ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Воронежский государственный технический университет

На правах рукописи

Ашихмина Татьяна Валентиновна

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДООХРАННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЛИГОНОВ ТБО ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Специальность 25.00.36 – геоэкология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
доктор географических наук,
профессор Смольянинов В.М.

Воронеж – 2014

Оглавление

Введение……...4
1. Твёрдые бытовые отходы и их воздействие на окружающую среду……9
1.1. Источники образования и типы отходов……10
1.2. Отходы производства и потребления. Их качественный и количественный состав…….17
1.3. Международный и отечественный опыт управления ТБО……...21
1.4. Воздействие полигона ТБО на окружающую среду и современные методы её защиты……..25
1.5. Полигон ТБО как геоэкологическая система……..31
1.6. Основные направления воздействия полигонов ТБО на окружающую среду в регионах с интенсивной хозяйственной деятельностью человека……..33
1.7. Методика комплексной геоэкологической оценки территорий размещения полигонов твёрдых бытовых отходов……..41
1.8. Геоэкологический мониторинг состояния полигонов ТБО……..45
1.9. Устройство защитных экранов на полигонах ТБО……48
Выводы по главе 1……51
2. Анализ геоэкологических условий Воронежской области, определяющих особенности эксплуатации полигонов ТБО……54
2.1. Геологическое строение и рельеф……54
2.2. Климат……61
2.3. Гидролого-гидрогеологические условия……63
2.4. Почвенный покров……65
2.5. Растительный покров……70
2.6. Природно-ландшафтное районирование территории Воронежской области с учетом особенностей проектирования полигонов ТБО……..72
Выводы по главе 2……79

3. Оценка антропогенной нагрузки на природную среду в районе исследований ……81
3.1. Техногенное воздействие…….....81
3.2. Воздействие сельскохозяйственного производства……85
3.3. Образование и утилизация отходов в Воронежской области……89
Выводы по 3 главе…….....98
4. Оценка геоэкологического состояния полигонов ТБО и минимизация последствий их воздействия на окружающую среду Воронежской области…100
4.1. Полигон ТБО г. Лиски……102
4.2. Полигон ТБО г. Россошь……109
4.3. Полигон ТБО МКП «ПООО» г. Воронеж ……114
4.4. Полигон ТБО г. Воронеж «Каскад»…….....125
4.5.Рекомендации по минимизации негативного воздействия полигонов на окружающую среду……129
Выводы по главе 4……...140
Заключение……...143
Список литературы……..146
Приложения……167

Введение

Актуальность темы. В настоящее время интенсивная хозяйственная деятельность человека сопровождается образованием огромного количества отходов производства и потребления, имеющих различный состав и категорию опасности.

В мире существует около тридцати методов обезвреживания и утилизации отходов. При этом наиболее распространенными методами являются: сжигание и захоронение отходов на полигонах. По мнению большинства экспертов, их складирование на полигонах и в ближайшем будущем будет являться основным методом утилизации отходов. Для минимизации негативного воздействия на окружающую среду, необходимо осуществлять диагностику состояния окружающей среды в районе полигонов, которая основывается на информации о геологическом строении, гидролого-гидрогеологических условиях, характере почвенного покрова, величине существующей антропогенной нагрузки, а также о структуре полигона и его воздействии на приземные слои атмосферы, поверхностные и подземные воды, почвенно-растительный покров. Завершающим этапом такой диагностики должно являться принятие управленческих решений о проведении комплекса эффективных природоохранных мероприятий.

В Воронежской области в настоящее время в течение года образуется до 6 млн. 530 тыс. т. производственных и коммунальных отходов, в том числе – 3,2 тыс. т. чрезвычайно опасных и высокотоксичных, а также 11,4 тыс. т. умеренно опасных отходов. Здесь построено 15 полигонов ТБО и располагается (по официальным данным) 473 санкционированных и около 240 несанкционированных мест размещения отходов. Поэтому разработка методики проведения геоэкологической диагностики и определение комплекса природоохранных мероприятий в районе полигонов ТБО Воронежской области является весьма актуальной задачей.

Целью исследований является геоэкологическая диагностика территорий, прилегающих к полигонам твёрдых бытовых отходов, и разработка рекомендаций по минимизации связанных с ними негативных экологических явлений и процессов в Воронежской области.

Для достижения поставленной цели решаются следующие **задачи**:

1. Проанализировать системы обращения с отходами, принятые в России и в странах мирового сообщества, а также результаты изучения воздействия твёрдых бытовых отходов на окружающую среду.

2. Провести анализ природно-ландшафтных условий территории Воронежской области, определяющих особенности эксплуатации полигонов ТБО.

3. Оценить величину антропогенной нагрузки на окружающую природную среду в районе исследований.

4. Определить геоэкологическое состояние прилегающих территорий полигонов ТБО в Воронежской области.

5. Разработать рекомендации по минимизации негативного воздействия полигонов на окружающую среду в разных природно-антропогенных условиях Воронежской области с целью оптимизации системы землеустройства.

Объект исследования – полигоны твердых бытовых отходов и прилегающие к ним территории в Воронежской области.

Предмет исследования – природные и антропогенные процессы, определяющие геоэкологическое состояние природно-ландшафтных условий территорий полигонов ТБО и прилегающих к ним и рекомендации по экологически безопасному обращению с отходами.

Теоретической и методологической основой исследования являются труды российских и иностранных учёных, посвященные вопросам работы с твёрдыми бытовыми отходами, их утилизации и переработке: А.А. Аболина, А.А. Бартоломей, Б.Б. Бобович, В.М. Гарина, Л.А. Горбачевой, П.В. Дарулис, А.Н. Мирного, П.М. Федорова, М.Б. Цинберга, Л.Я. Шубова и других авторов.

Анализ природных условий Воронежской области производился на основании результатов исследований Ф.Н. Милькова, В.И. Федотова, В.Б. Михно, Б.П. Ахтырцева, В.М. Смольянинова, С.В. Хруцкого и др.

Материалы и методы исследования. При написании диссертации были использованы материалы полевых и камеральных исследований автора, литературные источники, фондовые материалы Воронежского центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, Воронежского филиала Федерального государственного учреждения «Центра лабораторного анализа и технических измерений по центральному федеральному округу», Администрации Воронежской области, Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды по Воронежской области, центра «Воронежгеология». Исследования проводились с использованием методов: анализа и синтеза, главных компонент и экспертных оценок, картографического, статистического, сравнительно-географического, геоинформационного картографирования, анализа литературных источников, а также полевых наблюдений.

