

На правах рукописи

Мамаджанов

МАМАДЖАНОВ РОМАН ХАСАНОВИЧ

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ
ЗАКРЫТЫХ ПОЛИГОНОВ ТБО ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ**

Специальность: 03.02.08 – Экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва, 2016

Работа выполнена на кафедре экологического мониторинга и прогнозирования
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
Высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Научный руководитель: **Латушкина Елена Николаевна**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент
ФГАОУ ВО «Российский университет
дружбы народов», доцент кафедры
экологического мониторинга и прогнозирования

Официальные оппоненты: **Смуров Андрей Валерьевич**

доктор биологических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»,
директор научно-учебного
Музея Землеведения и Экологического центра

Умаров Мухади Умарович

доктор биологических наук, академик
Академии наук Чеченской Республики, профессор,
Академия наук Чеченской Республики,
заведующий отделом биологии и экологии

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образова-
тельное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный уни-
верситет», г. Махачкала.

Защита состоится «06» октября 2016 г., в 16 часов 00 минут на заседании
Диссертационного совета Д 212.303.38 при Российском университете дружбы
народов по адресу: 115093, г. Москва, Подольское шоссе, д. 8/5.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» по адресу: 117198,
г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6 и на сайте dissovet.rudn.ru

Автореферат разослан: «...» 2016 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета



Е.А. Ванисова

Актуальность исследования. В ст. 3 ФЗ РФ от 24.06.1998 года № 89-ФЗ (в ред. 29.12.2015 года) «Об отходах производства и потребления» закреплены принципы и направления государственной политики Российской Федерации в области обращения с отходами, среди которых названы: сокращение образования отходов и восстановление благоприятного состояния окружающей среды при сохранении биологического разнообразия. Результатом, ожидаемым от реализации Государственной программы «Охрана окружающей среды» на 2012-2020 годы, должна стать экологическая реабилитация территорий с целью повышения уровня экологической безопасности и сохранения экосистем.

По данным официальной статистической отчетности, в Чеченской Республике насчитывается 194 несанкционированные и 18 санкционированных свалок, три полигона твердых бытовых отходов (ТБО), и эти территории в соответствии с государственными интересами должны быть восстановлены до уровня природных систем.

Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов ТБО, утвержденной 02.11.1996 года Министерством строительства РФ, не предусмотрены экологические принципы и модели биорекультивации закрытых полигонов и свалок, что представляет собой проблему для реализации упомянутых принципов государственной политики. Решение данной проблемы определило выбор темы: **«Биологическая рекультивация закрытых полигонов ТБО Чеченской Республики путем создания искусственных фитоценозов»** и цели **исследования** – разработать научно-обоснованные экологические принципы и модель (технология) создания искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО.

Исследование проводилось в Чеченской Республике в районе размещения полигонов, обслуживающих столицу – г. Грозный. Это полигоны ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье».

Объектом изучения стало состояние и устойчивость фитоценозов, произрастающих в пределах и за пределами ореола рассеяния свалочного газа, образующегося на полигонах ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье». **Предметом** – биологическая рекультивация – создание таких искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО, которые могли бы органично вписаться в условия окружающей природной среды и стать составной частью экосистемы, в пределах которой размещены техногенные объекты – свалочные тела.

Задачи исследования:

1. Охарактеризовать свалочные тела полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье» как источники свалочного газа: построить модели распределения температуры и содержания компонентов свалочного газа в поверхностном слое свалочных тел и определить ореол рассеяния свалочного газа с полигонов «Андреевская долина» и «Вторсырье».

2. Дать геоботаническое описание растительных сообществ, произрастающих в пределах и за пределами ореола рассеяния свалочного газа с полигонов «Андреевская долина» и «Вторсырье» и оценить жизненное состояние и газоустойчивость растений.

3. Оценить степень влияния антропогенного фактора – свалочного газа с полигонов «Андреевская долина» и «Вторсырье» на ценопопуляции растений.

4. Разработать практические меры в виде технологии создания искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье» с элементами управления их функционированием.

Полевые исследования проводились с мая по июль в 2014 и 2015 году; они предполагали определение географических координат свалочных тел; термическую и газовую съемку тел полигонов; геоботаническое описание фитоценозов двух экспериментальных и одной контрольной площадок, расположенных в пределах и за пределами ореола рассеяния свалочного газа. Аппаратурным обеспечением являлось: лазерный дальномер Bosh GLM 40, тепловизор SDS HOTFIND и газоанализатор ГАНК-4. При получении и анализе эмпирических данных использовались компьютерные программы: Google Earth, Serfer 12, Microsoft Excel и SPSS V. 17.0.

Математическая обработка данных включала проведение качественно-количественного контент-анализа, применение метода индексов (вычисление индекса видового разнообразия или индекса Маргалефа ($D_{\text{Маргалефа}}$), индекса Бергера-Паркера (d) или меры доминирования вида в растительном сообществе на единице площади, индекса доминирования (\dot{D}) количества растений в ярусах, превышения предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест), вычисление формулы растительных ярусов, определение ореола рассеяния свалочного газа по методике ОНД-86, использование метода балльных оценок и метода шкалирования (оценка жизненного состояния и газоустойчивости растений).

Математико-статистическая обработка данных осуществлялась с помощью метода средних величин (среднее арифметическое (X), стандартная ошибка среднего (m), пределы выборки (минимум (min), максимум (max)), размах вариации (R), мода (Mo), медиана (Me), стандартное отклонение (σ), дисперсия (s), коэффициенты вариации (V), эксцесса (Ex) и асимметрии (As)), группировки данных в вариационные ряды, корреляционного анализа, проверки статистических гипотез по критерию Колмогорова-Смирнова, U -критерию Уилкоксона (Манна-Уитни), J -критерию Ястремского и F -критерию Фишера, однофакторного дисперсионного анализа, определения коэффициента детерминации, факторного и кластерного анализа.

Основной гипотезой исследования стала идея о том, что модель и технология, как система практических мер по созданию искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО, будут экологически эффективны и значимы, если они: строятся на методологической основе системного и экосистемного подходов; базируются на принципах органичности, природосообразности и экотехнологичности; предполагают определение направленности биологической рекультивации закрытых полигонов ТБО; основываются на выявлении силы влияния антропогенного фактора – свалочного газа на растительные сообщества, произрастающие в пределах ореола рассеяния компонентов биогаза; включают определение устойчивости растений к воздействию биогаза; строятся на моделировании такой структуры искусственного фитоценоза, которая наиболее полно

совпадает со структурой растительного сообщества, характерного для естественной экосистемы.

Теоретико-методологической основой исследования стали труды С.В. Горюновой (2009, 2010), П.Ю. Жмылева (2011), Ю.П. Козлова (2006, 2010), Т.Н. Лащеновой (2008), Д.Н. Маторина (2007), А.А. Никольского (2011, 2013), Ю. Одума (1975), В.Г. Плющикова (2010), А.Я. Чижова (2012) и др. в области системного и теоретического анализа экологических систем, структуры и функционирования живых систем в пространстве и во времени в естественных и измененных человеком условиях; Е.Н. Латушкиной и Т.К. Бичелдей (2010, 2012), О.Я. Вайсмана, Я.И. Вайсмана, В.Н. Коротаева, Г.Г. Ягафаровой, Л.А. Насыровой, А.М. Шаимовой (2007), В.С. Орловой (2013) и др., посвященные исследованию полигонов ТБО как техногенных объектов, формирующих условия окружающей среды; Г.А. Калабина (2014), М.Е. Козловой (2008), Н.П. Красинского (1937, 1950), Г.М. Мелькумова (2013), В.С. Николаевского (1979, 1990), Р.А. Сейдафарова (2009), Р.В. Уразгильдина (2009), С.А. Харькина (2008), Н.А. Черных (2011), Х.Г. Якубова (2008) и др. по изучению влияния загрязняющих веществ на растительные сообщества; Г.А. Бабуновой (2010), О.М. Гуман (2008), Я.А. Жилинской, В.Н. Коротаева и Е.С. Ширинкиной (2010), О.В. Майоровой (2011), С.В. Максимовой (2004), D. Sivakumar (2013), X. Zhang, H. Jiang (2014) и др., раскрывающие принципы, способы и методы биологической рекультивации нарушенных земель; М.Х. Алихаджиева, Р.С. Эржаповой, Р.С. Ахматовой и Т.С. Хасанова (2013) и др. по анализу и систематизации данных о природно-климатических условиях Чеченской Республики.

