

На правах рукописи

Хотеев Вячеслав Владимирович

ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА
НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РАЗЛИЧНЫХ
ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

03.00.16 - Экология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Тюмень-2003

Работа выполнена на кафедре ботаники и биотехнологии растений Тюменского государственного университета

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Боме Нина Анатольевна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Русанов Виктор Владимирович
кандидат биологических наук,
Казанцева Мария Николаевна

Ведущее учреждение: ГНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья

Защита состоится «20» марта 2003 г. в ___ час. ___ мин. на заседании диссертационного совета К 212.274.03 в Тюменском государственном университете по адресу: 625043, г. Тюмень, ул. Пирогова, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тюменского государственного университета.

Автореферат разослан «19» февраля 2003 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

С.Н.Гашев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В условиях ускоренного развития промышленного производства одними из основных и наиболее важных аспектов являются охрана и воспроизводство природных ресурсов, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию. Деятельность человека на поверхности земли приобрела масштабы геологических процессов (Экология ..., 1997; Чижов, 1998). Прогрессивное развитие нефтегазового комплекса Тюменской области в последнее время вовлекло в хозяйственную деятельность огромные пространства естественных ландшафтов (Соромотин, 2000). В связи с поликомпонентным составом нефти воздействие на наземные экосистемы зависит как от почвенных, так и физико-географических условий.

Во многих регионах разработаны и применяются на практике комплексы рекультивационных мероприятий. Они чаще всего позволяют создавать биоценозы на нарушенных ландшафтах, но, как правило, эти сообщества отличаются от исходных видовым составом, биомассой, круговоротом веществ и энергии, устойчивостью к факторам среды.

Степень развития и состав растительного покрова сравнительно легко поддаются изучению и являются достаточно четкими показателями состояния биогеоценоза (Экологические основы..., 1985).

Цель настоящего исследования – изучение процесса формирования растительности на нефтезагрязнённых территориях в зависимости от восстановительных мероприятий и почвенно-климатических условий.

Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

- изучить растительность (видовой состав, проективное покрытие, экологические группы, фитомасса) территорий, подвергшихся нефтяному загрязнению в северной лесостепи и северной тайге Тюменской области;
- выявить особенности восстановления фитоценозов после загрязнения нефтяными углеводородами по динамике видового состава, проективного по-

крытия, мозаичности, участия рудеральных видов и экологических групп растений;

– выяснить влияние антропогенного воздействия на динамику восстановления растительных сообществ;

– выявить наиболее чувствительные к нарушениям показатели растительных сообществ.

Научная новизна. В условиях северной лесостепи и северной тайги Тюменской области впервые проведён анализ изменений, происходящих при развитии растительности на нефтезагрязнённых территориях. Получены качественно новые данные о характере восстановления нарушенных участков по видовому составу растений, проективному покрытию, мозаичности и динамике этих показателей.

Определена изменчивость количества видов, проективного покрытия, фитомассы в зависимости от антропогенного воздействия и способов рекультивации. Выявлены ведущие факторы, характеризующие устойчивость и скорость восстановления растительных сообществ в различных почвенно-климатических зонах.

По результатам обследования Суторминского месторождения установлен характер воздействия нефти в зависимости от концентрации, почвенно-климатических условий, типа увлажнения; определена площадь нефтезагрязнения, составлена почвенная карта масштаба 1:25000.

Положения, выносимые на защиту:

1. Характер восстановления и тип формирующейся растительности нефтезагрязнённых территорий определяется не только почвенно-климатическими условиями, степенью нарушенности, типом сообщества, но и комплексом восстановительных работ.

2. Определена эффективность использования следующих показателей состояния растительности как наиболее чувствительных для оценки негативного

влияния нефтезагрязнения – видовое разнообразие, проективное покрытие, мозаичность, фитомасса.

Практическая значимость. Изученные особенности формирования растительности нефтезагрязнённых территорий могут служить основой при планировании и проведении работ по восстановлению нарушенных ландшафтов в различных экологических условиях. Для оценки нарушенных территорий могут быть рекомендованы следующие показатели: видовой состав, проективное покрытие, мозаичность, фитомасса – как наиболее чувствительные к негативному воздействию.

Результаты исследования реализованы в картографическом материале Научно-исследовательского института экологии и рационального использования природных ресурсов Тюменского государственного университета. Полученная информация о масштабах и степени нефтяного загрязнения, почвенных условиях, темпах восстановления растительности в районе Суторминского месторождения может быть использована для разработки нормативов платежей за загрязнение почвы.

Собранный в результате работы гербарий, а также другие полевые материалы используются в учебном процессе в общих курсах «Почвоведение» и «Геоэкология».