Достоверность результатов работы базируется на значительном объеме исходной информации, полученной в результате проведения экспериментальных исследований и актуальном картографическом материале, обеспечивается современными способами обработки, анализа и картографирования фактического материала, системном подходе к изучению объекта. Верификация полученных результатов осуществлялась на тестовых площадках Воронежской области (лесостепная и степная зоны). Математическая и статистическая обработка данных проводилась при помощи пакетов программ статистического анализа STATISTICA и STATIGRAPHICS Plus. Построение ГИС и картографирование производилось при помощи программы MapInfo Professional 9.5.

Научная новизна и практическая значимость заключается в разработке методики геоэкологической диагностики состояния окружающей

среды и методических предложений по применению этой методики для территориального размещения полигонов ТБО. Новые методические разработки позволяют оптимизировать структуру землепользования Воронежской области с учетом оценки природных условий и антропогенного воздействия на природную среду, природно-ландшафтного районирования территории, а также экспериментально подтвержденных негативных последствий эксплуатации полигонов ТБО. Предлагаются рекомендации, обеспечивающие минимизацию негативных последствий для окружающей среды в сфере обращения с ТБО. Результаты исследования использованы в работе Росприроднадзора по Воронежской области, в учебном процессе ВГТУ и ВГПУ.

Основные защищаемые положения:

1. Методика комплексной геоэкологической оценки территорий размещения полигонов твердых бытовых отходов, включающая, в отличие от используемого территориально-хозяйственного подхода, диагностику природно-ландшафтных условий и существующей антропогенной нагрузки до этапа строительства, а также прогноз развития опасных техно-природных процессов, связанных с эксплуатацией полигонов.

2. Карта-схема природно-ландшафтного районирования территории Воронежской области, усовершенствованная с учетом особенностей проектирования полигонов ТБО.

3. Экспериментальное подтверждение, анализ негативных геоэкологических процессов вблизи представительных полигонов ТБО и прогноз их развития.

4. Рекомендации по минимизации негативных последствий воздействия полигонов ТБО на окружающую среду, актуальные с учётом природно-ландшафтного районирования территории Воронежской области.

Апробация работы. Основные положения диссертации представлялись на научно-практических конференциях: XI Международной научно-практической конференции «Обеспечение экологической безопасности в чрезвычайных ситуациях» (Москва, 2006, 2007); конференции «Актуальные проблемы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях» (Воронеж, 2006); «Безопасность. Технологии. Управление» (Самара, 2008); V межрегиональной научно-практической конференции «Экологические аспекты региона» (Воронеж, 2009); «Актуальные проблемы инновационных систем информатизации и безопасности» (Воронеж, 2009, 2010); «Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях» (Воронеж, 2009, 2010, 2011); VIII Всероссийской научно-практической конференции «Территориальная организация общества и управление в регионах» (Воронеж, 2009); V Общероссийской научной конференции «Актуальные вопросы науки и образования» (Москва, 2009).

Личный вклад автора заключается в сборе, обработке и систематизации данных и картографического материала, использовавшихся при написании работы, в проведении полевых исследований в Воронежской области; в разработке рекомендаций по совершенствованию существующих и проектируемых полигонов ТБО.

Публикации. Автором опубликовано **28** работ, в том числе, **14** по теме диссертации; **4** статьи в изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, включающего в себя 182 наименования, 8 приложений. Основное содержание изложено на 166 страницах текста, включая 45 рисунков, 29 таблиц.

1. Твёрдые бытовые отходы и их воздействие на окружающую среду

Отходы всегда являлись неотъемлемой частью хозяйственной деятельности человека. Извлекая из окружающей среды необходимое ему сырье, материалы, продукты питания и др., человек возвращал обратно излишние их части. Так формировались ***отходы***, под которыми понимают ненужные материалы и изделия, образовавшиеся в процессе производства и потребления, которые могут составлять значительную часть полезного продукта.

В районе поселений человека, начиная с глубокой древности, формировались места скопления отходов – их свалки, в том числе формирующие так называемый «культурный слой». Объемы отходов уже в древности были весьма значительны [9].

С течением времени на Земле состав отходов становился все более разнообразным. При этом появляются отходы, трудно перерабатываемые в естественных условиях (рис. 1.1).

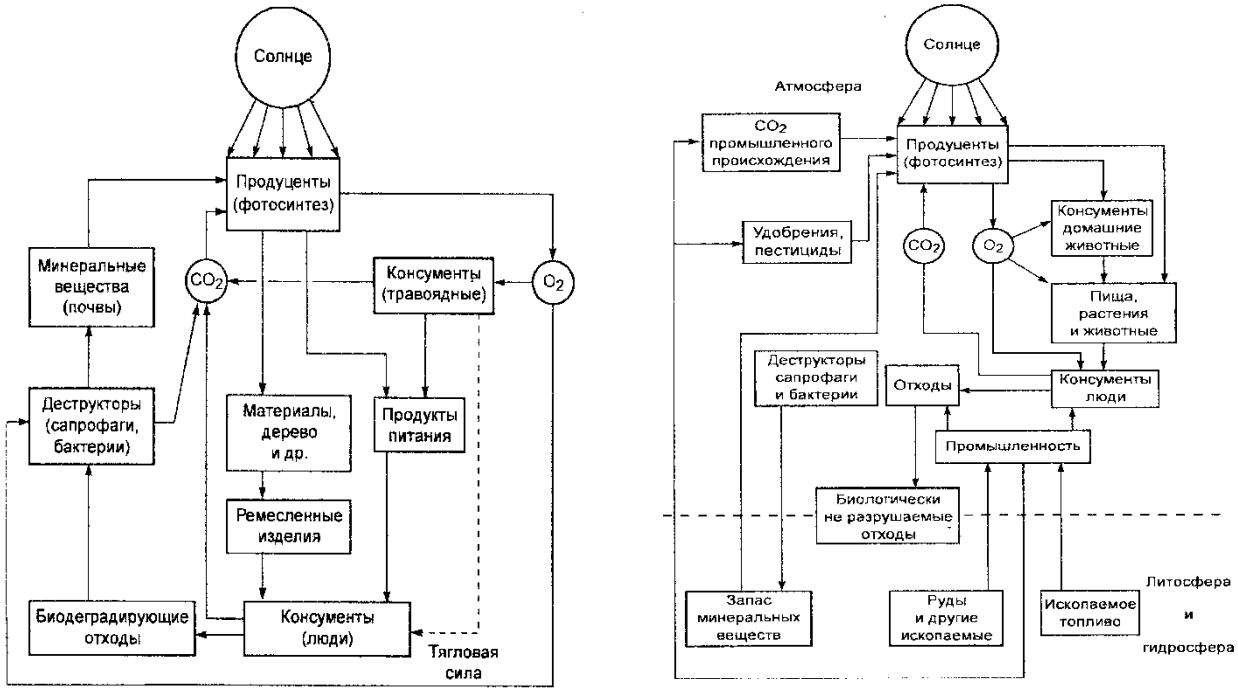


Рис. 1.1. Круговороты вещества в биосфере в эпоху аграрной (по Ф. Рамаду) и индустриальной цивилизации (по В.А. Вронскому, Г.В. Войткевичу) [37]

