нефти при ликвидации аварийного разлива

Применение технологии восстановления почвы с использованием агротехнических приемов показало высокую эффективность при ликвидации разлива нефти, произошедшего при затоплении нефтепровода Чарджоу – Чимкент озером Айдаркуль (2008-2010 г.). Для восстановления прибрежной зоны участка западного побережья озера Айдаркуль, загрязненного нефтью было решено использовать только боронование и внесение натриевой селитры, постоянный контакт загрязнения с озерной водой позволял увлажнять почву естественным путем, что сокращало расходы на увлажнение территории. За 16 месяцев, прошедших после начала обработки песчаников содержание УВ нефти снизилось на более чем на 98 % и достигло фоновых концентраций.

В четвертой главе приводятся математические модели процессов восстановления почв.

Линейные функции позволили прогнозировать длительность процесса восстановления и просчитать момент завершения работ. Полиномиальные функции описывали процесс с большей точностью в каждый промежуток времени. Сравнительный анализ функций, описывающих тренды процессов восстановления почв на контрольном участке и в модельной установке доказал, что процессы равнонаправленные, но если продолжительность восстановления в модельной установке составляет 2 года 3 месяца (рис.5.), то прогнозируемая продолжительность восстановления почв под действием лишь природно-климатических факторов составляет 6 лет (рис.6.).

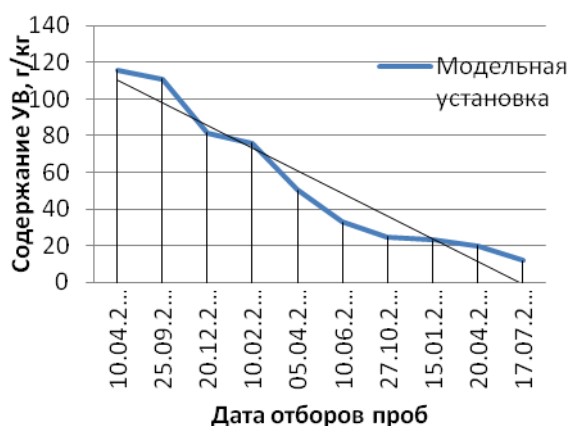


Рис.5. Линейная функция для процесса восстановления почвы в модельной установке

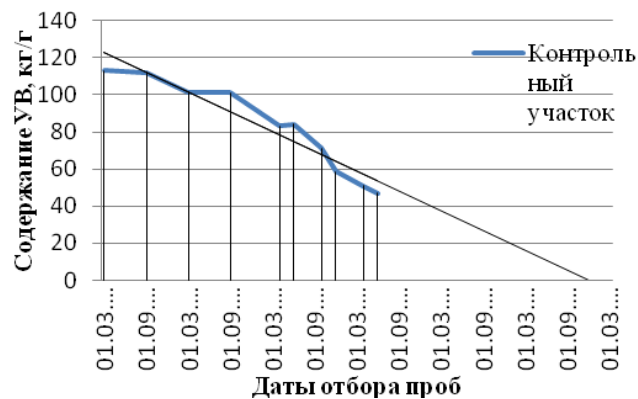


Рис.6. Линейная функция – прогноз восстановления почвы на контрольном участке

Пятая глава посвящена разработке алгоритма (рис.7.) и технологической схемы работ по восстановлению почв (рис.8), уточненной по результатам опытно-промышленной эксплуатации технологии восстановления нефтезагрязненных почв при ликвидации аварийного разлива нефти.

Технология восстановления нефтегазразных почв без изъятия с места разлива нефти. В случаях, если разлив занимает несколько десятков гектаров, но концентрация загрязнения лежит в пределах от 10 до 60 г/кг, то восстановление производится без изъятия почвы с места разлива с применением агротехнических приемов: многократная вспашка, полив слабосоленой речной водой и биоактивным раствором. После 3-5 обработок, производится посев технической агрокультуры (нут). После прорастания нута, зеленую массу запахивают в почву в качестве зеленых удобрений. Затем продолжается перепашка почвы (грунта) с поливом биофитонем. В процессе работы 1 раз в 1-3 месяца производится отбор проб и определяется содержание углеводородов нефти. Обработка завершается, когда содержание углеводородов снижается ниже 10 мг/г.