Научная новизна:

- модели распределения температуры и содержания компонентов свалочного газа (CO , NO_2 , SO_2 , H_2S) в поверхностном слое свалочных тел полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырьье», представляющие собой трехмерную визуализацию свалочных тел и пространственные поля изменения температуры и содержания упомянутых газов во внешнем слое свалочных тел;

- функции распределения температуры и содержания компонентов свалочного газа (CO , NO_2 , SO_2 , H_2S) в поверхностном слое свалочных тел полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырьье», отражающие сосредоточение участков опробования по температурным интервалам и интервалам содержания газов; доказаны статистически достоверные различия между функциями распределения температуры и содержания оксидов углерода (CO), азота (NO_2) и серы (SO_2) в поверхностном слое тел полигонов ТБО;

- ореол рассеяния компонентов свалочного газа с обоих полигонов и соответственно территории, на которых антропогенным фактором воздействия на живые системы является свалочный газ;

- подробное геоботаническое описание фитоценозов, произрастающих в пределах ореола рассеяния свалочного газа и за его пределами, включающее видовую и вертикальную структуру древесно-кустарниковых растений и многолетних трав, оценку видового разнообразия по показателю отношения индекса Маргалефа к эталонной величине, определение доминирующего вида по индексам Бергера-Паркера и доминирования, анализ сомкнутости крон деревьев и

проективного покрытия кустарниками и многолетними травами, формулы древесного и кустарникового ярусов фитоценозов;

- эмпирические и аналитические данные о жизненном состоянии растений, произрастающих в пределах и за пределами ореола рассеяния свалочного газа по показателям: количество живых ветвей в кронах деревьев и кустарников и их степень облиственности, длина, площадь, уровень поражения некрозом и количество здоровых листьев растений;

- данные о силе влияния свалочного газа как антропогенного фактора воздействия на растения, произрастающие вблизи полигонов ТБО;

- сформулированы принципы и построены модели создания искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО.

Теоретическая значимость исследования. Результаты исследования расширяют и углубляют имеющиеся научные представления:

- в области факториальной экологии о том, что свалочный газ является абиотическим фактором воздействия на растительные сообщества и данные об уровне устойчивости растений, произрастающих в условиях повышенного содержания компонентов свалочного газа;

- в области прикладной экологии – разработаны экологические принципы и система практических мер в виде технологии создания искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО Чеченской Республики с элементами управления их функционированием.

Практическая значимость:

- модели и функции распределения температуры и содержания компонентов свалочного газа в поверхностном слое тел полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье», данные об ореоле рассеяния свалочного газа, результаты оценки жизненного состояния и газоустойчивости растений, произрастающих вблизи полигонов ТБО, включены в программу производственного экологического контроля состояния свалочных тел, проводимого Комплексным научно-исследовательским институтом РАН им. Х.И. Ибрагимова;

- система практических мер в виде технологии создания искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО, а также принципы органичности, природосообразности и экотехнологичности, технологическая карта и трехмерные модели создания искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО внедрены в программу биологической рекультивации территорий, нарушенных свалками и полигонами, реализуемую отделом государственной политики в сфере обращения с ТБО Департамента жилищных программ и развития жилищного строительства Чеченской Республики;

- геоботаническое описание фитоценозов может стать сравнительной единицей для последующего изучения изменений рассматриваемых растительных сообществ;

- полученный перечень видов древесно-кустарниковых видов растений может быть включен в п. 3.16 Инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов и в приложение 5, содержащее ассортимент растений для биологического этапа рекультивации закрытых полигонов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Жизненное состояние растений на контрольной площадке, расположенной вне ореола рассеяния биогаза, характеризуется как очень хорошее (0,98), на экспериментальных площадках, выделенных в пределах ореола рассеяния биогаза, – как удовлетворительное (0,71 и 0,79). Наиболее устойчивыми к воздействию компонентов биогаза являются: лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*), тополь черный (*Populus nigra*), лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) и бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*).

2. Сила влияния свалочного газа как антропогенного фактора воздействия на фитоценозы зависит от радиуса его ореола рассеяния от источника и содержания в атмосферном воздухе компонентов свалочного газа, и проявляется в изменении линейных параметров и пораженности некрозом листьев растений.

3. При биологической рекультивации нарушенных территорий свалочными телами следует руководствоваться моделью создания (проектирования) искусственных фитоценозов, включающей ассортимент растений, характерных для природных экосистем, в которых размещены рекультивируемые объекты, и обладающих устойчивостью к воздействию антропогенного фактора – свалочного газа.

4. Биологическая рекультивация представляет собой систему практических мер в виде технологии как последовательности действий по созданию искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО, состоящих из пяти этапов: эколого-аналитического, подготовительного или предпроектировочного, собственно проектировочного, реализационного и экологического контроля и базирующаяся на экологических принципах органичности, природосообразности и экотехнологичности.

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные положения и результаты диссертации докладывались на 6 Международных научно-практических конференциях: «Актуальные проблемы экологии и природопользования» (Москва, 2012-2015); «Актуальные проблемы защиты окружающей среды и техносферной безопасности в меняющихся антропогенных условиях – Белые ночи – 2014» (Грозный, 2014); «Eurasia Science 2015» (Москва-Пенза, 2015); «Actual environmental problems of the third millennium» (Москва, 2016); на международной XI выставке оборудования и технологий для водоочистки, переработки и утилизации отходов «Wasma-2014» (Москва, 2014); на заседаниях кафедры экологического мониторинга и прогнозирования РУДН (2013-2016 г.). По результатам работы было получено два акта внедрения.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, из которых четыре статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ, одна монография и параграф в коллективной монографии.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Основная часть диссертации изложена на 177 страницах компьютерной верстки, включает 42 таблицы и 46 рисунков. Список литературы насчитывает 192 наименования, из которых 166 на русском языке и 26 на английском языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность исследования; определены объект, предмет, цель, задачи и методы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, изложены положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Экосистемный подход в изучении техногенных объектов Чеченской Республики – полигонов ТБО» приведены результаты анализа монографий, научных статей, авторефератов диссертационных работ по проблемам воздействия полигонов ТБО на растительные сообщества, биологической рекультивации свалочных тел, типизации экосистем Чеченской Республики. Раскрыты представления отечественных и зарубежных специалистов об экосистемном подходе, экосистемах и их видах. Охарактеризованы пять экосистем Чеченской Республики, отличающиеся климатическими условиями, почвенным покровом, рельефом, биологическим разнообразием. Это экосистемы полупустынь, степей, лесостепей, горных лесов и нивальной зоны.

Во второй главе «Организация и методы исследования» дана общая характеристика районов размещения полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье», описаны методы и процедуры полевых и аппаратурных исследований, математической и математико-статистической обработки полученных данных, приведено программное обеспечение исследования.

Полигон «Андреевская долина» эксплуатируется с 2009 года, его площадь 62 га, он расположен на расстоянии 1,1 км к северу от п. Андреевская долина и на 3,3 км северо-западнее г. Грозный. Полигон «Вторсырье» функционирует с 2011 года и занимает площадь 13,5 га. Он размещен в 530 м от п. Андреевская долина и в 3,5 км от столицы Республики. До 2009 года полигоны представляли собой несанкционированные свалки. На них складировали твердые коммунальные отходы, строительный мусор, отходы нефтяной промышленности и др. Затем территории огородили, придали им юридический статус и стали размещать на них строительные и твердые коммунальные отходы по высотной схеме. На полигонах нет системы сбора и утилизации биогаза, сбора и очистки фильтрата.

Изучаемые полигоны размещены в лесостепной экосистеме, для которой характерны семь видов древесно-кустарниковых растений: дуб черешчатый (*Qercus robur*), тополь черный (*P. nigra*), ива белая (*Salix alba*), лох узколистный (*Elaeágnus angustifólia*), бирючина обыкновенная (*Ligústrum vulgáre*), лещина обыкновенная (*Córylus avellána*), боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata*) и три вида многолетних трав: эспарцет песчаный (*Onobrýchis arenária*), клевер белый (*Trifolium repens*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*).

На полигонах было выделено по 504 участка опробования, на которых сделано по 1008 измерений: долготы, широты и высоты, температуры и содержания CO , NO_2 , SO_2 , H_2S в поверхностном слое свалочных тел полигонов, то есть 8064 измерения. Замеры осуществлялись в соответствии с методическими рекомендациями и требованиями ГОСТ. Ореол рассеяния компонентов свалочного газа определяли по методике ОНД 86. Расчетные величины сравнивали с фактическими данными содержания CO , NO_2 , SO_2 , H_2S в атмосферном воздухе экспериментальных и контрольной площадок, а также со значениями предельных средних суточных концентраций перечисленных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов.

Для геоботанического обследования были выделены три площадки со сторонами 20 м и площадью 400 м² каждая. Первая экспериментальная площадка находилась в 200 м севернее полигона «Андреевская долина», вторая – в 200 м восточнее полигона «Вторсырье». Третья – контрольная площадка располагалась вне зоны влияния свалочных тел в 2,7 км северо-западнее полигона «Вторсырье» и в 2 км на запад от полигона «Андреевская долина».

Геоботаническое исследование фитоценозов, произрастающих на трех площадках, предполагало выявление: 1) видового состава и вертикальной структуры растительных сообществ, 2) сомкнутости крон деревьев и степени проективного покрытия кустарниками и травами, 3) формулы древесного и кустарникового ярусов, 4) количества живых ветвей древесно-кустарниковых насаждений, 5) степени облиственности крон деревьев и кустарников, 6) длины и площади листьев исследуемых растений, 7) количества здоровых и пораженных некрозом листьев; и оценку: 8) уровня поражения листьев некрозом, 9) жизненного состояния и 10) газостойкости растений.