Анализ схем показывает, что одним из важнейших факторов, ухудшающих экологическую обстановку на планете, является появление в массовом количестве отходов промышленности, которые не разрушаются природными процессами [37,145,174]. Негативное воздействие отходов на окружающую среду весьма разнообразно (рис. 1.2).

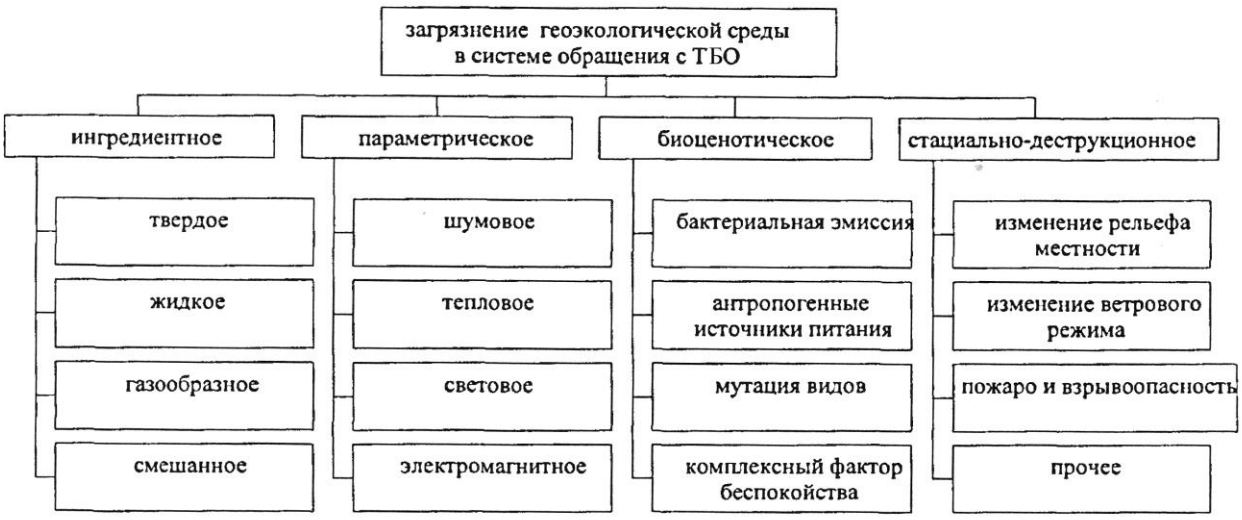


Рис. 1.2. Классификация загрязнения геоэкологической среды в системе обращения с ТБО [117]

В наше время рассматриваемая проблема становится особенно серьезной. По оценкам ООН к 2000 г. около 2-х млрд. человек, преимущественно в развивающихся странах, страдало от ненадлежащего удаления мусора. Ежегодно из-за заражения инфекционными заболеваниями, связанными со на свалками мусора, в мире умирает около 5,2 млн. чел., в том числе, около 4 млн. детей в возрасте до 5 лет.

Таким образом, проблему утилизации и переработки отходов можно считать одной из серьезнейших экологических проблем современности.

1.1. Источники образования и типы отходов

Одной из наиболее актуальных проблем нашего времени является утилизация и переработка отходов человеческой деятельности. С ней, в той или иной степени, сталкиваются все государства мира. Современное «общество

потребления» в целом не заинтересовано в экономии природных ресурсов и уменьшении потребления товаров. Напротив, агрессивная реклама фактически «заставляет» человека покупать ненужные ему вещи, менять якобы устаревшие модели телефонов, автомобилей, телевизоров, выбрасывая еще вполне работоспособные изделия. Современная урбанизация приводит к увеличению объема строительных работ и к росту выбросов строительного мусора, концентрация населения в городах резко увеличивает в них образование отходов производства и потребления. Переход к одноразовым изделиям в медицине, общественном питании, быту и других сферах человеческой жизни, широкое распространение полимерных материалов еще более увеличивает количество мусора [175]. По оценкам ООН объем отходов с начала 1990-х к 2025 гг. возрастет в 4-5 раз. Так, если в 1950-е гг. в мире производилось около 5 млн. т. пластиковых материалов, то сейчас – около 100 млн. т. Ежегодно возрастают расходы на хранение и захоронение отходов, а программы по их вторичной переработке зачастую не действуют, что вызывает озабоченность во всем мире.

В резолюции Генеральной Ассамблеи ООН «Будущее, которого мы хотим» от 24 июля 2012 г. особое место уделяется борьбе с отходами. Здесь прямо заявляется о важности принятия концепций, призванных добиваться ресурсосберегающего потребления и производства, экологически безопасного удаления отходов. [28,176,179].

Существуют различные определения понятия отходов, содержащиеся в российских и международных документах. Межгосударственный стандарт «Ресурсосбережение. Обращение с отходами» (ГОСТ 30772-2001) под отходами понимает «остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью» [59].

Согласно Директиве ЕС об отходах (EU Framework Directive on waste 91/156/EEK) отходы – это любое вещество или предмет, от которого его

владелец избавляется или от которого ему нужно избавиться в соответствии с правовыми актами, действующими в государстве [155].

Отходы собирают и утилизируют различными способами (рис. 1.3). Но в то же время для других производств отходы могут являться ценным и недорогим сырьем.

Рис. 1.3. Схема сбора и движения ТБО в населенных пунктах

Выделяются отходы производства и потребления. ***Отходы производства*** – это остатки сырья, материалов, веществ, изделий, предметов, образовавшиеся в процессе производства продукции, выполнения работ (услуг) и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства [59]. Это вскрышные породы, образующиеся при добыче полезных ископаемых, отходы сельского хозяйства, технологические газы, сточные воды и пр.