Технология восстановления почв с изъятием с места разлива нефти. Для восстановления почвы с высоким уровнем загрязнения нами разработана принципиальная технологическая схема восстановления нефтезагрязненных почв (рис.8.).

Нефтезагрязненные почвы (грунты) срезаются и вывозятся в гидроизолированный амбар(ы) для хранения 1.

Из нефтеловушки уловленная нефть перекачивается насосом в емкость сбора уловленной нефти 4, откуда вывозится на подготовку.

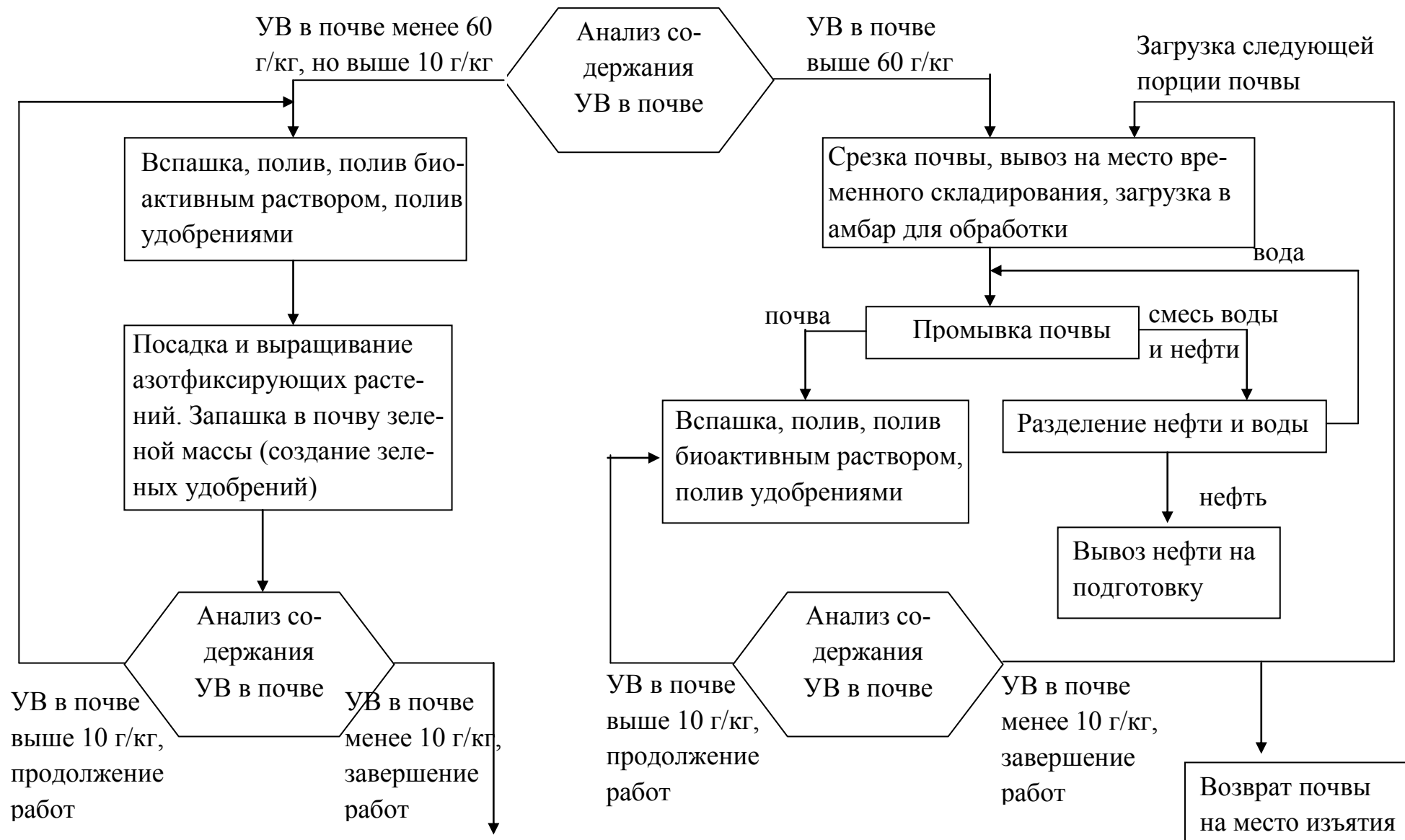


Рис.7. Алгоритм проведения работ по восстановлению почв (грунтов)