Апробация работы. Наиболее полно результаты исследования изложены в научных отчётах (2000-2002гг.) и представлены на заседаниях кафедры ботаники и биотехнологии растений Тюменского государственного университета. Основные положения диссертации апробированы на научно-практической конференции «Аграрная наука на рубеже веков» (Тюменская государственная сельскохозяйственная академия, 1999 г.), конференции молодых ученых «Биосфера и человечество», посвящённая памяти Н.В. Тимофеева-Ресовского (Екатеринбург, 2000 г.), международном совещании «Проблемы охраны растительного мира Сибири» (ЦСБС, Новосибирск, 2001 г.), III международной научно-

практической конференции «Проблемы строительства, инженерного обеспечения и экологии городов» (Пенза, 2001 г.). Опубликовано 4 научных работы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов собственного исследования, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Экспериментальные данные приведены в 8 таблицах, 18 рисунках, 11 приложениях. Список литературы включает 122 наименования, в том числе 6 на иностранных языках. Работа изложена на 105 страницах машинописного текста.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение

Во «Введении», показаны актуальность, научная новизна, апробация. Поставлены цель и задачи исследования, сформулированы положения выносимые на защиту, обосновывается практическая значимость работы.

1. Обзор литературы

Техногенные нарушения естественной растительности весьма разнообразны (Антропогенная динамика..., 1995; Матвеева, 1995). При благоприятных условиях, процесс самозарастания происходит достаточно интенсивно (Дружинина, 1985), В других случаях (при неблагоприятных условиях) самовосстановление может быть столь медленным, что необходимо вмешательство человека (Миронова, 2000).

Заселение растительностью начинается с появления единичных и случайных по составу растений. Флористический состав на первом этапе флорогенеза зависит от возможности запаса (Баранник, 1971) и запаса семян (Тарчевский, 1970; Колесников, Пикалова, 1974).

В ходе сукцессии происходит увеличение замкнутости биогеохимических круговоротов веществ. (Реймерс, 1994). Параллельно с замыканием круговоротов происходит увеличение продуктивности и накопление органического вещества. Наиболее продуктивной и наиболее эффективной в каждом местообита-

нии, по средним многолетним данным, должна быть коренная растительность (Утехин, 1977).

Т.А. Работнов (1978) различает два вида сингенетических сукцессий: первичные, начинающиеся с возникновения фитоценоза на субстрате, где ранее отсутствовала растительность, и вторичные - в местах, где ранее существовавшая растительность была уничтожена.

На техногенных субстратах выделяют также рекультивационные сукцессии, представляющие собой изменения растительности, которые при разной интенсивности управления со стороны человека протекают на месте «ран», нанесённых биосфере хозяйственной деятельностью человека (Миркин, Наумова. Соломещ, 2001). И.Б. Кучеров (1995)

2. Физико-географическая характеристика районов исследования

Экспериментальная часть работы выполнена в 1996-2001 гг. на опытном полигоне, расположенном в районе 707 километра трассы нефтепровода Усть-Балык — Альметьевск (57° с.ш.) (Ялуторовский район), где было проведено детальное исследование развития сообщества. Другими объектами изучения являлись нефтезагрязнённые участки Суторминского месторождения нефти (63° с.ш.). Изучаемые территории значительно отличаются по климатическим условиям, расстояние между ними по прямой с севера на юг более 900 км.

Опытный полигон находится в лесостепи представленной северным её вариантом с резко континентальным климатом, характеризующимся обилием света и тепла. Вегетационный период равен 160 дням. Среднемесячная июльская температура воздуха – 18,6°С, а средняя январская - -18,9°С. Абсолютный минимум в январе равен -47°С, а максимум в июле – 40°С. Количество осадков составляет 320-350 мм.

Суторминское месторождение нефти находится в подзоне северной тайги Южно-Надым-Пурской провинции, занимающей междуречье рек Надым и Пур (Пуровский район). Территория в очень сильной степени заболочена и заозё-

ренна. К торфяным болотам приурочены острова вечной мерзлоты и явления с ней связанные.

Климат данного района резко континентальный. Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца января -25°C , а самого жаркого июля $+15^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры приходится на февраль -61°C , абсолютный максимум – на июнь-июль $+34^{\circ}\text{C}$. Средняя относительная влажность в течение года изменяется от 68 до 86 %.

3. Материал и методы исследования

Опытный полигон представляет собой вырубку узколинейной формы под трассы коммуникаций в березняке разнотравном злаково-осоковом и характеризуется избыточным увлажнением из-за близкого залегания грунтовых вод (рис. 1).

Непосредственно после аварии под методическим руководством сотрудников Тюменской лесной опытной станции проведена локализация нефтяного

разлива на общей площади 7 га, и весной 1995 года в этом районе стали проводиться рекультивационные работы.