Третья глава «Принципы и модели создания искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье» Чеченской Республики» содержит результаты исследования и их обсуждение.

Полигоны являются источниками свалочного газа, эмиссия которого во многом зависит от внешних и внутренних условий. К внешним – следует относить абиотические условия окружающей среды, например, температуру атмосферного воздуха, наличие, количество и периодичность атмосферных осадков, влияющих на увлажнение отходов, направление и скорость ветра, соотношение теплых и холодных дней в году и прочее. К внутренним – физико-химические параметры тела, а именно: мощность полигона и слоя незасыпанных грунтом отходов, период их складирования, морфологический состав, окраска и излучательная способность отходов, температура свалочного тела и др.

По географическим координатам, температурным и газо-химическим данным были построены трехмерные модели полигонов и двумерные модели распределения температуры и содержания CO , NO_2 , SO_2 , H_2S в поверхностном слое тел полигонов (рис. 1), отражающие характер и пространственные поля изменения искомым показателей, соответствующих эмпирическим функциям их распределения. Функции распределения температуры на обоих полигонах достоверно отличаются друг от друга (U-критерий Уилкоксона, $U_f=97$, при $P=99\%$). На полигоне «Андреевская долина» большая часть значений группируется в интервале $32,3\div 33,0^\circ C$. На полигоне «Вторсырье» – зафиксированы два участка сосредоточения величин: $35,8\div 37,3^\circ C$ и $45,4\div 46,9^\circ C$. Указанные значения существенно превышают температуру атмосферного воздуха ($t=27,0^\circ C$). Функции распределения содержания CO , NO_2 , SO_2 во внешнем слое полигонов достоверно отличаются по J-критерию Ястремского ($J_f > J=3$ при $P=99\%$). Распределение содержания сероводорода на обоих полигонах описывается одной функциональной зависимостью ($J_f < 3$ при $P=99\%$). Содержание NO_2 и CO в поверхностном слое свалочных тел характеризуется слабым варьированием (полигон «Вторсырье»), средним варьированием – содержание H_2S и значительным – SO_2 и CO (полигон «Андреевская долина»). Пространственная неоднородность

эмиссии газов и температурных полей позволяет характеризовать свалочные тела как независимые техногенные системы и указывает на разную интенсивность деструктивных процессов и уровень образования газа.

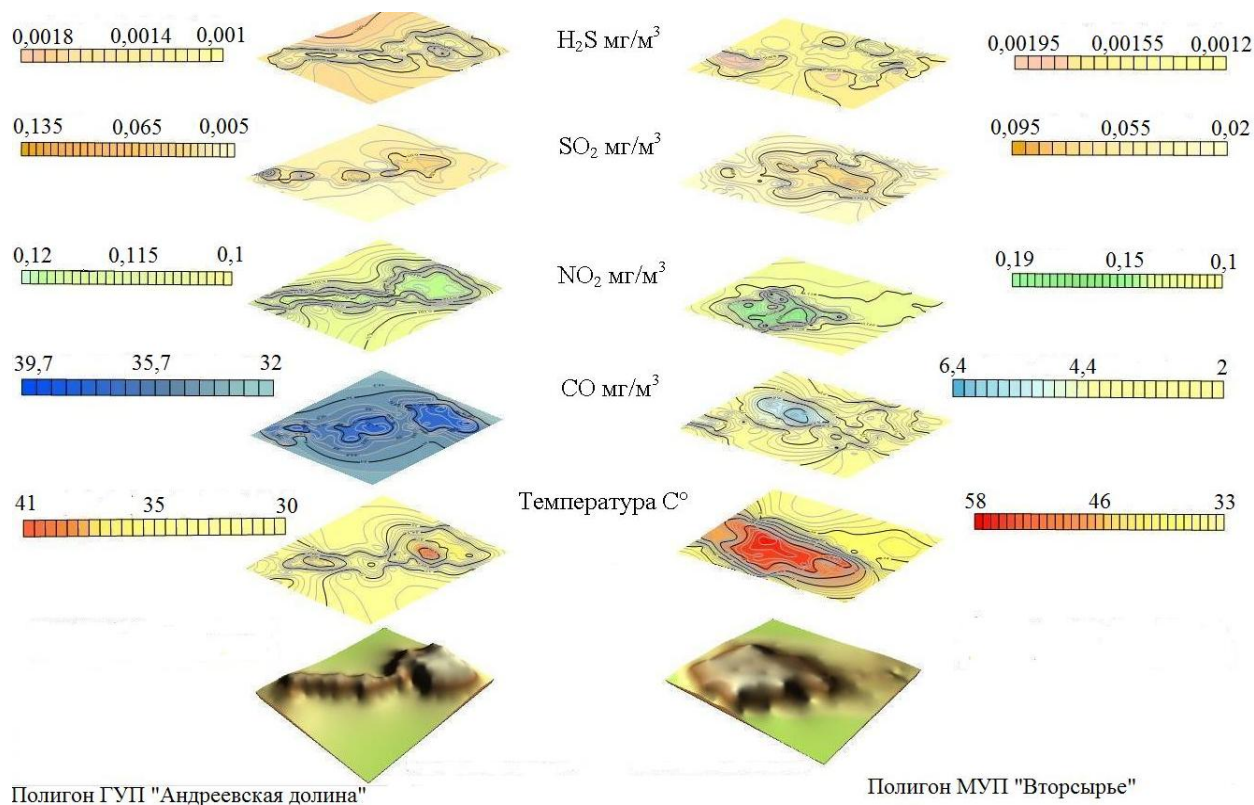


Рис. 1. Пространственные модели распределения температуры и содержания газов в поверхностном слое тел полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье»

Превышения среднесуточных значений предельных допустимых концентраций CO , NO_2 , SO_2 , H_2S в атмосферном воздухе для населенных пунктов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Превышение среднесуточных значений ПДК для населенных пунктов по показателям содержания газов в поверхностном слое полигонов ТБО

Показатели	ПДК (CO)		ПДК (NO_2)		ПДК (SO_2)		ПДК (H_2S)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Минимальное содержание	10,7	0,7	2,5	2,5	0,02	0,4	0,01	0,01
Среднее содержание	12,1	1,0	2,5	3,0	0,6	0,8	0,01	0,02
Максимальное содержание	13,2	2,1	3,0	4,7	2,0	2,0	0,02	0,02

Примечание: 1 – полигон ТБО ГУП «Андреевская долина», 2 – полигон ТБО МУП «Вторсырье».

Близкое расположение свалочных тел вкуче с пересечением ореолов рассеяния CO , NO_2 , SO_2 , H_2S послужило основаниями для объединения полей приземных концентраций газов в единый ореол рассеяния (рис. 2), из которого следует, что максимальное содержание в атмосферном воздухе CO рассеивается на расстоянии 1400 м, H_2S , NO_2 и SO_2 – в пределах 500 м.

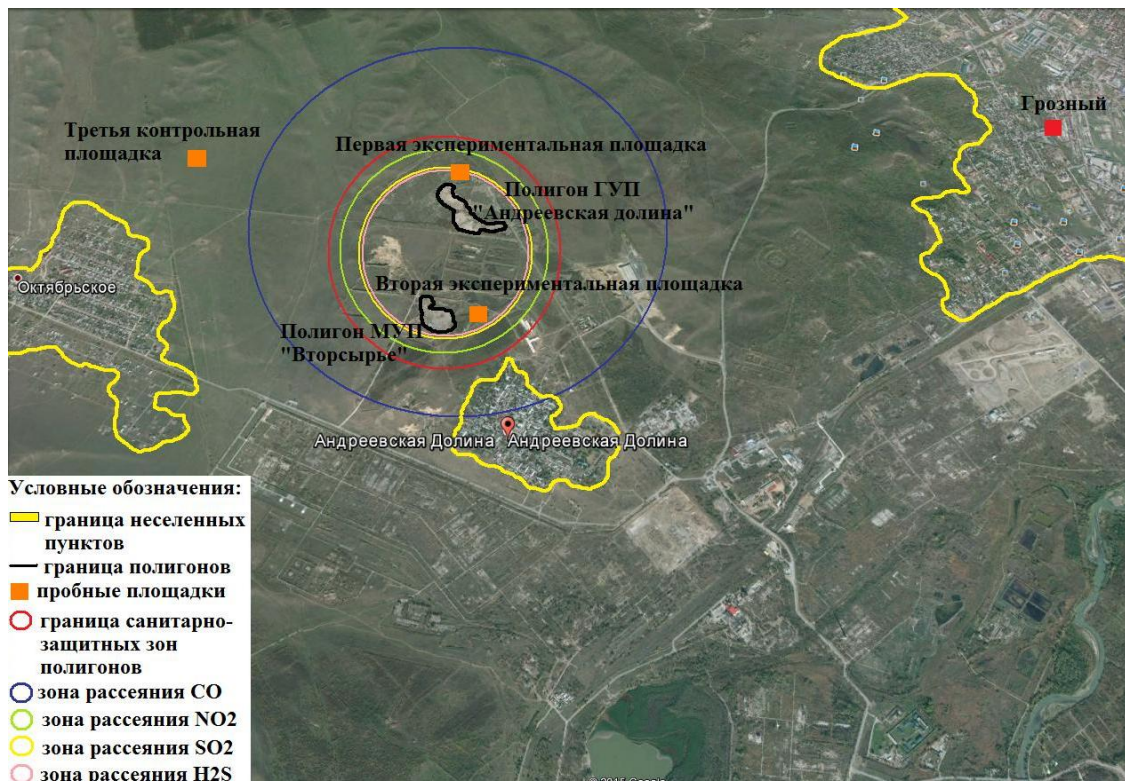


Рис. 2. Ореол рассеяния компонентов свалочного газа с полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье»