Отходы потребления – это остатки веществ, материалов, предметов, изделий, товаров (продукции или изделий), частично или полностью утративших свои первоначальные потребительские свойства для использования

по прямому или косвенному назначению в результате физического или морального износа в процессах общественного или личного потребления (жизнедеятельности), использования или эксплуатации [59]. Это сломанная бытовая техника, пищевые отходы, стеклобой, тряпье, макулатура, мусор и др.

По фазовому состоянию различают твердые, жидкие и смешанные отходы. Считается, что наибольшие проблемы доставляет утилизация ТБО (***твердых бытовых отходов***) под которым понимают «отходы потребления от домовладений», а совместно с отходами, образующимися в школах, больницах, на предприятиях торговли в офисах их рассматривают как «***муниципальные отходы***» [59].

ТБО имеют разнородный состав, значительные объемы и зачастую длительные сроки разложения. Они представляют эпидемическую и токсикологическую опасность для населения.

По мнению Е.Ю. Негуляевой, вместо термина ТБО следует использовать термин «***твердые коммунальные отходы***» (ТКО), подразделяемые на:

1. Твердые бытовые отходы (ТБО) или смешанные твердые жилищные отходы – неотсортированные отходы из жилых и бытовых помещений.
2. Крупногабаритные отходы (КГО) – отходы, вес и размеры которых превышают параметры, разрешенные для складирования в типовые мусоросборные контейнеры – бытовая техника, старая мебель и ее обломки, мусор от ремонта квартир, сантехника и т.п.
3. Строительные отходы – отходы постройки и разборки зданий.
4. Отходы предприятий торговли – преимущественно упаковочные материалы (бумага, картон, пластмасса, стекло).
5. Отходы уборки территорий.
6. Отходы предприятий, подобные бытовым.
7. Отходы транспортной сферы [117].

В странах Евросоюза отходы классифицируются в соответствии с правилами KM Nr. 985 от 2004 года:

1. Излишки производства, которые не упомянуты в дальнейшем (Q1).
2. Продукты, которые не являются годными для предусмотренного использования (Q2).
3. Продукты, у которых закончился срок годности (Q3).
4. Материалы, испорченные из-за неправильного действия, а также материалы и оборудование, которые загрязнены из-за неправильного действия (Q4).
5. Материалы, которые засорены или запачканы в ходе работы (например, остатки после чистки, упаковочные материалы, контейнеры) (Q5).
6. Непригодные составные части (например, непригодные батареи, использованные катализаторы) (Q6).
7. Вещества, которые уже невозможно использовать (например, загрязненные кислоты, загрязненные растворители) (Q7).
8. Остатки промышленных процессов (например, шлак, осадки) (Q8).
9. Остатки процессов уменьшения загрязнения (например, осадки скрубберов, пыли от пылеприемников, использованные фильтры) (Q9).
10. Остатки процесса обработки (например, щепки и другие излишки) (Q10).
11. Остатки от добычи и обработки сырья (например, отходы горной промышленности, отходы добычи нефти) (Q11).
12. Материалы с примесями, которые понижают их качество (например, загрязненные полихлорированными бифенилами масла) (Q12).
13. Любые материалы, вещества или продукты, употребление которых запрещено в соответствии с нормативными актами (Q13).
14. Продукты, которые их пользователь уже не использует (например, сельскохозяйственные отходы, отходы от домашних хозяйств, учреждений, магазинов) (Q14).
15. Загрязненные материалы, вещества или продукты, которые появляются, очищая загрязненную землю (Q15).

16. Материалы, вещества или продукты, которые не упомянуты заранее (Q16).

В нашей стране и за рубежом действует классификация отходов по классам опасности для окружающей природной среды: I класс – чрезвычайно опасные отходы; II класс – высокоопасные отходы; III класс – умеренно опасные отходы; IV класс – малоопасные отходы; V класс – практически неопасные отходы [157].

Согласно федеральному классификационному каталогу отходов [160] их делят на 4 группы (рис. 1.4).

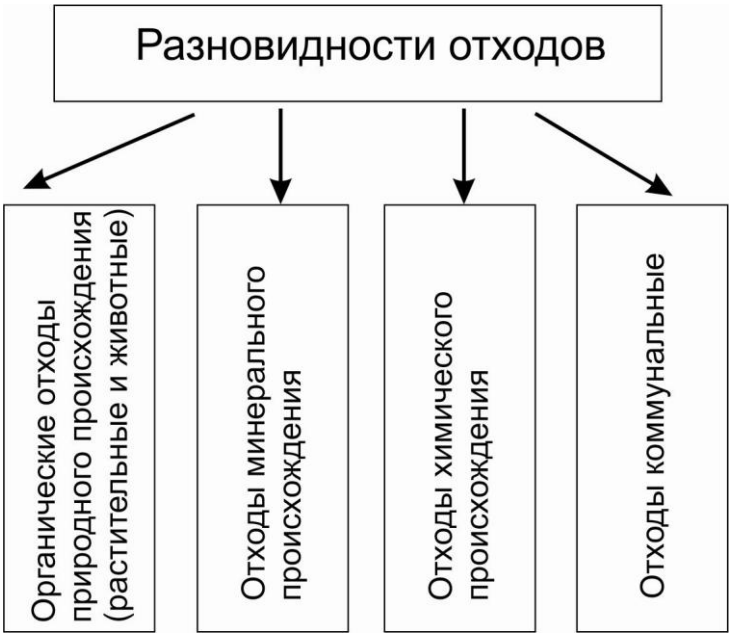


Рис. 1.4. Виды отходов по федеральному классификационному каталогу отходов

Органические отходы природного происхождения состоят из отходов производства пищевых и вкусовых продуктов, растениеводства, парникового хозяйства, переработки овощей и фруктов, пивоваренного, спиртового производства, жиров растительных и животных, отходов содержания, убоя и переработки животных, птиц и рыбы, отходов шкур, мехов, кожи, отходов древесины, бумаги, картона, целлюлозы.

Отходы минерального происхождения включают шлаки, шламы, золу, пыль, отходы, образующиеся при добыче полезных ископаемых, бракованные изделия различных производств, лом черных и цветных металлов.

Отходы химического происхождения состоят из оксидов, гидроксидов, солей, кислот, щелочей, концентратов, средств защиты растений, средств дезинфекции, органических растворителей, красок, лаков, клея, мастик и смол, отходов переработки нефти, угля, газа, горючих сланцев и торфа, отходов фармацевтической продукции и гигиенических средств, полимеров и др.