Нефтезагрязнённая территория была разделена на два участка: первый подвергнут комплексу работ по рекультивации, а второй предназначен для осуществления экологического мониторинга. На первом участке проведены следующие рекультивационные работы: открыты дренажные каналы для сбора нефтепродуктов, водная поверхность которых обрабатывалась бакпрепаратом "Путидойл"; боронование верхнего, наиболее загрязнённого почвенного горизонта; отсыпка чис-

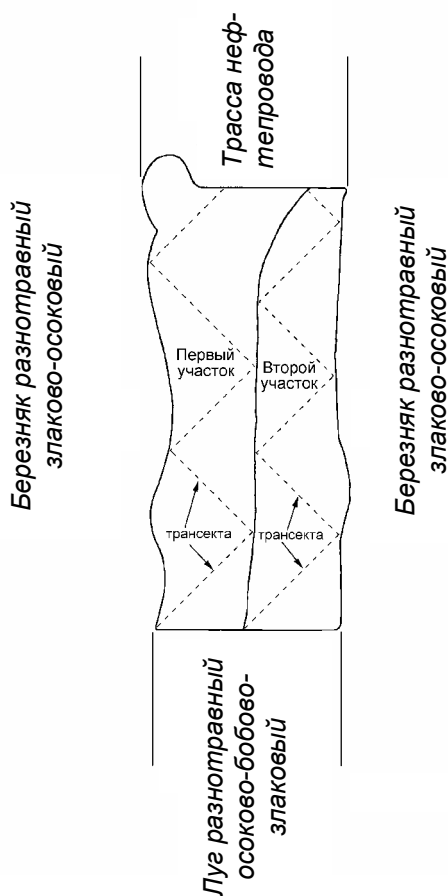


Рис.1. Схема опытного полигона.

тым грунтом, глиной, торфом; внесены сапрпель, комплексные минеральные удобрения (азот, фосфор, калий) из расчета 80 кг действующего вещества на гектар, а также проведено известкование. Высеяны устойчивые к нефтяному загрязнению многолетние травы - тимофеевка луговая, кострец безостый, бекмания обыкновенная, овсяница луговая, люцерна посевная.

Анализ проб почвы в 1997 г. показал низкое содержание остаточной нефти (2,5%). По результатам исследования сформировавшегося биоценоза установлено, что процесс восстановления биоценоза прошёл успешно. В связи с требованиями природоохранных организаций, осенью 1997 и весной 1998 гг. на втором участке также проведены восстановительные мероприятия, которые ограничились отсыпкой всего участка слоем глины толщиной 20-40 см.

В полевых исследованиях для определения проективного покрытия, на обоих участках закладывались линейно упорядоченные пробные учётные площадки в 1 м² по трансектам (Грейг-Смит, 1967; Углов, 1982). Длина трансекты составила 400 м. Оценка проективного покрытия велась глазомерно (Шенников, 1964) на площадках, ограниченных прямоугольной рамкой со стороной 1 м. Учитывалось как общее проективное покрытие, так и проективное покрытие отдельных видов. Закладывалось по 50 площадок на каждом участке, расстояние между которыми 8 м.

Ежегодно определён видовой состав растений на полигоне. В 2001 г. для сравнения были проведены исследования окружающих участков сообществ – леса и просеки (видовой состав напочвенного покрова, проективное покрытие).

Проведён учёт надземной воздушно-сухой фитомассы как на опытном полигоне, так и на окружающей территории. Количество учётных площадок 20 и 16 соответственно. Укосы выполнены в конце августа; растения срезались на уровне почвы, разбирались на виды, затем высушивались до воздушно-сухого состояния и взвешивались.

В июле-августе 2001 г. обследован горный отвод Суторминского месторождения нефти, общая площадь которого составляет 74398 га, выявлено 58 разливов нефти общей площадью 312,5 га.

Проведены геоботанические описания, составлены план-схемы участков, изучены почвенные условия.

Выделение экологических групп растений проведено с использованием шкал увлажнения Л.Г. Раменского (Дмитриева, Савченко, 1973). Математическая обработка экспериментальных данных проведена по общепринятым методам (Шенников, 1964; Грейг-Смит, 1967; Шмидт, 1980; Лакин, 1990).

4. Результаты исследований

4.1. Флора нефтезагрязнённых территорий с различными почвенно-климатическими условиями

Изучение флоры полигона и окружающих его сообществ в северной лесостепи показало, что антропогенные нарушения обуславливают изменения видового состава. Так, в березняке разнотравном мятликово-осоковом насчитывалось 29 видов высших сосудистых растений. Вырубка просеки привела к формированию сообщества из 49 видов, образующих луг разнотравный осоково-бобово-злаковый. Увеличение видового разнообразия после уничтожения древесной растительности вызвано расширением диапазона экологических факторов. В результате аварийного разлива нефти большая часть видов выпала из травостоя, и их число снизилось до 12. Признаков самовосстановления растительности не наблюдалось, растения встречались только на микроповышениях, что обусловлено как токсическим действием нефти, так и негативными изменениями почвы. Последующие рекультивационные мероприятия создали условия для развития растительности, которая представляет собой луг разнотравный бобово-злаковый. Общее количество видов за все годы исследования составило 110. Увеличение видового разнообразия на просеке вызвано рядом факторов – смена ассоциации, внедрение рудеральных видов, процессы перестройки сообщества, сопровождающиеся уничтожением старых и образованием новых эко-

логических ниш. Сходные результаты получены в исследовании С.О. Ондара (2000), проведённом в условиях степей республики Тыва.