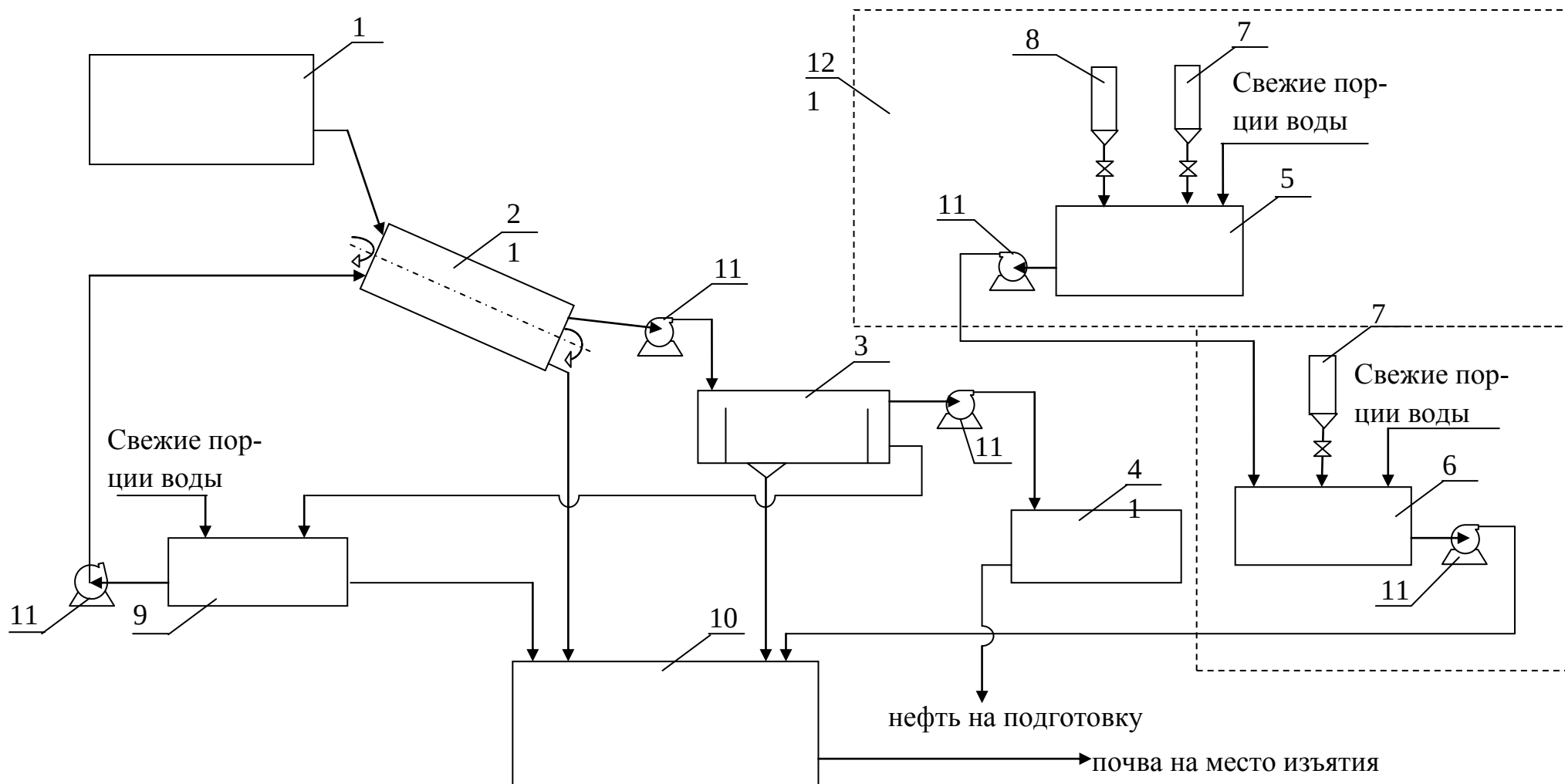


Рис. 8. Принципиальная технологическая схема восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов)