Коммунальные отходы делятся на твердые коммунальные отходы, отходы из жилищ, отходы потребления на производстве (подобные коммунальным), отходы сложного комбинированного состава в виде изделий, оборудования, устройств, отходы от водоподготовки, обработки сточных вод и использования воды, жидкие отходы очистных сооружений, медицинские отходы (больниц и лечебно-оздоровительных учреждений) [160].

Разные группы отходов образуются в неодинаковых количествах и представляют различную опасность. Особого внимания требует утилизация ***медицинских отходов***, отнесенных Всемирной организацией здравоохранения к *группе опасных*. Их утилизация сложна и дорогостояща, а объемы постоянно возрастают [27]. Во всем мире понимают необходимость срочного решения проблемы утилизации и обезвреживания отходов.

Начиная с 1992 г. ООН реализует 4 программные области работы с отходами.

I. Минимизация отходов – стабилизация или сокращение общего объема образующихся отходов, подлежащих окончательному удалению.

II. Максимизация экологически безопасного повторного использования и рециркуляции отходов.

III. Содействие безопасному удалению и обработке отходов со стороны правительств стран и международных организаций в т.ч. структур ООН.

IV. Расширение охвата операций, связанных с отходами предусматривает обеспечение населения услугами по удалению отходов, санитарными службами, системами мониторинга образования отходов и другие мероприятия.

Таким образом, можно констатировать, что в России и за рубежом существуют различные классификации отходов и выбрать какую-либо одну в качестве главной не представляется возможным. К сожалению, проблема увеличения количества отходов и борьба с ней даже в экономически благополучных странах далека от разрешения, несмотря на пристальное внимание со стороны правительств стран и международных организаций.

1.2. Отходы производства и потребления. Их качественный и количественный состав

По официальным данным, в России ежегодно образуется от 2,7 до 3,9 млрд. т отходов: 2,6 млрд. т промышленных отходов; 700 млн. т жидких отходов птицеводства и животноводства; 35-40 млн. т ТБО; 30 млн. т осадков сточных вод; 3 млн. т медицинских отходов [27]. В основном образуются отходы V класса опасности (рис. 1.5).

Норма выбросов, отходов на человека существенно варьируется в разных странах и регионах. Каждый житель городов ЕС ежегодно выбрасывает 377 кг отходов, а житель США – до 500-665 кг, в России в среднем по разным данным от 195 до 300-350 кг [71,161,176]. В странах запада количество образующихся ТБО ежегодно возрастает на 5-15% [98, 106, 112].

Достоверных данных по объемам образующихся отходов в нашей стране, как и в большинстве стран, нет, т.к. на практике не производится учет образования отходов на уровне муниципальных образований. При утверждении норм накопления отходов местные власти опираются не на фактические данные, а руководствуются соображениями социально-экономического и политического характера [105].

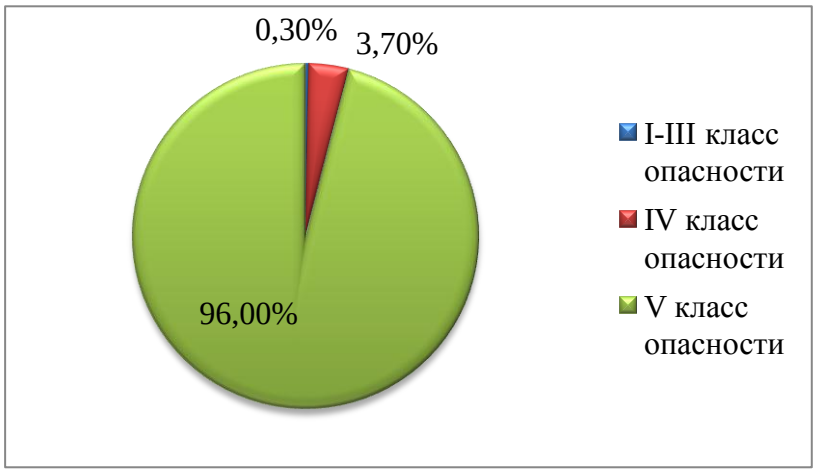


Рис. 1.5. Распределение объема ежегодно образующихся отходов по классам опасности в России в 2002-2009 гг. [8]

Достаточно сложно количественно оценить структуру ТБО. Обычно в них содержится 20-50% макулатуры, до 40% пищевых отходов, по 2-5% черных и цветных металлов и пластмасс, 4-6% стекла и текстиля (рис. 1.6). Подходы к оценке морфологического состава отходов принятые в СССР дополнительно учитывали климатические различия в регионах страны (табл. 1.1).

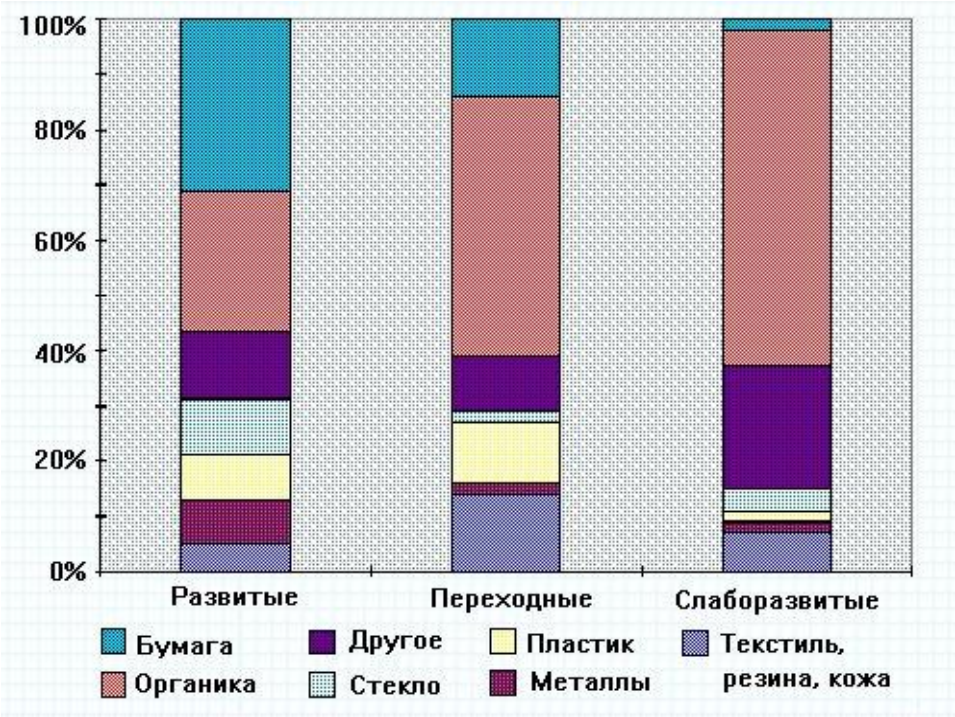


Рис. 1.6. Морфологический состав ТБО в разных регионах мира [135]