По данным экологического анализа, во всех изученных сообществах преобладали мезофиты (62-70%). Наличие гигрогидатофитов (2-3%) на просеке и полигоне указывает на расширение диапазона экологических условий. В лесном сообществе доля гигрофитов составляет 32%, что значительно выше по сравнению с полигоном и просекой (17-20%).

Для выявления особенностей восстановления фитоценозов на полигоне оценивалась динамика изменения количества видов в течение пяти лет на двух экспериментальных участках (рис. 2).

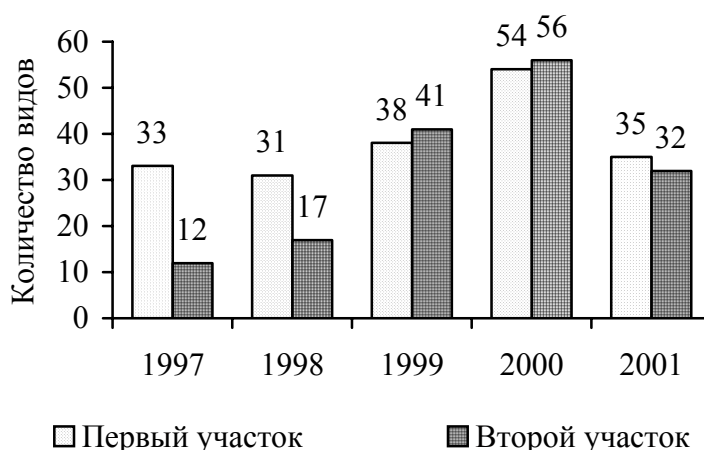


Рис. 2. Количество видов растений на полигоне в разные годы.

С 1997 по 2000 гг. наблюдалось увеличение видового разнообразия, связанное с тем, что в первые этапы происходит постепенное заселение растениями биотопа, причём значительную роль здесь играют зачатки растений содержащиеся в грунте, использованном при отсыпке, и занос с сопредельных территорий, при этом их распределение случайно.

Постепенно на видовое разнообразие большее влияние начинают оказывать биотические факторы. В результате увеличения сомкнутости усиливается конкуренция между растениями, и виды занимают те экологические ниши, в которых они преобладают над другими. Следует отметить, что некоторые виды

вытесняются, не выдерживая конкуренции. В нашем исследовании на полигоне процесс выпадения отдельных видов наблюдался в 2001 г.

На территории Суторминского месторождения выделяется два основных типа почв – подзолы иллювиально–железистые и болотные торфяные. В соответствии с этим все обследованные участки нами были разделены на две группы: 1 – сообщества, приуроченные к болотным торфяным почвам; 2 – сообщества, приуроченные к более дренированным подзолам иллювиально-железистым. В первой группе насчитывается 42, во второй – 7 нефтяных разливов. При обследовании флоры загрязнённых участков найдено 25 видов, 10 из которых принадлежат к семейству осоковых. На 9-ти участках флора не изучалась, т.к. 7 из них представляют собой водоемы, 1 – минерализованный грунт, 1 – пойма.

В первой группе 2 участка представлены сосново-кустарничково-сфагновыми олиготрофными болотами, 22 приурочены к багульниково-ерниково-сфагновым болотам, 18 занимают мочажины с осоково-гипновой, осоково-сфагновой и пушицево-сфагновой растительностью.

Растения в очень сильной степени угнетены и приурочены к положительным элементам рельефа. Первоначальное заселение загрязнённых участков на торфяных почвах происходит, как правило, за счёт травянистых растений – осоки, пушицы; заносных и рудеральных видов не отмечено. Вероятно, это вызвано изменениями почвенных условий – торф приобретает гидрофобные свойства, уменьшается его впитывающая способность и увеличивается обводнённость почвы. Восстановления мхов не отмечено, что объясняется их повышенной чувствительностью к загрязнению. Сходные данные получены В.И. Маковским (1988) и Н.П. Солнцевой (1998).

Во второй группе выделено 7 участков, расположенных в сосняке кустарничково-лишайниковом. Возобновление растительности происходит, в основном, при участии вейников и иван-чая. Растения также приурочены к микроповышениям, являющимся очагами расселения; лишайниковый и моховой покров

не восстанавливается. Исследования В.М. Невзорова (1976) показали, что на разливах большой давности почва не имеет токсических свойств. Семена растений сохраняют жизнеспособность, но их прорастание затруднено в результате ухудшения почвенных условий.

4.2. Проективное покрытие, мозаичность, участие отдельных видов на разных стадиях развития сообщества

Восстановление фитоценозов на полигоне привело к изменению проективного покрытия, которое в годы исследования увеличивалось на обоих экспериментальных участках (рис. 3).