1 – амбар для хранения нефтезагрязненных почв; 2 – промывочная машина; 3 – нефтеловушка; 4 – емкость для сбора уловленной нефти; 5 – емкости для приготовления биофитона; 6 – емкости для приготовления биоактивного раствора; 7 – дозатор удобрений; 8 – дозатор хозяйственных стоков; 9 – амбар для сбора промывочной воды; 10 – амбар для восстановления почв с транспортером смесителем; 11 – насосы; 12 – блок приготовления биоактивного раствора

Вода возвращается в амбар промывочной воды 9 и повторно используется при промывке почвы. Унесенные со смесью нефти и воды частицы почвы периодически откачиваются из нефтеловушки 3 и загружаются в открытый амбар для восстановления почвы 10. Почва из промывочной машины подается в емкость для восстановления почв 10 и распределяется по ее дну слоем не более 0,5-0,7 м на один цикл восстановления. Высота емкости должна быть не ниже 1,20 м с учетом запаса на увлажнение и предотвращения перетока осадков. Нефтезагрязненные почвы (грунты) в емкости распределяются ровным слоем и периодически перемешиваются посредством вращения лопастного транспортера.

2 этап – деградация УВ нефти: Часть воды из амбара промывочной воды 9 заливается в амбар для восстановления почв 10 в объеме, достаточном для его увлажнения – около 25 %. Готовится биоактивный раствор и биофильтр. В случае если почва имеет рН среды выше или ниже 6,5-8,5 вносятся раскислители или щелочи для нейтрализации повышенной щелочности или кислотности. В случае, если вода пресная и содержание солей сульфатов в ней менее 2-3 г/л, дополнительно вводятся соли K_2SO_4 в количестве 2-3 г/л для формирования эффекта высаливания углеводов нефти из почвы.

Далее почвы (грунты) в «амбаре восстановления» периодически взрыхляются вращением транспортера и оставляются для наработки микрофлоры в течение 20 дней. Затем производится отбор проб и анализ воды и почв (грунта) по следующим показателям: рН; количество микроорганизмов-деструкторов углеводов; ХПК; содержание углеводов нефти в почве (грунте) в емкости 10.

При необходимости вводятся кислотные или щелочные агенты для поддержания нейтрального рН среды. Для эффективной деструкции углеводов нефти количество микроорганизмов должно быть не менее $2,5-3,0 \cdot 10^6$ кл/г, а ХПК лежат в пределах 250-500 мг/л. Периодичность внесения необходимых компонентов определяется по результатам анализов. По опыту она составляет 1 раз в месяц. После того, как достигнуто содержание углеводов нефти в восстанавливаемой почве (грунте) менее 10 г/гкг сухой почвы, работы по восстановлению прекращаются. Почву (грунт) можно использовать на улучшение плодородного слоя, т.к. в ней будет содержаться довольно высокое количество микроорганизмов, азота и почвенной органики. Затем загрузить следующую порцию почвы (грунта) и повторить цикл.

Стоимость работ по восстановлению нефтезагрязненных почв складывается из капитальных и операционных затрат (таб.5.). Капитальные затраты включают в себя стоимость строительства сооружений (амбары, водоводы и т.д.) и закупка и монтаж оборудования. Операционные затраты отражают стоимость работ по восстановлению почв.

Таблица 5

Сводная таблица затрат на проведение работ по восстановлению почв

Вид затрат	Наименование объектов	Стоимость, сум
Восстановление почв с изъятием с места разлива нефти	Капитальные затраты	31 797 819,40
	Операционные затраты	7 135 430,82
Восстановление почв без изъятия с места разлива нефти	Капитальные затраты	5 429 358,52
	Операционные затраты	5 176 276,53

Стоимость восстановительных работ с изъятием почвы с места разлива нефти выше, но обосновывается экологической, промышленной и социальной безопасностью.