Таблица 1.1

Морфологический состав ТБО для различных климатических зон, % массы

Компонент	Климатическая зона		
	средняя	Южная	Северная
Бумага, картон	25…30	20…28	21…24
Пищевые отходы	30…38	35…45	28…36
Дерево	1,5…3	1…2	2…4
Металл черный	2…3,5	1,5…2	3…4,5
цветной	0,2…0,5	0,2…0,3	0,2…0,3
Текстиль	4…7	4…7	5…7
Кости	0,5…2	1…2	2…4
Стекло	5…8	3…8	6…10
Кожа, резина	2…4	1…3	3…7
Камни	1…3	1…2	1…2
Пластмасса	2…5	1,5…2,5	2…4
Прочее	1…3	1…2	1…3
Отсев (менее 15 мм)	7…13	10…18	7…13

Приведенные данные актуальны и в наши дни с поправкой на увеличение доли бумаги, пластмасс и цветных металлов, применяемых в упаковочных материалах [123]. Также весьма разнообразен и химический состав отходов (рис. 1.7, 1.8).

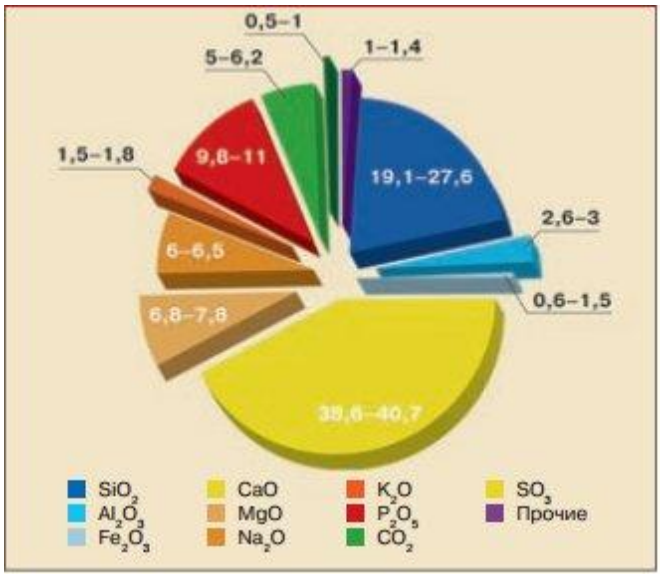


Рис. 1.7. Химический состав неорганической субстанции (без учета металлов) российских ТБО, (% массы) [8]

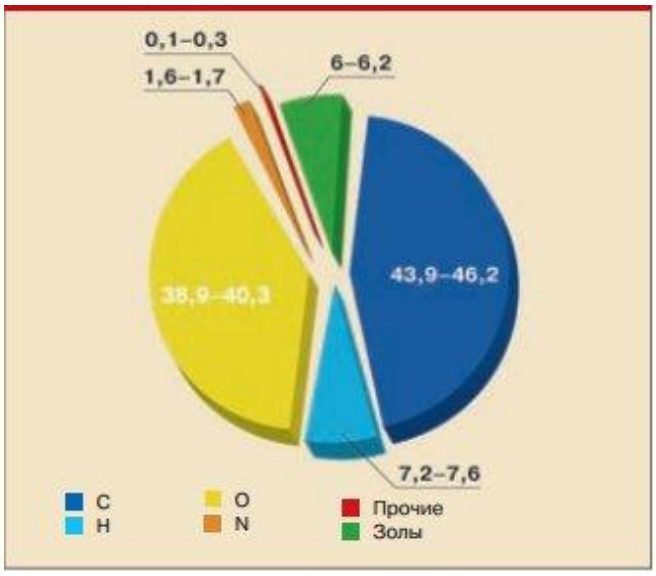


Рис. 1.8. Элементарный состав органической субстанции российских ТБО, (% массы) [8]

Для того чтобы оценить качественный и количественный состав образующихся отходов, в нашей стране производится инвентаризация и кадастр ТБО. Он осуществляется в соответствии с ежегодно представляемыми в государственные комитеты Минприроды России годовыми отчетами об образовании и размещении отходов по форме 2-ТП.

При инвентаризации отходов собираемая информация предназначается для решения ряда природоохранных задач:

1. Определение класса опасности отходов и оценка их влияния на окружающую среду.
2. Разработка и согласование проекта лимитов размещения отходов в природной среде.
3. Определение размеров платы в экологические фонды за размещение отходов в окружающей среде.
4. Определение оптимальных способов размещения и удаления ТБО.
5. Организация контроля за обращением с ТБО.
6. Оценка экологических характеристик используемого на предприятии оборудования; оценка эффективности использования сырьевых ресурсов, материалов.
7. Разработка и реализация мероприятий по уменьшению объемов образующихся отходов и оптимизации способов их размещения [105].

Осуществляется учет ТБО, собираемых и транспортируемых от предприятий и населения. При этом учитывают вид деятельности, в результате которой образовались отходы, и предприятие (организацию), на котором они образовались, а также их количество, причины образования, агрегатное состояние, класс опасности, идентификатор опасных составляющих отходов, свойства, определяющие опасность отходов, реализованный способ обращения с отходами. Дополнительно производится паспортизация опасных отходов. Основные принципы обращения с отходами производства и потребления и их классификации изложены в российских ГОСТах [46-52, 56-68].

Таким образом, отходы производства и потребления имеют очень сложный состав и структуру. Заранее определить его без детального исследования не представляется возможным. Это сильно усложняет переработку отходов, особенно если отходы предварительно не сортируются. Хотя в нашей стране и существует нормативная база для определения качественного и количественного состава отходов на стадии их утилизации, на практике она зачастую не работает.

1.3. Международный и отечественный опыт управления ТБО

Кратко иерархию обращения с отходами можно обозначить пятью пунктами: избежать; минимизировать; утилизировать; обезвредить; захоронить.