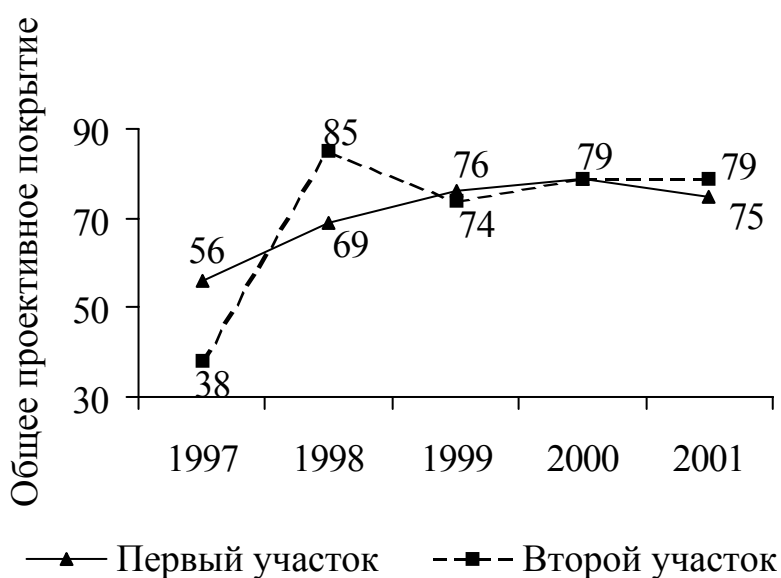


Рис. 3. Общее проективное покрытие на полигоне за годы исследований, %.

Однако, на первом участке этот показатель изменяется постепенно, а на втором в 1998 г. по сравнению с 1997 г. наблюдается резкий скачок с 38 до 85%. Это связано с тем, что на первом участке благоприятные почвенные условия созданы ещё в 1996 г., и с этого времени участок постепенно осваивается растениями, а на втором в результате отсыпки появилась возможность для развития растений, что и обусловило резкое повышение их количества. В последние 3 года наблюдений произошла стабилизация величины проективного покрытия, что свидетельствует о замедлении процесса развития сообщества. Интересно, что оба участка по данному показателю не отличаются.

В то же время на просеке в 2001 г. общее проективное покрытие составило 96%, что достоверно выше, чем на полигоне (при $P < 0,05$).

Меньшая величина проективного покрытия на полигоне по сравнению с просекой по нашим предположениям вызвана наличием на участках локальных пятен сильно нарушенной почвы (с повышенным содержанием остаточных нефтепродуктов, уплотнённый грунт и т.д.).

Отмечено доминирование отдельных видов растений на обоих участках в первые годы. На первом участке в 1996 г. 53% от общего проективного покрытия составляла лебеда садовая, в 1997 г. – 42% - суммарно донник белый и лекарственный. В последующие годы подобного доминирования не наблюдалось, и главная роль в сообществе перешла к группе луговых видов. На втором участке в 1998 г. сразу после отсыпки отмечено резкое увеличение численности конопли посевной и лебеды садовой, суммарно их проективное покрытие составило 74% от общего. В следующие годы конопля посевная и лебеда садовая почти полностью выпадают из травостоя, и основная роль в формировании покрова переходит к луговым и болотным видам. Подобная динамика наблюдалась рядом авторов (Ахмедов и др., 1988; Гаджиев и др., 1992; Дружинина, 1995).

При изучении флоры Суторминского месторождения все участки были разделены на 3 группы по степени загрязнения (Соромотин и др., 2000): 1 - содержание нефти до 10%; 2 – от 10 до 40%; 3 – более 40%.

На торфяных почвах выявлено 20 участков в первой группе, 13 во второй и 9 в третьей. Общее проективное покрытие составило 33, 14 и 13% соответственно, контроль – 100%. Выявлены достоверные отличия всех групп с контролем, а также первой группы со второй и третьей.

На песчаных почвах общее проективное покрытие соответственно составили 12, 6 и 5%, контроль - 80%. Все участки достоверно отличаются от контроля, различий между участками не выявлено.

Таким образом, нефтяное загрязнение обуславливает достоверное снижение проективного покрытия, как в северной лесостепи, так и в северной тайге.

За годы исследования происходило изменение соотношения ведущих семейств в общем проективном покрытии (рис. 4). На первом участке сразу после рекультивации (1997 г.) преобладали бобовые, мятликовые, астровые. В последующие годы произошли изменения – увеличивается доля злаков, и уменьшается бобовых.