На контрольной площадке (рис. 2) фактическое содержание CO , NO_2 , SO_2 , H_2S в атмосферном воздухе, измеренное на высоте 1,5 м от земли, не превышало норму, и на некоторых участках было ниже чувствительности прибора. Это значит, что фитоценоз контрольной площадки не испытывает влияние полигонов и практически не подвержен негативному воздействию. На экспериментальных площадках наблюдалось незначительное отклонение средних величин фактических содержаний загрязняющих веществ от расчетных. Это означает, первое, свалочные тела являются единственным источником CO , NO_2 , SO_2 , H_2S , второе, растительные сообщества экспериментальных площадок произрастают в условиях повышенного содержания CO , NO_2 , SO_2 , H_2S в атмосферном воздухе.

Видовой состав растений на трех площадках одинаковый, отличающийся лишь соотношением видов. На первой площадке выявили 22 экземпляра деревьев, из которых семь особей дуба черешчатого (*Quercus robur*), девять – тополя черного (*Populus nigra*), шесть – ивы белой (*Salix alba*); кустарников насчитали 26 экземпляров: восемь – лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*), пять – лещины обыкновенной (*Corylus avellana*), шесть – бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare*) и семь – боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata*). На второй площадке обнаружили 18 экземпляров деревьев и 28 кустарников. Среди деревьев было шесть экземпляров дуба черешчатого (*Quercus robur*), семь – тополя черного (*Populus nigra*) и пять – ивы белой (*Salix alba*), из кустарников: девять особей лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*), шесть – лещины обыкновенной (*Corylus avellana*), пять – бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare*) и восемь – боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata*). На третьей (контрольной) площадке выявили 49 экземпляров деревьев и 60 экземпляров кустар-

ников. Древесный ярус образуют 16 особей дуба черешчатого (*Quercus robur*), 19 – тополя черного (*Populus nigra*) и 14 – ивы белой (*Salix alba*), из кустарников: 19 экземпляров лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*), 13 – лещины обыкновенной (*Corylus avellana*), 16 – бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare*) и 12 – боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata*).

Видовое разнообразие выше на второй экспериментальной площадке ($D=0,98$), чем на первой ($D=0,12$) и третьей (контрольной) ($D=0,06$), в основном, за счет числа особей. По индексу Бергера-Паркера в первом (древесном) ярусе доминирующим видом по всем площадкам является тополь черный (*Populus nigra*) ($d=0,4$), во втором (кустарниковом) ярусе – лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*) ($d=0,3$). На всех пробных площадках отмечается доминирование (\check{D}) кустарников ($\check{D}=0,6$) над деревьями ($\check{D}=0,5$).

На первой пробной площадке высота древесного яруса изменяется от 2,1 м до 7,3 м. Минимальным значением высоты характеризуется ива белая (*Salix alba*) – 2,1 м, максимальным – тополь черный (*Populus nigra*) – 7,3 м. На второй площадке высота древесного яруса варьирует в пределах от 1,2 м до 6,9 м. Высота 1,2 м была зафиксирована у ивы белой (*Salix alba*); 6,9 м – у тополя черного (*Populus nigra*). На контрольной площадке древесный ярус простирается от 1,2 м (ива белая (*Salix alba*)) до 7,7 м (тополь черный (*Populus nigra*)).

Кустарниковый и древесный ярусы пересекаются на высоте 2-3 м на первой площадке, 1-3 м – на второй и 2-3 м – на контрольной площадке. На первой площадке высота кустарникового яруса изменяется от 0,6 м (боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata*)) до 2,9 м (лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*)). На второй экспериментальной площадке высота кустарникового яруса варьирует в пределах 0,6-2,3 м. Самым низким кустарником является боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata*), самым высоким – лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*). На третьей (контрольной) пробной площадке кустарниковый ярус достигает в высоту 2,4 м; такое значение зафиксировано у лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*). Минимальная высота была отмечена у боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata*) – 0,6 м.

Сомкнутости крон деревьев составляет 20% на первой площадке, 30% – на второй, 60% – на третьей. Проективное покрытие кустарниками на трех площадках практически одинаковое, травами – отличается: на экспериментальных площадках составляет 90-95% площади участков, на контрольной – 100%.

На экспериментальных участках преобладает эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*) (35-40%), на втором месте по доминированию овсяница луговая (*Festuca pratensis*) (30%), на третьем – клевер белый (*Trifolium repens*). На контрольной площадке преобладает клевер белый (*Trifolium repens*) (40%), менее распространена овсяница луговая (*Festuca pratensis*) (30%), которая преваблирует над эспарцетом песчаным (*Onobrychis arenaria*).

Древесный ярус на трех площадках сложен преимущественно тополем черным (*Populus nigra*) и в равном соотношении дубом черешчатым (*Quercus robur*) и ивой белой (*Salix alba*). Кустарниковый ярус образован, в основном, лохом узколистным (*Elaeagnus angustifolia*) и, в меньшей степени, лещиной обыкновенной (*Corylus avellana*) (табл. 2).

Формулы древесного и кустарникового ярусов фитоценозов

Площадка	Древесный ярус	Кустарниковый ярус
Первая экспериментальная площадка	3Д4Т3И	3Л-х2Л-щ2Брч3Брш
Вторая экспериментальная площадка	3Д4Т3И	3Л-х2Л-щ2Брч3Брш
Третья (контрольная) площадка	3Д4Т3И	3Л-х2Л-щ3Брч2Брш

Примечание: Д – дуб черешчатый (*Quercus robur*); Т – тополь черный (*Populus nigra*); И – ива белая (*Salix alba*); Л-х – лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*); Л-щ – лещина обыкновенная (*Corylus avellana*); Брч – бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*); Брш – боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata*).

Функции распределения длины и площади листьев растений контрольной площадки статистически достоверно отличаются от функций распределения на экспериментальных площадках, поскольку расчетные значения статистики критерия Колмогорова-Смирнова превысили критическое значение при $P=0,05$.

Жизненное состояние растений контрольной площадки оценивается как очень хорошее, экспериментальных – удовлетворительное. Растения первой площадки менее устойчивы к воздействию компонентов свалочного газа, чем растения, произрастающие на второй. Наиболее устойчивыми к воздействию свалочного газа являются ценопопуляции тополя черного (*Populus nigra*) и лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*) (табл. 3).