Первый уровень – сокращение (минимизация) ТБО подразумевает уменьшение количества отходов, снижение их токсичности и содержания вредных веществ. Второй уровень – переработка (утилизация) ТБО позволяет уменьшить использование природных ресурсов и предотвратить размещение отходов на полигонах. Третий уровень – обезвреживание ТБО с использованием мусоросжигающих установок, переработка их на специализированных предприятиях. Четвертый уровень – их размещение на экологически безопасных полигонах.

Необходимость грамотного обращения с отходами понимается как на государственном, так и на региональном уровне, что находит отражение в концепциях и программах управления отходами, разрабатываемых в различных регионах [105]. На всех стадиях обращения с отходами необходимо обеспечить безопасность для человека и окружающей среды [108,128,180]. Принципиальная система обращения показана на рисунке 1.9.

В мировой практике насчитывается более 30 методик утилизации и обезвреживания ТБО, к сожалению, в основном очень дорогостоящих. Как правило, применяются складирование на полигоне (свалке), сжигание, аэробное

биотермическое компостирование, комплекс компостирования и сжигания (или пиролиза) некомпостируемых фракций и др. Наиболее экологичными из них являются методики комплексной переработки отходов, включающие вторичное использование значительной их части и выработку электрической и тепловой энергии [25, 85, 89, 93].

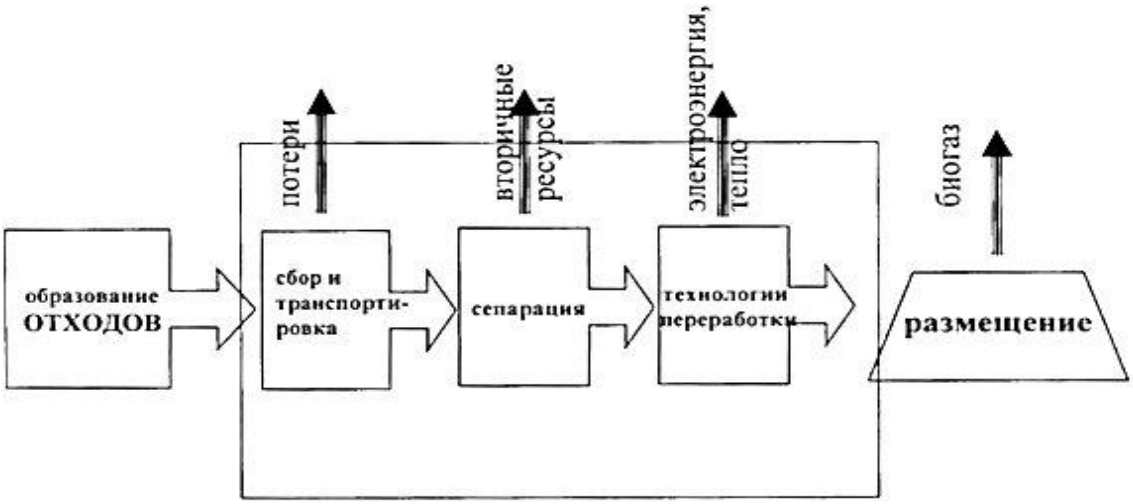


Рис. 1.9. Функциональная схема обращения с отходами [117]

До настоящего времени самым распространенным и недорогим методом обращения с отходами является их размещение на полигонах (рис. 1.10) [140, 146].

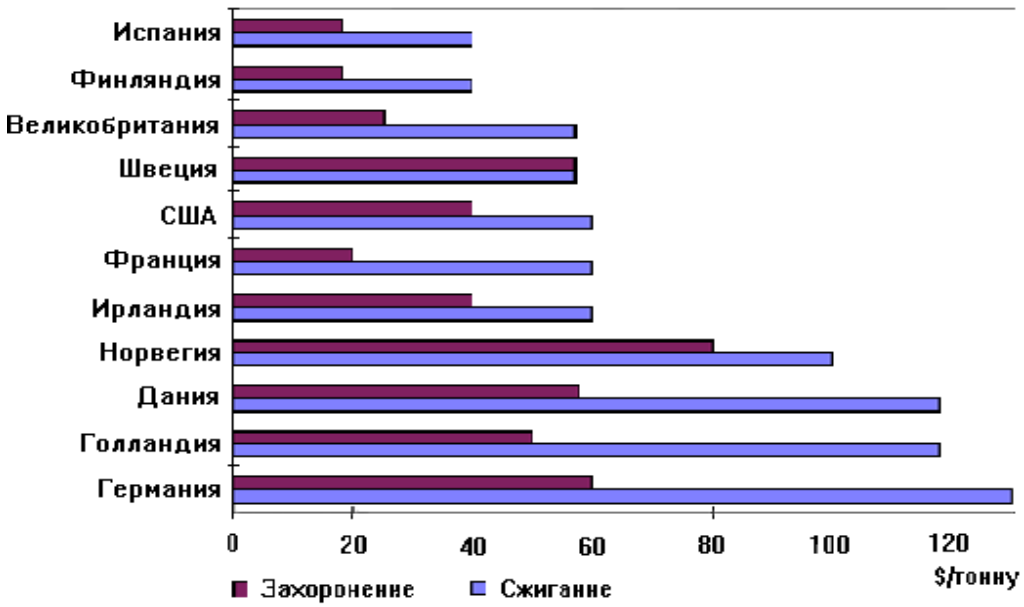


Рис. 1.10. Стоимость сжигания ТБО и захоронения на полигонах [130]

В США захоранивается 57,4% ТБО, сжигается 14,8%, компостируется 5,7%. В странах Европы захоранивается 66,9% отходов, сжигается 18,2%, компостируется 9,0%. Причем доля захораниваемых ТБО существенно отличается между европейскими государствами (рис. 1.11, 1.12).