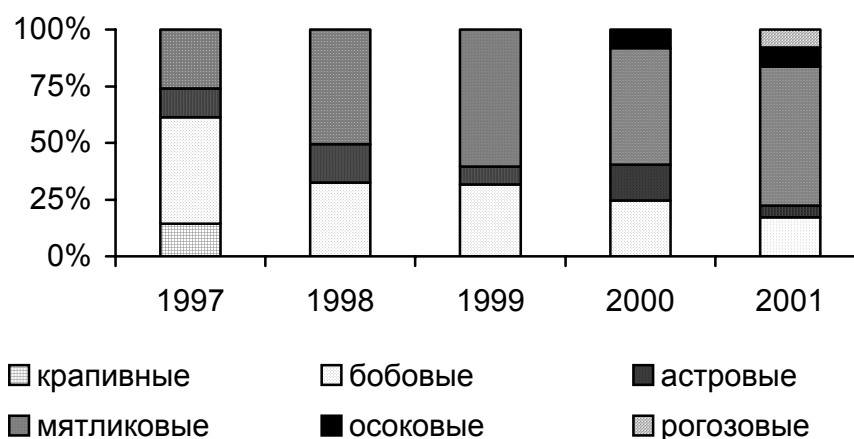


Рис. 4. Соотношение ведущих семейств на первом участке в разные годы по проективному покрытию.

Высокий процент бобовых в первые годы мы объясняем неблагоприятным соотношением содержания азота и углерода в почве в результате нефтяного загрязнения, что обусловило некоторое преимущество растений способных к симбиотической азотфиксации. Появление в последние годы осоковых и рогозовых произошло в результате незначительного повышения уровня грунтовых вод из-за отсыпки второго участка.

На втором участке в 1997 году преобладали осоковые, небольшую долю имели мятликовые и лютиковые (рис. 5). Растительность развивалась только на микроповышениях. После отсыпки в 1998 году развиваются коноплёвые и маревые. В последующие 3 года основная доля принадлежит 3-м семействам – мятликовым, астровым и бобовым. Небольшой процент имеют осоковые и рогозовые. Наблюдается снижение доли астровых и увеличение мятликовых.

Для анализа горизонтального распределения растений на полигоне определено среднее количество видов на учётной площадке (рис. 6). В целом на полигоне отмечено увеличение данного показателя в период с 1997 по 2000 гг., что характеризует этап расселения растительности, при котором происходит распределение растений по экологическим нишам.

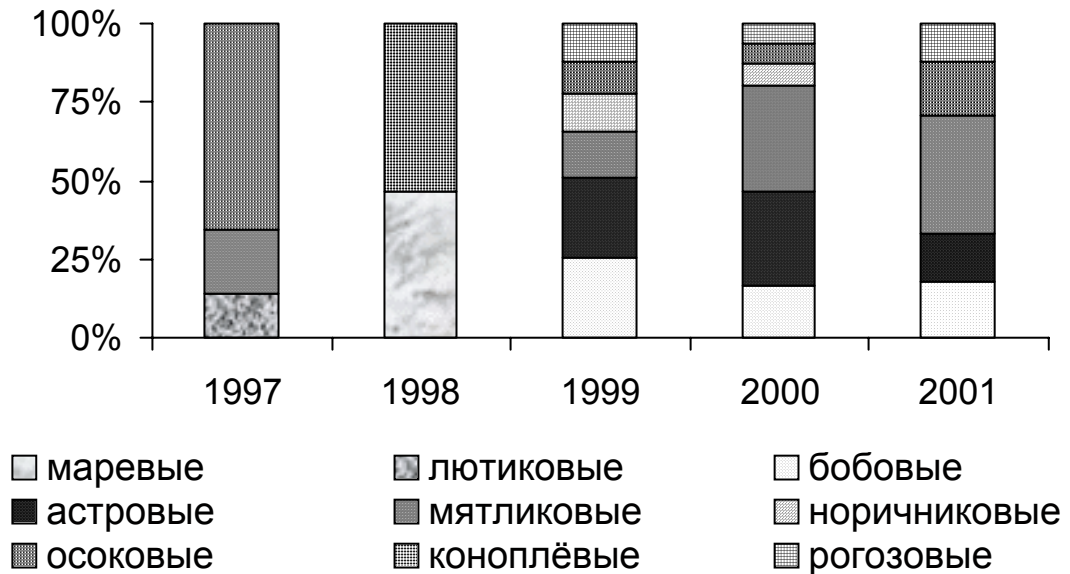


Рис. 5. Соотношение ведущих семейств на втором участке в разные годы по проективному покрытию.

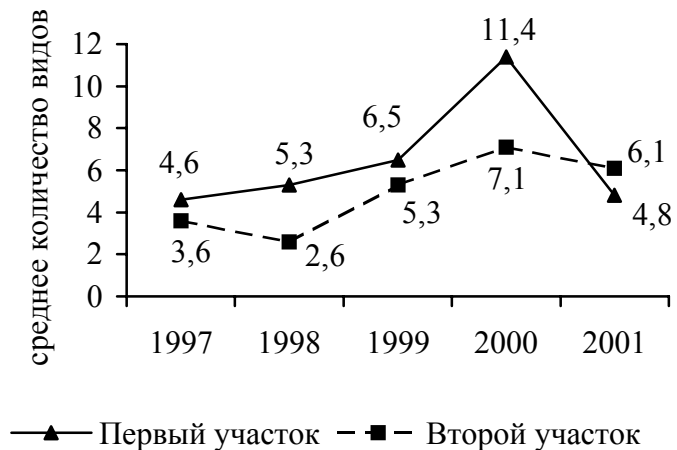


Рис. 6. Среднее количество видов на учётной площадке в разные годы.