Выводы

Основные научные результаты диссертации, практические выводы и рекомендации заключаются в следующем:

1. В работе предложено эффективное и легко реализуемое решение острой стоящей в Республике Узбекистан и во всем мире проблемы восстановления почв загрязненных нефтью.
2. При помощи разработанной технологии были успешно ликвидированы последствия аварийного разлива нефти на территории месторождения Южный Кызылбайрак, расположенного в Дехканобадском тумане Кашкадарьинского вилоята, а также восстановлен участок западного побережья озера Айдаркуль, загрязненного нефтью в результате порыва затопленного нефтепровода Чарджоу-Чимкент.
3. Результаты проведенных работ по восстановлению почвы от нефтяного загрязнения получили положительное заключение Государственной экологической экспертизы № 18/28з от 16.01.2009 г.
4. Предложена классификация уровней загрязнения почв и грунтов нефтью и методов их восстановления.
5. На основании экспериментальных данных разработаны технологии восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов) с изъятием и без изъятия с места разлива нефти. Определены технологические параметры процессов восстановления почв без изъятия с места разлива нефти на экспериментальных участках (средний уровень загрязнения - до 60 г/кг); и с изъятием с места разлива нефти на модельной установке (высокий уровень загрязнения – выше 60 г/кг).
6. Предложен алгоритм проведения работ по ликвидации нефтяных загрязнений. Разработана новая технологическая схема и произведен технико-экономический расчет технологии восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов) без изъятия и с изъятием с места разлива при использовании агротехнических и биологических методов. Разработан и согласо-

ван Государственной экологической экспертизой «Регламент на восстановление нефтезагрязненных почв (грунтов) на контрактной площади Юго-западный Гиссар» (Заключение ГЭЭ № 18/162з от 30.03.2009 г.).

7. Определены климатические, физические и биологические факторы, влияющие на скорости течения процессов восстановления почвы. Произведено математическое моделирование динамики этих процессов. Линейные и полиномиальные функции позволили описать процессы восстановления в каждый промежуток времени, прогнозировать их длительность до достижения фоновых концентраций и определить момент завершения работ.

Список опубликованных работ

1. Худайбергенова А.А., Ижицкая М.В., Шаповалова Л.М., Бут Л.И. Мониторинг природных вод и грунтов в нефтегазоносном районе Узбекистана // Вода: экология и технология: Сб. док. 7-ого Межд. конгресса. – М., 2006. – С. 324-325.
2. Худайбергенова А.А. Классификация нефтяных загрязнений // Теоретические и практические аспекты нефтегазовой геологии Центральной Азии и пути решения современных проблем отрасли: Тез. докл. Международной науч.-практ. конф. – Ташкент: ОАО ИГИРНИГМ, 2009. – С. 155-157.
3. Худайбергенова А.А. Результаты опыта восстановления нефтезагрязненных почв // Теоретические и практические аспекты нефтегазовой геологии Центральной Азии и пути решения современных проблем отрасли: Тез. докл. Международной науч.-практ. конф. – Ташкент: ОАО ИГИРНИГМ, 2009. – С. 158-160.
4. Бут Л.И., Ижицкая М.В., Шаповалова Л.М., Худайбергенова А.А. Предотвращение загрязнений открытых водоёмов и подземных вод / Материалы Международного симпозиума «Загрязнение пресных вод аридной зоны: оценка и уменьшение». Ташкент. 2004. С. 48-49.
5. Худайбергенова А.А., Шаповалова Л.М., Ижицкая М.В. Оценка нефтяного загрязнения / Сборник научных статей Международной научной конференции «INNOVATION – 2006». Ташкент. 2006. С.367-368.
6. Худайбергенова А.А., Худайбергенова А.С. К вопросу о восстановлении нефтезагрязненных почв / Сборник докладов Республиканской научно-практической конференции «Роль женщин-ученых в развитии науки и техники». Ташкент. 2006. С.58-62.
7. Худайбергенова А.С., Худайбергенова А.А. Мониторинг почв и вод нефтегазоносной провинции Юго-Западного Гиссара / Каталог выставок ЭКВАТЕК СитиПайн БВ Шоу и сборник докладов Московского Международного водного форума: конгресс «Вода: экология и технология. ЭКВАТЭК-2008» Москва, Россия, 2008. С.10-13.
8. Ижицкая М.В., Шаповалова Л.М., Бут Л.И., Худайбергенова А.А. Мониторинг содержания азота в воде и почвах предгорий Гиссарской области / Каталог выставок ЭКВАТЕК СитиПайн БВ Шоу и сборник докладов Московского Международного водного форума: конгресс «Вода: экология и технология. ЭКВАТЭК-2008» Москва, Россия, 2008. С. 17-21.
9. Худайбергенова А.А., Мусаев М.Н., Шаповалова Л.М. Оценка нефтяного загрязнения и пути решения проблемы // Экологический вестник. 2006. №12. С.22-25.
10. Худайбергенова А.А. К вопросу оценки нефтяного загрязнения почв // Научно-технический журнал "Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе". Москва. 2008. № 9. С.88-90.