Балльная оценка жизненного состояния и газоустойчивости растений

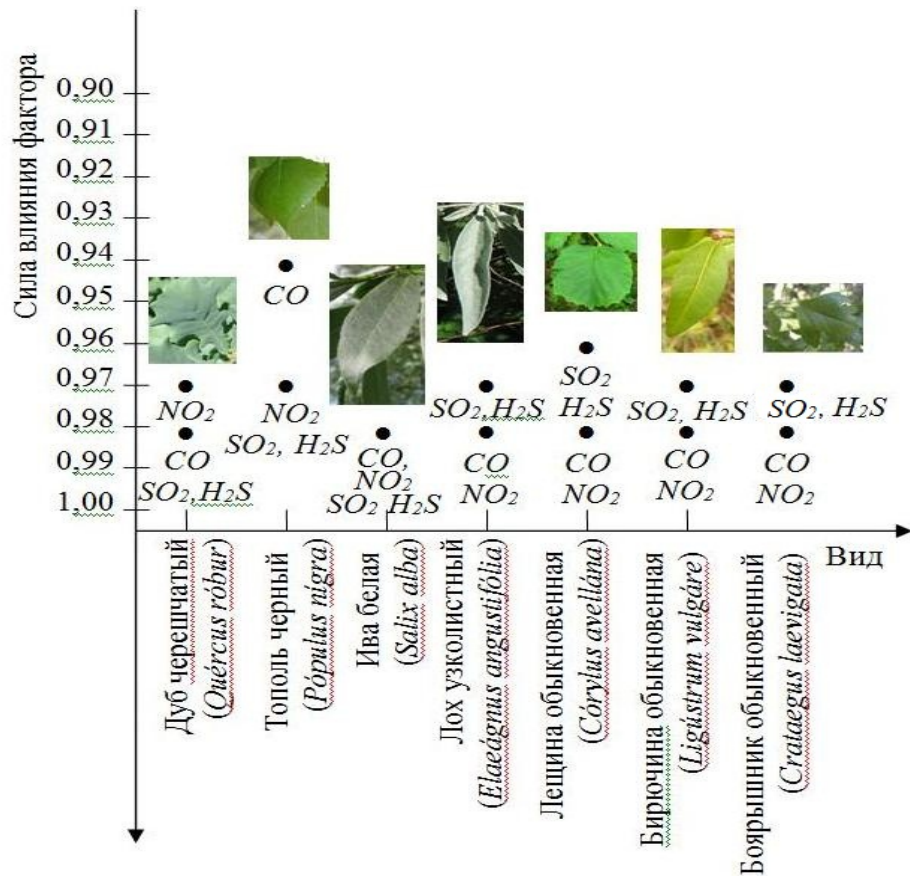
Виды	Живые ветви	Облиственность	Здоровые листья	Сумма баллов	Индекс жизненного состояния	Категория жизненного состояния	Оценка газоустойчивости	Категория газоустойчивости (по Н.П. Красинскому и В.М. Побединской)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Первая экспериментальная площадка</i>								
Д	7	6	8	21	0,70	удовлетворительное	2	среднеустойчивые
Т	7	6	9	22	0,73	удовлетворительное	1	сильноустойчивые
И	7	6	4	17	0,57	очень ослабленное	3	слабоустойчивые
Л-х	8	7	9	24	0,80	хорошее	1	сильноустойчивые
Л-щ	8	7	7	22	0,73	удовлетворительное	2	среднеустойчивые
Брч	8	7	7	22	0,73	удовлетворительное	2	среднеустойчивые
Брш	8	7	7	22	0,73	удовлетворительное	2	среднеустойчивые
Всего:	53	46	51	150	0,71	удовлетворительное	-	-
<i>Вторая экспериментальная площадка</i>								
Д	8	7	8	23	0,77	удовлетворительное	2	среднеустойчивые
Т	9	7	9	25	0,83	хорошее	1	сильноустойчивые
И	8	6	5	19	0,63	удовлетворительное, ослабленное	2	среднеустойчивые
Л-х	9	8	10	27	0,90	очень хорошее	1	сильноустойчивые

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л-щ	9	7	8	24	0,80	хорошее	1	сильноустойчивые
Брч	9	8	8	25	0,83	хорошее	2	среднеустойчивые
Брш	9	7	7	23	0,77	удовлетворительное	2	среднеустойчивые
<i>Всего:</i>	<i>61</i>	<i>50</i>	<i>55</i>	<i>166</i>	<i>0,79</i>	<i>удовлетворительное</i>	-	-
<i>Третья (контрольная) площадка</i>								
Д	10	10	9	29	0,97	очень хорошее	не оценивалась	
Т	10	10	9	29	0,97	очень хорошее		
И	10	10	8	28	0,93	очень хорошее		
Л-х	10	10	10	30	1,00	очень хорошее		
Л-щ	10	10	9	29	0,97	очень хорошее		
Брч	10	10	10	30	1,00	очень хорошее		
Брш	10	10	10	30	1,00	очень хорошее		
<i>Всего:</i>	<i>70</i>	<i>70</i>	<i>65</i>	<i>205</i>	<i>0,98</i>	<i>очень хорошее</i>		

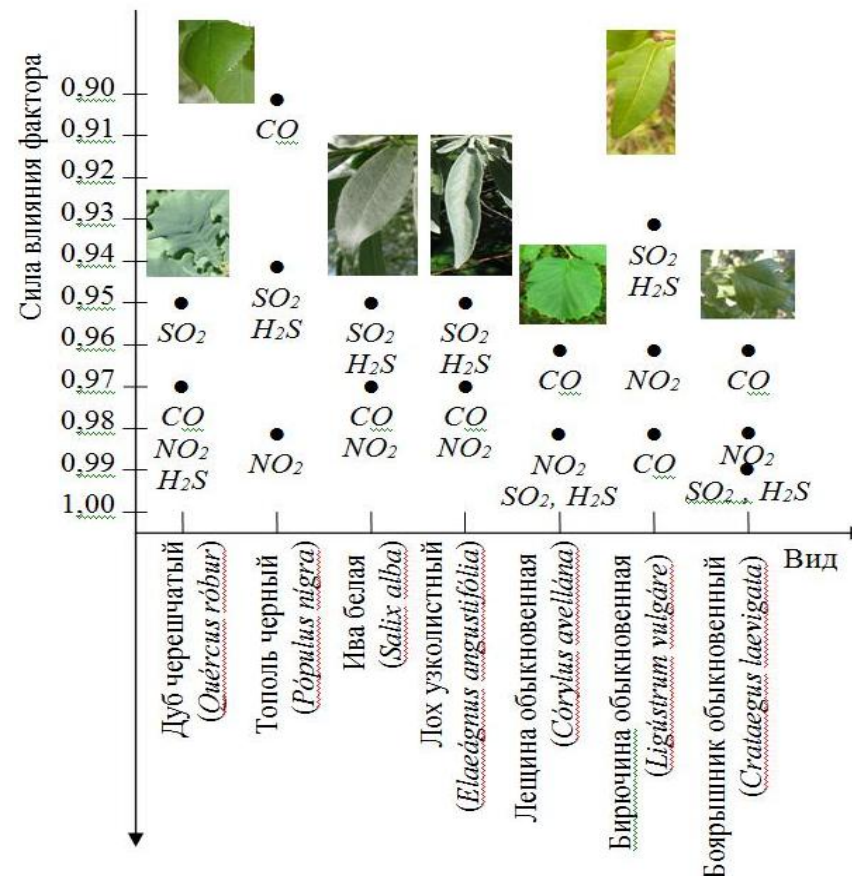
Примечание: При оценке жизненного состояния 10 баллов присваивалось в случае минимального (до 10%) повреждения ветвей, максимальной степени облиственности крон и максимального количества здоровых листьев; 1 балл – свыше 90% ветвей повреждено, более 90% прямого солнечного света попадает на земную поверхность, подсчитано минимальное количество здоровых листьев. При оценке газоустойчивости 1 балл присваивался в случае минимального (до 10%) поражения листовой пластинки некрозом, 3 балла – свыше 20% листовой пластинки повреждено некрозом.

Факт влияния повышенного содержания компонентов свалочного газа на растения экспериментальных площадок оценивался по *F*-критерию Фишера. В результате все фактические значения *F*-критерия Фишера превысили критические при $P=0,05$ и $P=0,01$. То есть влияние факторов – компонентов свалочного газа достоверно на уровне значимости 95% и 99%. Это влияние проявляется в изменении длины и площади листьев древесно-кустарниковых растений, и влияет на степень поражения некрозом листовой пластинки у исследуемых видов растений. Всего было исследовано 525 листьев, по 175 на каждой площадке.

Сила влияния выявленного антропогенного фактора оценивалась с помощью коэффициента детерминации (рис. 3). Так, на первой площадке сила влияния фактора (компонентов биогаза) на поражение листьев некрозом изменяется в пределах $0,94 \div 0,98$, на второй – $0,90 \div 0,99$. На первой площадке максимальная сила влияния оксида углерода (CO), диоксидов азота (NO_2) и серы (SO_2), сероводорода (H_2S) ($0,98$) на поражение листьев некрозом отмечается у ивы белой (*Salix alba*) и дуба черешчатого (*Quercus robur*). Оксид углерода (CO) и диоксид азота (NO_2) также оказывают сильное воздействие ($0,98$), проявляющееся в некрозе листьев у лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*), лещины обыкновенной (*Corylus avellana*), бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare*) и боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata*). На второй экспериментальной площадке максимальную силу влияния компонентов свалочного газа испытывают кустарниковые виды растений: лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*) и боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata*). Здесь также отмечается сильное влияние диоксида азота (NO_2) ($0,98$) на поражение листьев некрозом дуба черешчатого (*Quercus robur*).



а) первая экспериментальная площадка



б) вторая экспериментальная площадка

Рис. 3. Сила влияния антропогенного фактора – содержания компонентов свалочного газа в атмосферном воздухе на степень поражения некрозом листьев растений экспериментальных площадок

Современные полигоны ТБО представляют собой некую зону отчуждения, вокруг которой, как правило, практически отсутствуют древесно-кустарниковые насаждения и весьма обеднены животные сообщества. После завершения эксплуатации полигонов их необходимо рекультивировать. Однако имеющиеся требования по рекультивации таких объектов не содержат комплекса практических мер или технологии проектирования таких фитоценозов, которые являлись бы и частью природной экологической системы, в которой расположен техногенный объект – полигон ТБО, и обладали газоустойчивостью к воздействию свалочных тел.