В жизни растительных сообществ большое значение имеет наличие мозаичности (Корчагин и др., 1976; Доронькина, 1999). При мозаичности более

полно используются различные типы микроместообитаний, к каждому из которых приурочен свой особый микроценоз или микрогруппировка. Это приводит к большей замкнутости круговорота веществ и энергии, возрастанию устойчивости и жизнеспособности всего сообщества (Уиттекер, 1980; Пианка, 1981). В нашем исследовании увеличение мозаичности наблюдалось в 2001 г. при значительном уменьшении количества видов.

Исследования Суторминского месторождения, где не проводились восстановительные работы, выявили отдельно-групповое распределение растений, что является следствием воздействия нефтяного загрязнения, отличающегося мозаичностью локализации загрязнителя. В зависимости от микрорельефа сильнозагрязнённые пятна чередуются со слабо-, среднезагрязнёнными и относительно чистыми (Экология ..., 1997). На старых разливах (более 4-х лет), расположенных на подзолах иллювиально-железистых, преобладающим типом распределения являлось сомкнуто-диффузное. Возобновление растений происходит в местах нарушения битуминозной корки. Таким образом, мозаичность определяется как биотическими факторами (конкуренция), так и находится в зависимости от локализации загрязнителя.

Кроме характеристики полигона по абсолютным и средним показателям проведён анализ характера варьирования общего проективного покрытия и среднего количества видов на площадке (табл. 1).

Таблица 1

Изменчивость среднего количества видов и общего проективного покрытия на площадке (CV, %)

Год	Среднее количество видов		Общее проективное покрытие	
	Участок №1	Участок №2	Участок №1	Участок №2
1997	42,15	34,84	51,09	35,05
1998	33,78	33,93	39,52	13,56
1999	31,53	43,23	29,91	36,72
2000	25,90	34,19	20,27	20,42
2001	28,17	39,37	23,32	22,64

На первом участке коэффициент вариации постепенно снижается с 42,15 до 25,90%, а на втором колеблется от 33,93 до 43,23%, что свидетельствует о более сильных нарушениях и меньшей стабильности развития сообщества.

Варьирование общего проективного покрытия на первом участке в первые 3 года постепенно снижается (51,09-29,91%), а на втором происходят резкие колебания. В последние 2 года на обоих участках наблюдается стабилизация на уровне 20%.

4.3. Воздушно-сухая надземная фитомасса

Биологическая продуктивность – одна из важнейших характеристик экосистемы. Средообразующая функция растительности прямо пропорциональна биологической продуктивности и массе живого вещества (Бяллович, 1970). Зависимости, связывающие продуктивность с факторами среды, очень сложны, и формируются в результате взаимодействия растительности и огромного числа внешних, прямых и косвенных воздействий (Утехин, 1977). Для характеристики степени использования растениями ресурсов среды определена воздушно-сухая надземная фитомасса (табл. 2).

Таблица 2

Воздушно-сухая надземная фитомасса на разных участках (2001 г.)

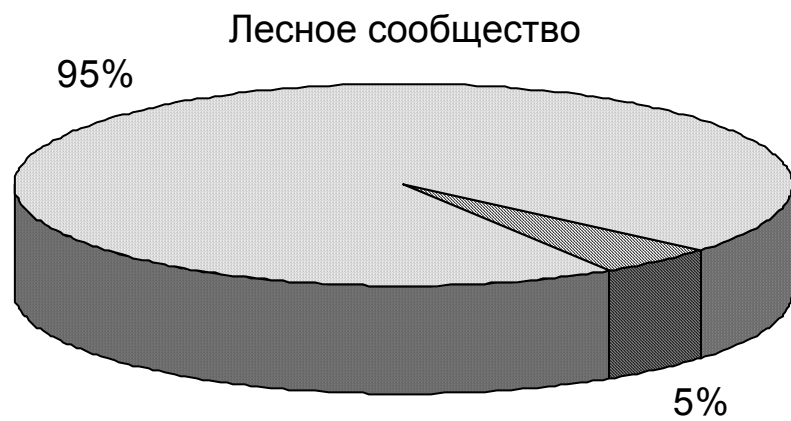
Участок	$\bar{X} \pm m\bar{x}$, т/га	CV $\pm m_{cv}$, %
Лес	0,721 \pm 0,1481	58,05 \pm 20,52
Просека	4,445 \pm 0,6144*	39,09 \pm 13,82
Первый	3,548 \pm 0,2825*	25,18 \pm 7,96
Второй	4,096 \pm 0,0925*	7,14 \pm 2,26

* - Различия с лесом достоверны.

Сравнение по t-критерию Стьюдента показало достоверные отличия массы лесного сообщества от остальных участков.