11. Ижицкая М.В., Шаповалова Л.М., Бут Л.И., Худайбергенова А.А. К вопросу о влиянии углеводородов нефти на содержание азота в сероземных почвах // Международная научно-практическая конференция INNOVATION: Сб. науч. статей – Т.,2007. – С.410-411.

Резюме

диссертации Худайбергеновой Альфии Анваровны
«Разработка технологии восстановления нефтезагрязненных почв и грунтов
(на примере Кашкадарьинского вилоята)», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Ключевые слова: разлив нефти, почва, восстановление, концентрация, классификация, деградация углеводородов, агротехнические приемы, климатические, биологические факторы, технологическая схема, алгоритм проведения работ.

Объекты исследования: почвы, загрязненные в результате разлива нефти.

Цель работы: исследование и разработка новой технологии восстановления нефтезагрязненных почв (грунтов) с различной начальной концентрацией нефти в них для условий Кашкадарьинского вилоята.

Методы исследования: физико-химический анализ, колоночная хроматография, математический и статистический анализ.

Полученные результаты и их новизна: Впервые для Республики Узбекистан предложена классификация уровней загрязнения почв нефтью; выявлены зависимости скорости деградации углеводородов от применения методов восстановления почвы и влияния факторов окружающей среды; разработаны технологий восстановления нефтезагрязненных почв с различной начальной концентрацией УВ; построены прогнозные математические модели течения и сроков завершения процессов восстановления загрязненных почв.

Практическая значимость: Предложена классификация уровней загрязнения почв нефтью, которая может быть использована как для оценки нефтяных разливов, так и при выборе технологий восстановления почв. Предложен алгоритм проведения работ по восстановлению почвы с различными степенями загрязнения, а также технологическая схема восстановления почвы с различными уровнями загрязнения.

Теоретические и практические результаты исследований могут быть использованы для учебного курса «Технологии защиты окружающей среды по специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Степень внедрения и экономическая эффективность: результаты исследований были реализованы при восстановлении почвы после аварийного разлива нефти на территории месторождения Южный Кызылбайрак. Акт внедрения научной работы от 05.08.08 г. Разработан «Регламент на восстановление нефтезагрязненных почв (грунтов) на контрактной площади Юго-Западный Гиссар», получивший согласование и рекомендации к применению Государственной экологической экспертизой Государственного комитета по охране природы Республики Узбекистан № 18/162з от 30.03.09 г.

Область применения: предприятия нефтегазовой отрасли и охрана окружающей среды.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор
Худайбергенова Альфия Анваровнанинг “Нефт билан ифлосланган
тупроқ ва ерларни қайта тиклаш технологиясини ишлаб чиқиш
(Қашқадарё вилояти мисолида)” мавзусидаги диссертациянинг

Р Е З Ю М Е С И

Таянч (энг муҳим) сўзлар: нефт тошиб кетиши, тупроқ, қайта тиклаш, куюқлик, таснифлаш, углеводородлар таназзули, агротехник усуллар, иқлимий, биологик омиллар, технологик тарх, ишларни бажариш алгоритми.

Тадқиқот объектлари: нефт тошиб кетиши натижасида ифлосланган тупроқлар.