Разработанная технология создания (проектирования) искусственных фитоценозов на выведенных из эксплуатации полигонах ТБО базируется на трех связанных между собой экологических принципах:

- *принцип органичности*, который гласит – искусственно созданный фитоценоз должен органично вписаться в естественную (природную) экосистему;
- *принцип природосообразности* – искусственный фитоценоз должен включать типичные для естественной экологической системы региона, в которой размещен полигон ТБО, виды растений, которые обладают устойчивостью к негативному воздействию данного техногенного объекта;
- *принцип экотехнологичности* – искусственно созданный фитоценоз должен создаваться с помощью последовательных действий и быть структурированным.

Предлагаемая технология реализуется в пять последовательных этапов. Первый – эколого-аналитический этап предполагает оценку абиотической, биотической и антропогенной составляющих естественных экологических систем. Второй – подготовительный или предпроектировочный этап включает обобщение и интерпретацию результатов диагностики. Результатом этого этапа является характеристика источника и антропогенного фактора, выявление уровня антропогенного воздействия на экосистему и характеристика растительных сообществ, произрастающих в естественных условиях. Третий этап – проектировочный. Подразумевает разработку моделей создания искусственных фитоценозов на закрытых полигонах. В рамках этого этапа был сформирован перечень растений, устойчивых к воздействию свалочного газа и разработаны пространственные модели посева многолетних трав (рис. 4), посадки кустарников (рис. 5) и деревьев (рис. 6) в рамках биологической рекультивации полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырьё».

Для изучаемых полигонов видится целесообразным лесохозяйственное направление использования, которое возможно только при условии формирования устойчивого фитоценоза, включающего многолетние травы, деревья и кустарники. С учетом габаритов тела полигона «Андреевская долина» и норм высева семян эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) потребуется 4650 кг, овсяницы луговой (*Festuca pratensis*) – 1860 кг, клевера белого (*Trifolium repens*) – 620 кг; полигона «Вторсырьё» – 1012 кг эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*), 405 кг овсяницы луговой (*Festuca pratensis*) и 135 кг клевера белого (*Trifolium repens*).

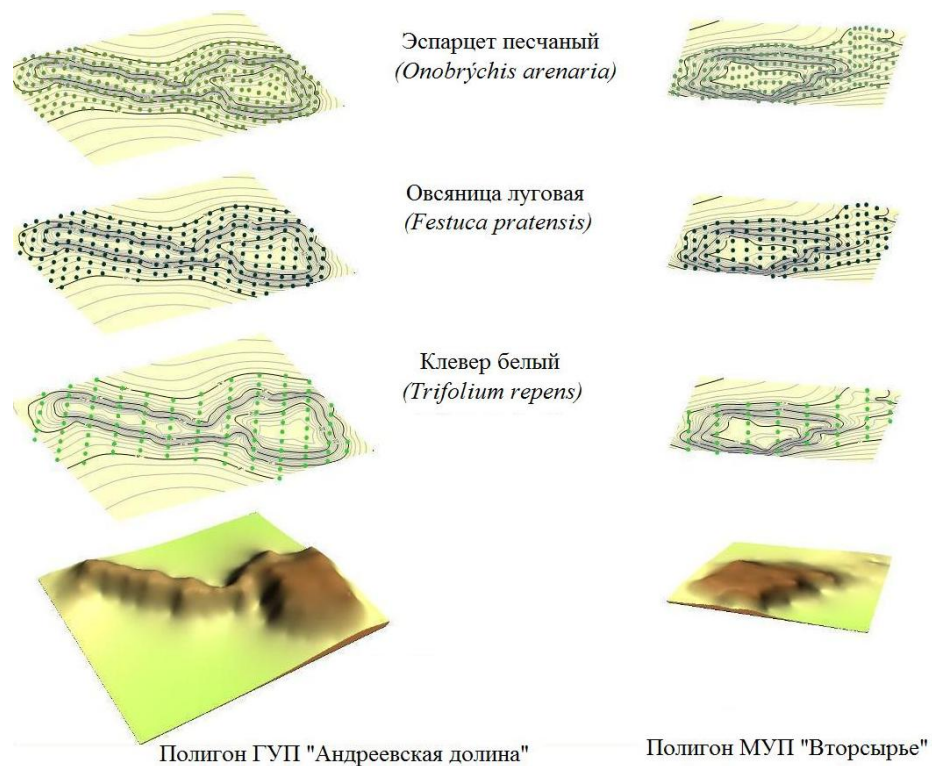


Рис. 4. Модель посева многолетних трав на закрытых полигонах ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье»

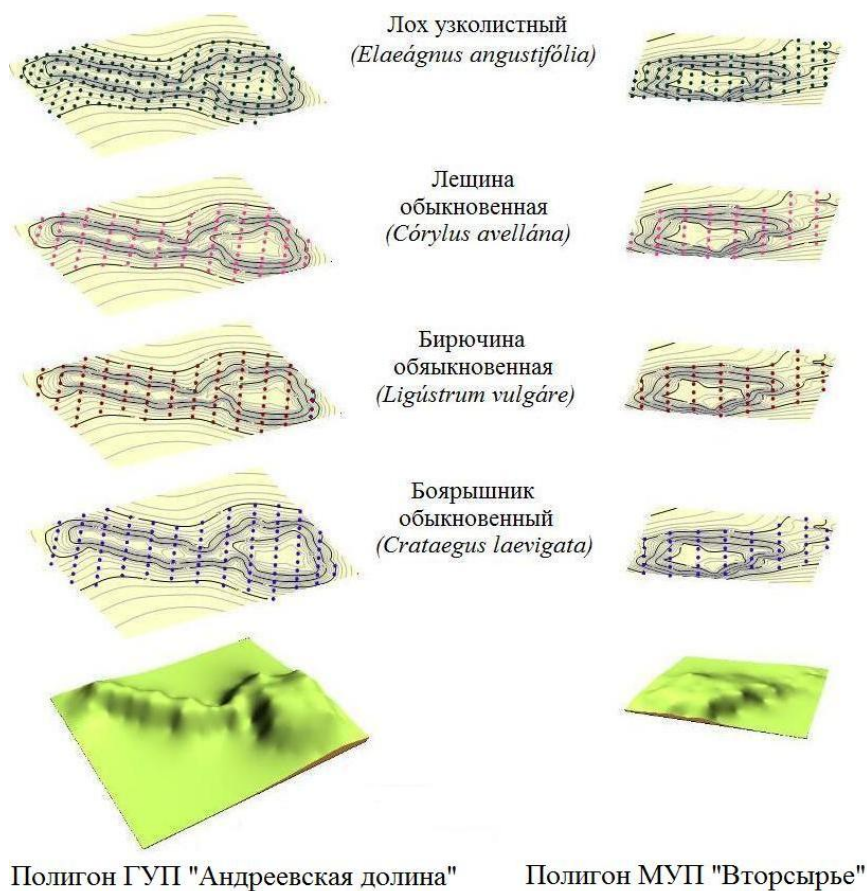
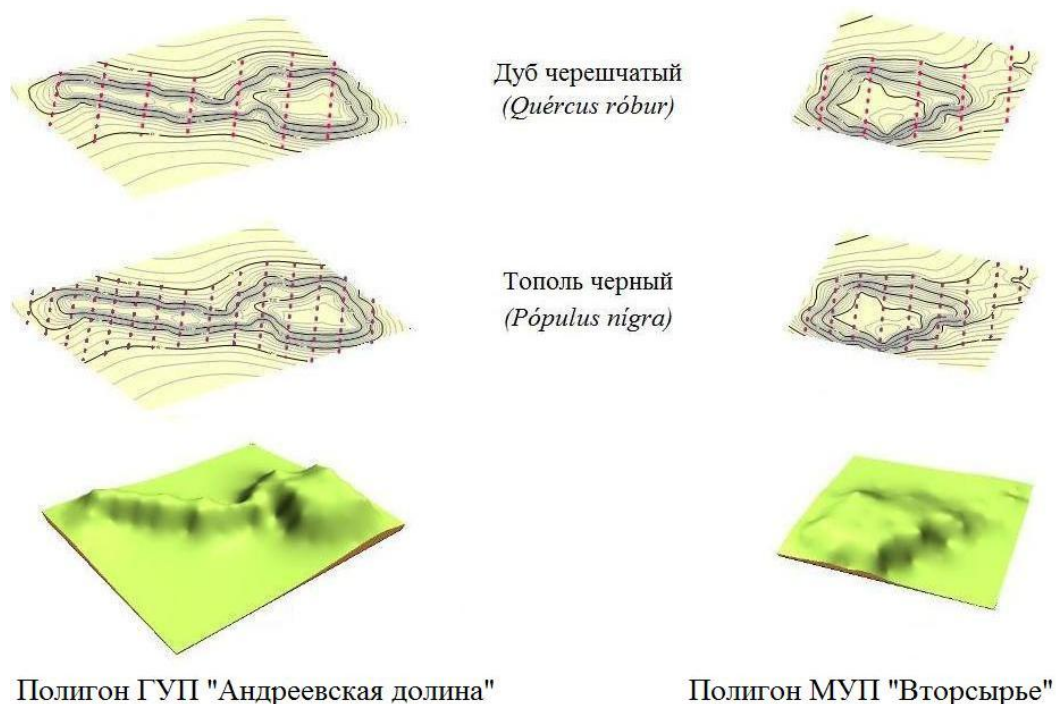


Рис. 5. Модель посадки кустарников на полигонах ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье»



**Рис. 6. Модель посадки деревьев на полигонах ТБО
ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье»**

Посадка деревьев и кустарников осуществляется через четыре года. Для соблюдения вертикальной структуры проектируемого фитоценоза необходимо высаживать 70% растений для формирования кустарникового яруса и 30% – для формирования древесного яруса. Соблюдение вертикальной структуры проектируемого фитоценоза диктует высаживание высоких пород кустарников, среди которых: лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*) и лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) и породы средней высоты – бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*) и боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata*). Композицию из групповых посадок крупномерных пород деревьев сформировать дубом черешчатым (*Quercus robur*) и тополем черным (*Populus nigra*).