Значение коэффициента вариации определяется степенью выражения горизонтальной структуры растительного покрова. При высокой мозаичности в лесу коэффициент вариации максимален и равен 58,05%, а при низкой на втором участке минимален – 7,14%.

О нарушенности сообщества можно судить по наличию рудеральных видов – растений ценофобов. Известно, чем больше доля рудеральных видов, тем меньше благоприятных экологических ниш и тем ниже устойчивость сообщества. Анализ доли рудеральных видов в надземной воздушно-сухой фитомассе показал, что в результате вырубki леса произошло стабильное увеличение доли рудералов, которая снижается при правильно проведённых рекультивационных мероприятиях. Процент рудералов на загрязнённой нефтью, а затем отсыпанной территории значительно увеличивается (рис. 7).



■ Рудеральные виды □ Остальные виды

Рис. 7. Доля рудеральных видов растений в воздушно-сухой надземной фитомассе в северной лесостепи.

По литературным данным при слабом загрязнении, выжившие растения формируют фитомассу (масса одного растения), в десятки раз превышающую таковую на контроле. Это превышение фитомассы происходит за счёт усиления кущения, рост в высоту при этом или не усиливается или даже ослабевает. Несмотря на большую массу одного растения, величина фитомассы с единицы площади при этом не возрастает, а резко снижается в связи с сильнейшим (в сотни раз) изреживанием травостоя под воздействием нефти (Шилова, 1988).

Выводы

1. При восстановлении растительности на нефтезагрязнённых территориях Тюменской области происходило увеличение видового разнообразия в северной лесостепи и уменьшение – в северной тайге. Отмечено снижение проективного покрытия на всех обследованных участках, причем наиболее значительным оно было в условиях северной тайги.

2. На территории полигона, подвергшейся нефтяному загрязнению с последующей рекультивацией, наблюдалась смена ассоциаций, изменение соотношения семейств и видового состава растений. На Суторминском месторождении главная роль в восстановлении принадлежала травянистым растениям, лишайниковый и моховой покров не возобновлялся.

3. Видовое разнообразие полигона представлено многолетними злаковыми и бобовыми травами, используемыми для рекультивации (кострец безостый, тимофеевка луговая, овсяница луговая, бекмания обыкновенная, люцерна посевная); рудеральными растениями, имеющими наибольшее влияние на начальных этапах освоения территории (лебеда садовая, конопля посевная); а также рядом видов, принимающих участие на всех этапах развития сообщества (горошек мышиный, клевер луговой, клевер ползучий, девясил британский, полынь обыкновенная, мятлик луговой, ромашка продырявленная, осока пузырчатая). На территории Суторминского месторождения зарастание верховых болот происходит за счёт осоковых, а на песчаных почвах – вейников и иван-чая узколистного.

4. Выявлены различия в проективном покрытии на участках, подвергнутых разным способам рекультивации и другим видам антропогенного воздействия. На начальных этапах доминирующая роль принадлежала рудеральным видам. В последние 3 года наблюдений (1999-2001 гг.) на полигоне отмечена стабилизация проективного покрытия, что указывает на замедление процессов развития сообщества. Характер варьирования среднего количества видов на учётной площадке, доля рудеральных видов в проективном покрытии и воздушно-сухой надземной фитомассе свидетельствуют о более благоприятных условиях на участке с полным комплексом рекультивационных мероприятий.

5. Ведущими факторами, определяющими устойчивость и скорость восстановления растительности являлись: антропогенный (наличие или отсутствие рекультивационных работ, занос рудеральных видов); почвенные условия (степень увлажнения, механический состав и развитость органогенного горизонта), влияющие на миграцию и скорость разложения нефтепродуктов и отражающие биотопическую приуроченность сообщества. На торфяных почвах условия более благоприятны, что положительно отражается на скорости формирования сообществ.

6. Установлено, что наиболее чувствительными показателями при нефтяном загрязнении являлись: видовой состав, проективное покрытие, мозаичность, фитомасса, которые могут быть использованы при оценке негативного воздействия на сообщества.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации

1. Боме Н.А., Хотеев В.В. Формирование растительности на техногенном ландшафте в Северной лесостепи Тюменской области // Вестник Тюменского государственного университета. N. 3., Изд-во ТюмГУ, 2000. С. 106-111.

2. Хотеев В.В. Сукцессионные процессы на техногенном ландшафте в Северной лесостепи Тюменской области // Проблемы охраны растительного мира Сибири. Тез. докл. межд. совещ. Новосибирск, 2001. С. 94-95.

3. Хотеев В.В. Экологический мониторинг Суторминского месторождения (район г. Муравленко) // Сб. материалов 3-й межд. научн.-практ. конф. Проблемы строительства, инженерного обеспечения и экологии городов. Пенза, 2001. С. 104-105.

4. Боме Н.А., Сальникова Л.И., Говорухина А.А., Белозерова А.А., Хотеев В.В. Повышение стрессоустойчивости и расширение биоразнообразия растений (отчёт), №ГР 01.20. 0 105876, 2000. 15 с.