Ишнинг мақсади: Қашқадарё вилоятининг шароити учун нефтнинг турли бошланғич куюқлигидаги нефт билан ифлосланган тупроқларни (ерларни) ўрганиш ва уларни қайта тиклаш технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқот методлари: физик-кимёвий таҳлил, устунли хроматография, математик ва статистик таҳлил.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Ўзбекистон Республикаси учун илк бор тупроқларни нефт билан ифлосланиш даражаларини таснифлаш таклиф қилинди; углеводородлар таназзулининг тезлиги тупроқни қайта тиклаш усулларини қўллашга ва атроф-муҳит омилларининг таъсирига боғлиқлиги аниқланди; углеводородларнинг турли бошланғич куюқлигидаги нефт билан ифлосланган тупроқларни қайта тиклаш технологиялари ишлаб чиқилди; ифлосланган тупроқларнинг қайта тиклаш жараёнлари ўтиши ва тугаш муддатларининг истикболли математик моделлари яратилди.

Амалий аҳамияти: тупроқларни нефт билан ифлосланиш даражаларини таснифлаш таклиф қилинди, у нефт тошиб кетишларини баҳолашда ҳам, тупроқларни қайта тиклаш технологиясини танлашда ҳам қўлланилиши мумкин. Турли ифлосланиш даражали тупроқларни қайта тиклаш бўйича ишларни олиб бориш алгоритми ҳамда турли ифлосланиш даражали тупроқларни қайта тиклашнинг технологик тархи таклиф қилинди.

Тадқиқотларнинг назарий ва амалий натижаларидан “Атроф-муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш” мутахассислиги бўйича “Атроф-муҳитни ҳимоя қилиш технологиялари” ўқув курсида фойдаланилиш мумкин.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: тадқиқотларнинг натижалари Жанубий Қизилбайроқ кони ҳудудида фавқулодда нефт тошиб кетганидан сўнг тупроқни қайта тиклашда амалга оширилди. 05.08.2008 йилдаги Илмий ишни татбиқ этиш далолатномаси. Ўзбекистон Республикаси Табиатни муҳофаза қилиш давлат қўмитасининг Давлат экологик экспертизаси билан келишилган ва қўллашга тавсиялар олган 30.03.2009 йилдаги 18/162а-сонли “Жанубий-Ғарбий Ҳисор шартнома майдонида нефт билан ифлосланган тупроқларни (ерларни) қайта тиклаш тартиботи” ишлаб чиқилди.

Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси: нефт ва газ соҳаси корхоналари ҳамда атроф-муҳитни ҳимоя қилиш.

RESUME

Khudaybergenova, Alfia Anvarovna,
Candidate's Thesis. Subject: "Development of Technology for Oily Soils and Earth Rehabilitation" (based of the Kashkadarya region).

Key words: oil spill, soil, rehabilitation, concentration, classification, hydrocarbon degradation, agrotechnical techniques, climatic and biological factors, flow diagram, algorithm of execution of works.

Study Objects: soils polluted as a result of oil spill.

Purpose of the Work : study and development of a new technology for rehabilitation of oily soils (earth) with different initial concentration of oil in them in the Kashkadarya region environment.

Research Methods: physical-chemical analysis, column chromatography, mathematical and statistical analysis.

Results Obtained and their Novelty: a classification of oil pollution levels of the soils for the Republic of Uzbekistan was given for the first time; dependence of hydrocarbon degradation rate on application of soil rehabilitation methods and influence of environmental factors was identified; new technologies for rehabilitation of oily soils (earth) with different initial HC concentration of oil were developed; predictive mathematical models of processes for polluted soil rehabilitation and their completion were made.

Practical Importance: a classification of oil pollution levels of soils, which may be used both for assessment of oil spills and in selection of soil rehabilitation technologies was proposed. An algorithm for work execution to restore the soils with different pollution level as well as technological scheme for rehabilitation of the soils with different pollution levels was proposed. Theoretical and practical results of the study may be used for training course "Technologies for Environmental Protection in specialty of "Environmental Protection and Natural Resources Conservation".

Introduction Rate and Economic Efficiency: the results of the study were used to rehabilitate the soils after an accidental spill of oil in the territory of the Yuzhny Kyzylbayrak oil field. Adoption Act of this scientific work was issued on 05.08.08. The developed "Regulation for Rehabilitation of Oily Soils (Earth) at the Yugo-Zapadny Gissar Contract site" was approved and recommended for application by the State Ecological Expertise of the State Committee for Nature Protection of the Republic of Uzbekistan No 18/1623 dated 30.03.09.

Filed of application: oil-gas enterprises and environmental protection.