Согласно моделям на полигонах ТБО в древесном ярусе будет преобладать тополь черный (*Populus nigra*) (65 %) (табл. 4), в кустарниковом – лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*) (40 %). В общей сложности на полигоне «Андреевская долина» планируется высадить 20750 особей растений, из которых 6225 деревьев и 14525 кустарников, на полигоне «Вторсырье» – 4483 особей растений, включающих 1345 деревьев и 3137 кустарников. Данные виды растений отличаются хорошей устойчивостью к негативному воздействию полигонов ТБО и относительной неприхотливостью к почвенному составу.

Лесохозяйственное направление биологической рекультивации свалочных тел является достаточно продолжительным процессом. Искусственный фитоценоз можно будет считать окончательно сформированным тогда, когда ярусы будут четко выражены. Для этого потребуется минимум шесть, максимум 25 лет.

Четвертый этап – реализационный. Включает выполнение конкретных действий по созданию молодого растительного сообщества. Пятый этап – эколо-

гический контроль осуществляется в параллель с четвертым и подразумевает создание системы экологического мониторинга.

Таблица 4

**Прогнозирование периода формирования ярусности
в искусственных фитоценозах, созданных на свалочных телах
полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье»**

<i>Вид</i>	<i>Количество саженцев, (для полигона «Андреевская долина» / «Вторсырье»)</i>	<i>Возраст саженцев, лет</i>	<i>Высота саженцев, см</i>	<i>Средний годовой прирост, см</i>	<i>Средняя высота во взрослом состоянии, м</i>	<i>Время, необходимое для формирования яруса, лет</i>
<i>Древесный ярус</i>						
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i>)	2178/470	10	100	20	30-40	25
Тополь черный (<i>Populus nigra</i>)	4046/874	3	150	60	30-40	5
<i>Кустарниковый ярус</i>						
Лох узколистный (<i>Elaeagnus angustifolia</i>)	5810/1256	2	60	100	10	1-2
Лещина обыкновенная (<i>Corylus avellana</i>)	2905/627	2	45	20-35	5	6-7
Бирючина обыкновенная (<i>Ligustrum vulgare</i>)	2917/636	1-2	40	30	5	6-7
Боярышник обыкновенный (<i>Crataegus laevigata</i>)	2894/621	3	100	20-30	4	8

Реализация предлагаемой технологии позволит решить актуальную экологическую проблему биологической рекультивации закрытых полигонов ТБО и их органичного встраивания в окружающую природную среду региона.

ВЫВОДЫ

1. Свалочные тела полигонов ТБО расположены в лесостепной экологической системе, и они являются источниками свалочного газа как антропогенного фактора воздействия на живые организмы. Его эмиссия во многом сопряжена с экзотермическими реакциями. В поверхностном слое свалочного тела были выявлены превышения среднесуточных значений предельных допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для населенных пунктов. Это по обоим полигонам двукратное превышение нормы по оксиду серы (SO_2), трех- и пятикратное превышение нормы по оксиду азота (NO_2), двух- и тринадцатикратное превышение по содержанию оксида углерода (CO). Что говорит о высокой интенсивности уровня эмиссии компонентов свалочного газа. Темпера-

тура поверхностного слоя свалочного тела полигона ТБО ГУП «Андреевская долина» изменяется в пределах $25,3 \div 43,7^\circ\text{C}$, на полигоне ТБО МУП «Вторсырье» – варьирует от $18,7^\circ\text{C}$ до $68,1^\circ\text{C}$. Распределение температуры в поверхностном слое свалочных тел описывается разными функциями распределения температуры ($U_f=97$, при $P=99\%$). Это позволяет характеризовать свалочные тела как независимые техногенные системы, обладающие пространственной неоднородностью температурных полей, указывающих на разную интенсивность деструктивных процессов и уровень образования свалочного газа.

2. Определены ореолы рассеяния компонентов свалочного газа (CO , NO_2 , SO_2 , H_2S) с полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье», которые пересекаются и представляют собой единый ореол рассеяния, что позволяет воспринимать свалочные тела как один источник свалочного газа. Согласно полученным данным, рассеяние оксида углерода (CO) происходит на расстоянии 1400 метров от свалочных тел, по остальным газам – в пределах пяти сотен метров.

3. Структура фитоценоза контрольной площадки, расположенной вне ореола рассеяния свалочного газа, и структура фитоценозов двух экспериментальных площадок, попадающих в ореол рассеяния свалочного газа, по видовому составу идентичны. Фитоценозы образованы дубом черешчатым (*Quercus robur*), ивой белой (*Salix alba*), тополем черным (*Populus nigra*), лохом узколистным (*Elaeagnus angustifolia*), бирючиной обыкновенной (*Ligustrum vulgare*), лещиной обыкновенной (*Corylus avellana*), боярышником обыкновенным (*Crataegus laevigata*), эспарцетом песчаным (*Onobrychis arenaria*), клевером белым (*Trifolium repens*) и овсяницей луговой (*Festuca pratensis*). С плотностью древесно-кустарниковых насаждений 48 и 46 экземпляров на двух экспериментальных площадках и 109 – на контрольной площадке. Видовое разнообразие на второй экспериментальной площадке ($D=0,98$) выше, чем на первой ($D=0,12$) и третьей (контрольной) ($D=0,06$). Полученные различия обусловлены количеством особей растений на единицу площади при равном числе видов растений. Доминирующим видом в первом (древесном) ярусе по всем площадкам является тополь черный (*Populus nigra*) (индекс Бергера-Паркера $d=0,4$), во втором (кустарниковом) ярусе – лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*) ($d=0,3$). На всех пробных площадках отмечается доминирование (\check{D}) кустарников ($\check{D}=0,6$) над деревьями ($\check{D}=0,5$).

Древесный ярус на трех площадках сложен преимущественно тополем черным (*Populus nigra*) и в равном отношении дубом черешчатым (*Quercus robur*) и ивой белой (*Salix alba*) (3Д4Т3И). Кустарниковый ярус образован, в основном, лохом узколистным (*Elaeagnus angustifolia*) и, в меньшей степени, лещиной обыкновенной (*Corylus avellana*): 3Л-х2Л-щ2Брч3Брш. Формула кустарникового яруса контрольной площадки: 3Л-х2Л-щ3Брч2Брш. В травянистом ярусе произрастают эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*) (35-40%), овсяница луговая (*Festuca pratensis*) (30%) и клевер белый (*Trifolium repens*). На контрольной площадке преобладает клевер белый (*Trifolium repens*) (40%), менее распространена овсяница луговая (*Festuca pratensis*) (30%), которая превалирует над эспарцетом песчаным (*Onobrychis arenaria*).

Мощность первого (древесного) яруса на экспериментальных площадках составляет 5,2 м и 5,7 м, на контрольной – 6,5 м. Кустарниковый и древесный ярусы пересекаются на высоте 1-3 метра. Мощность второго (кустарникового) яруса на экспериментальных площадках – 2,3 м и 1,7 м, на контрольной – 1,8 м.

Сомкнутость крон деревьев экспериментальных площадок составляет 20% и 30%, и 60 % – на контрольной площадке. Это означает, что контрольная площадка в меньшей степени испытывает негативное воздействие. Существенных отличий между сравниваемыми площадками по проективному покрытию кустарниками нет. На экспериментальных площадках травами не покрыто порядка 5-10% площади, почвенный покров контрольной площадки полностью покрыт травами.

4. Жизненное состояние фитоценозов на контрольной площадке характеризуется как «очень хорошее» (0,98), на экспериментальных площадках – как «удовлетворительное» (0,71 и 0,79). На двух экспериментальных ива белая (*Salix alba*) относится к категории «очень ослабленное» (0,57) и «удовлетворительное, ослабленное» (0,63) жизненное состояние; дуб черешчатый (*Quercus robur*) и боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata*) – к категории «удовлетворительное» состояние (0,70 и 0,77) и (0,73 и 0,77) соответственно; лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*) и тополь черный (*Populus nigra*) – к категориям «удовлетворительное» (0,73) и «хорошее» (0,80; 0,83 и 0,83 соответственно) состояние; лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*) – «хорошее» (0,80) и «очень хорошее» (0,90) состояние.

5. Доказано, что компоненты свалочного газа оказывают негативное воздействие на состояние растений. Это влияние проявляется в изменении длины и площади листьев древесно-кустарниковых растений, и влияет на степень поражения некрозом листовой пластинки у исследуемых видов растений на уровне значимости не менее 95%. Так, на первой экспериментальной площадке максимальная сила влияния оксида углерода (CO), диоксидов азота (NO_2) и серы (SO_2), сероводорода (H_2S) (коэффициент детерминации равен 0,98) на поражение листьев некрозом отмечается у ивы белой (*Salix alba*) и дуба черешчатого (*Quercus robur*). Оксид углерода (CO) и диоксид азота (NO_2) также оказывают сильное воздействие (0,98), проявляющееся в некрозе листьев у лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*), лещины обыкновенной (*Corylus avellana*), бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare*) и боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata*). На второй экспериментальной площадке максимальную силу влияния (0,98-0,99) компонентов свалочного газа испытывают кустарниковые виды растений: лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*) и боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata*). Здесь также отмечается сильное влияние диоксида азота (NO_2) (0,98) на поражение некрозом листьев дуба черешчатого (*Quercus robur*). На третьей контрольной площадке коэффициенты детерминации не учитывались, так как степень повреждения некрозом листьев растений не превышала 3% листовой пластинки.

6. Наиболее устойчивыми к воздействию компонентов свалочного газа на обеих площадках являются ценопопуляции тополя черного (*Populus nigra*) и лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*); уровень поражения их листьев на пер-

вой экспериментальной площадке равняется 6,4% (0,5 см²) и 6,6% (0,8 см²) соответственно; на второй – 3,7% (0,3 см²) и 3,4% (0,4 см²) соответственно. На контрольной площадке максимальный уровень некроза не превышал одного процента. Из всех изучаемых растений максимальное поражение некрозом отмечается у ивы белой (*Salix alba*). На одной экспериментальной площадке в среднем поражено 22,6% листа или 1,4 см²; на другой площадке средний уровень поражения составляет 19,8% или 1,9 см², что на 2,8% меньше.

7. Практические меры в виде технологии создания искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО должны базироваться на принципах органичности, природосообразности и экотехнологичности и состоять из пяти этапов: эколого-аналитического, подготовительного или предпроектировочного, собственно проектировочного, реализационного и экологического контроля.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи, опубликованные в периодических научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации:

1. Мамаджанов Р.Х. Оценка жизненного состояния растений в районах размещения полигонов ТБО Чеченской Республики / Р.Х. Мамаджанов // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 1. – С. 63-74.

2. Мамаджанов Р.Х. Технология проектирования искусственных экосистем на базе техногенных объектов – полигонов твердых бытовых отходов Чеченской Республики / Р.Х. Мамаджанов // Известия ДГПУ. Серия: Естественные и точные науки. – 2015. – № 4 (33). – С. 61-63.

3. Мамаджанов Р.Х. Моделирование процессов распределения температуры по поверхности свалочной толщии полигонов ТБО Чеченской Республики / Р.Х. Мамаджанов, Е.Н. Латушкина // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. – 2015. – № 5. – С. 69-77.

4. Мамаджанов Р.Х. Экологические аспекты термической переработки твердых бытовых отходов: российский и американский опыт / Р.Х. Мамаджанов, С.Н. Сидоренко, Е.Н. Латушкина // Вестник Российского университета дружбы народов. Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 2. – С. 52-57.

Монографии:

5. Мамаджанов Р.Х. Проектирование искусственных фитоценозов на закрытых полигонах твердых бытовых отходов: Монография / Е.Н. Латушкина, Р.Х. Мамаджанов. – М.: УЦ Перспектива, 2016. – 192.

6. Мамаджанов Р.Х. Проектирование искусственных экологических систем на закрытых полигонах ТБО Чеченской Республики / Е.Н. Латушкина, Р.Х. Мамаджанов // Актуальные проблемы современного материаловедения: Монография / А.М. Абдуллаев, М.А-В. Абдуллаев, Д.К-С. Батаев, Х.Н. Мажиев, Е.Н. Латушкина, Р.Х. Мамаджанов и др. – Грозный: ИП «Бисултанова П.Ш.», 2015. – 212 с.

**Статьи, опубликованные в рецензируемых
периодических научных изданиях:**

7. Проблемы обращения с ТБО в Чеченской Республике / Р.Х. Мамаджанов, Е.Н. Латушкина, Д.К.-С. Батаев, Х.Н. Мажиев // Твердые бытовые отходы. – 2015. – № 6. – С. 56.

8. Мамаджанов Р.Х. Оптимизация системы производственного контроля на полигонах твердых бытовых отходов / Е.Н. Латушкина, М.И. Сафонова, Р.Х. Мамаджанов // Национальная ассоциация ученых (НАУ). – 2015. – № 4 (9). – Ч. 7. – С. 79-81.

9. Мамаджанов Р.Х. Возможность использования в Китае технологии по термической переработке отходов, применяемой на Спецзаводе № 2 ГУП «Эко-техпром» / Р.Х. Мамаджанов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). – 2015. – Часть 1. – № 11. – С. 42-46.

10. Мамаджанов Р.Х. Российско-китайский опыт по обращению с твердыми бытовыми отходами / Р.Х. Мамаджанов, Е.Н. Латушкина // Рециклинг отходов. – 2014. – № 4 (52). – С. 24-27.

11. Мамаджанов Р.Х. Принцип дуальной системы / Р.Х. Мамаджанов, С.Н. Сидоренко // Химия и бизнес. – 2013. – № 5-6. – С. 46.

Материалы и тезисы международных и межвузовских конференций:

12. Мамаджанов Р.Х. Проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами в Чеченской Республике и пути их решения / Р.Х. Мамаджанов, Е.Н. Латушкина, Д.К.-С. Батаев // Современные проблемы Северного Кавказа: Сборник материалов IV Всероссийской науч.-технич. конференции, 2015. – С. 240-243.

13. Мамаджанов Р.Х. Практические рекомендации по оптимизации системы производственного экологического контроля на полигонах ТБО по показателю температуры поверхностного слоя свалочного тела / М.И. Сафонова, Е.Н. Латушкина, Р.Х. Мамаджанов // Eurasia Science: Сборник статей международной конференции. – Москва-Пенза: Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2015. – С. 28-29.

14. Мамаджанов Р.Х. Экологические воздействия полигонов ТБО и мусоросжигательных заводов на окружающую природную среду: сравнительный анализ / Р.Х. Мамаджанов, Е.Н. Латушкина // Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сборник научных трудов. – Выпуск 16. – М.: РУДН, 2014. – С. 399-402.

15. Мамаджанов Р.Х. Мусоросжигание как альтернативный способ обращения с отходами: российский и американский опыт / Р.Х. Мамаджанов, Е.Н. Латушкина // Актуальные проблемы защиты окружающей среды и техно-сферной безопасности в меняющихся антропогенных условиях – Белые ночи – 2014: Материалы международной научно-практической конференции. – Грозный, 2014. – С. 298-300.

16. Mamadzhanov. R.Kh. Design of artificial biosystems on close MSW Landfills in the Chechen Republic / R.Kh. Mamadzhanov., E.N. Latushkina // People. Science. Innovations in the new millennium. – М.: PFUR, 2015. – P. 82-84.

Мамаджанов Роман Хасанович (Россия)

**Биологическая рекультивация
закрытых полигонов ТБО Чеченской Республики
путем создания искусственных фитоценозов**

Результатами диссертационного исследования стали экологические принципы органичности, природосообразности, экотехнологичности, модели и технология как совокупность практических мер по созданию искусственных фитоценозов на закрытых полигонах ТБО ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье» с элементами управления их функционированием. Данные об ореолах рассеяния компонентов свалочного газа (CO , NO_2 , SO_2 , H_2S) с полигонов ТБО; структуре, жизненном состоянии и газоустойчивости растений, произрастающих в зоне влияния свалочного газа и за ее пределами; силе влияния компонентов свалочного газа как антропогенного фактора воздействия на ценопопуляции растений.

Mamadzhanov Roman Khasanovich (Russia)

**Biological recultivation closed MSW landfills in the Chechen Republic
by creating artificial phytocenoses**

The results of the research have become ecological principles of organic nature, eco-friendly and ecotechnology, models and technology as a set of practical measures to create artificial phytocenoses at closed MSW landfills "St. Andrew's Valley" and "Secondary raw materials" with elements of their management. The data on dispersion halos of MSW landfill components (CO , NO_2 , SO_2 , H_2S), structure, life condition and gas resistance of plants growing in the area of dispersion halos landfill gas of MSW and beyond; the power of influence of landfill gas as an anthropogenic factor impact on coenopopulations of plants.