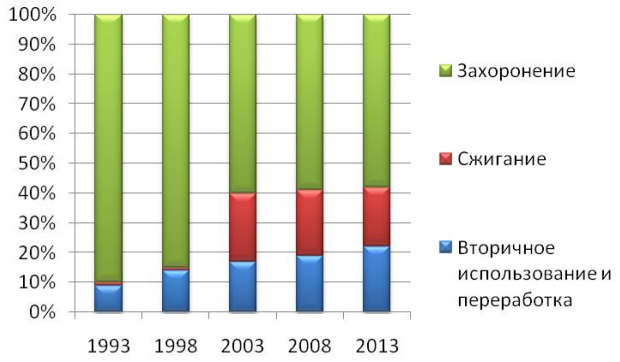


Рис. 1.11. Национальная стратегия управления отходами в Голландии

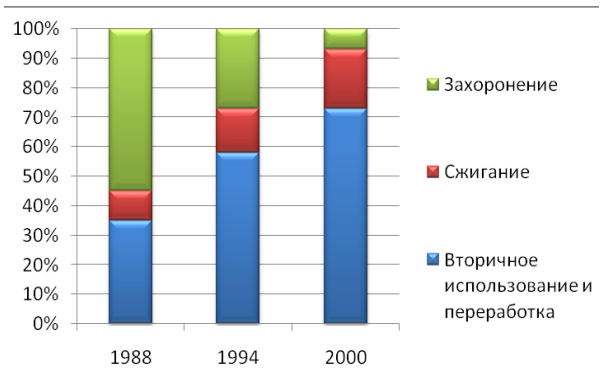


Рис. 1.12. Национальная стратегия управления отходами во Франции

В нашей стране на полигонах и свалках захоранивается около 97% [27, 162].

Наиболее перспективным способом обращения с отходами является их использование в качестве вторичного сырья. Система возврата полезного сырья в хозяйственный оборот называется ***рециклинг***. Добыча вторичных ресурсов из ТБО колеблется от 45-50% в США, Япония, Германия, до 5-15% в странах, где сбор вторсырья применятся в виде опытных проектов [2, 6, 7, 117].

Применение вторичного сырья существенно уменьшает энергозатраты, а также нагрузку на окружающую природную среду [39].

Значительную помощь в переработке может оказать раздельный сбор отходов, что практикуется в ЕС, США, Японии, Сингапуре и других странах. [19, 24, 25, 117]. В России такая практика пока не приживается.

Перспективной тенденцией применения вторичного сырья считается сжигание мусора с выработкой электроэнергии [8].

Сжигание мусора – это достаточно сложный процесс [44, 72]. В ряде стран мира применяется т.н. «слоевое сжигание ТБО» [8], в результате в

среднем 15-17% отходов переходят в химический или механический «недожёг», который необходимо дожигать на специальном оборудовании, что повышает стоимость процесса. Простое сжигание мусора без очистки – крайне экологически вредный процесс, загрязняющий воздух диоксинами и фуранами. Подобный эффект получается от горения свалок и полигонов ТБО [181].

Существуют альтернативные технологии утилизации отходов, в частности пиролиз – разложение органической массы без доступа воздуха. Технологии пиролиза делят на 3 группы (табл. 1.2) [8, 21].

В настоящее время в Великобритании существует экспериментальная установка плазменного сжигания отходов при температуре до 10000°С. При этом выработка электроэнергии в 5 раз превышает потребление установки, а твердых отходов практически не остается.

Таблица 1.2

Результаты пиролиза абсолютно сухой горючей массы среднестатистических российских ТБО (по данным НИИ Стромкомпозит)

Показатель	**Единица измерения**	**Величина показателя в зависимости от температуры пиролиза**		
		600° С	**800° С**	**1000° С**
Летучие из 1 кг отходов	Кг	0,785	0,81	0,83
Твердый угольный остаток из 1 кг отходов	Кг	0,215	0,19	0,17
Зола из 1 кг отходов (после сжигания угольной части твердого остатка)	Кг	0,061	0,061	0,061

Положительный эффект от пиролиза мусора в некоторых странах дополняется прогрессивными технологиями утилизации золы от сжигания. Так, в Сингапуре, Японии и других странах проводится масштабная компания по захоронению спрессованной золы от сгоревшего мусора в искусственные острова, на которых в последующем возводятся аэродромы, жилые строения, разбиваются парки [177]. В Японии, США, Франции, Германии с 1970-х гг. производится прессование мусора с получением строительных блоков (мусор

прессуют и покрывают битумом) для строительства дорог, заполнения болот и пр.

Разработаны химические способы переработки ТБО с получением топлива. Так в г. Калькутта построен завод по переработке ТБО в мазут [5].

Для органических отходов пригодны методы аэробной ферментации (компостирования) и анаэробного сбраживания, продукты которых используются для сельскохозяйственных целей [178].

Таким образом, можно отметить, что в наши дни в мире существуют различные способы утилизации мусора, основные из которых связаны с его захоронением или сжиганием. Стоимость и экологическая опасность различных процессов неодинакова. Но в целом в мире существуют технологии, способные решить проблему утилизации отходов.

1.4. Воздействие полигона ТБО на окружающую среду и современные методы её защиты

Несмотря на наличие прогрессивных способов переработки мусора, значительная часть отходов все еще размещается на полигонах ТБО (рис. 1.13).

Полигоны ТБО – это комплексы сооружений природоохранного назначения, предназначенные для размещения, изоляции и обезвреживания ТБО. На всех стадиях эксплуатации и даже после закрытия полигон может представлять высокую потенциальную опасность загрязнения окружающей среды, в том числе биогазом (рис. 1.14) [70, 88, 96, 103].

К сооружаемому полигону в настоящее время, предъявляются жесткие требования [131, 132, 133, 147, 148, 152, 156, 158, 159]. Он должен иметь глинистое или тяжелосуглинистое водонепроницаемое основание, естественное или искусственно созданное. Площадь участка под ТБО должна обеспечить срок эксплуатации 15-20 лет и обычно достигает 40-200 га. Высота складирования отходов составляет в среднем 12-60 м. Различают старые малонагружаемые полигоны (2-6 т/м^2), и современные высоконагружаемые (10-

20 т/м^2). Годовой объем складируемых отходов может составлять от 10 до 3000 и более тыс.м^3. Процесс захоронения отходов проводится, как правило, картовым методом. Все работы на полигоне должны выполняются без привлечения ручного труда [25, 69, 139, 162].

Рис. 1.13. Основные технологические операции при эксплуатации полигона ТБО [92]

Развитие полигонов происходит в основном за счет увеличения удельной нагрузки на единицу площади полигона, за счет усадки и уплотнения мусора и увеличения высоты складирования. Использование этих методов позволяет увеличить емкость полигонов в 5-6 раз [154].

В России эксплуатируется более 1350 полигонов, занимающих более 45 тыс. га земель (около 50 тыс. га – это площадь закрытых полигонов и свалок), в т.ч. 20 очень крупных (более 2,5 млн. т. отходов в каждом) и 90 крупных (по 1,2-2,5 млн. т.). В перспективе, основная масса отходов будет также захораниваться на полигонах ТБО [20, 26, 33, 138, 168].

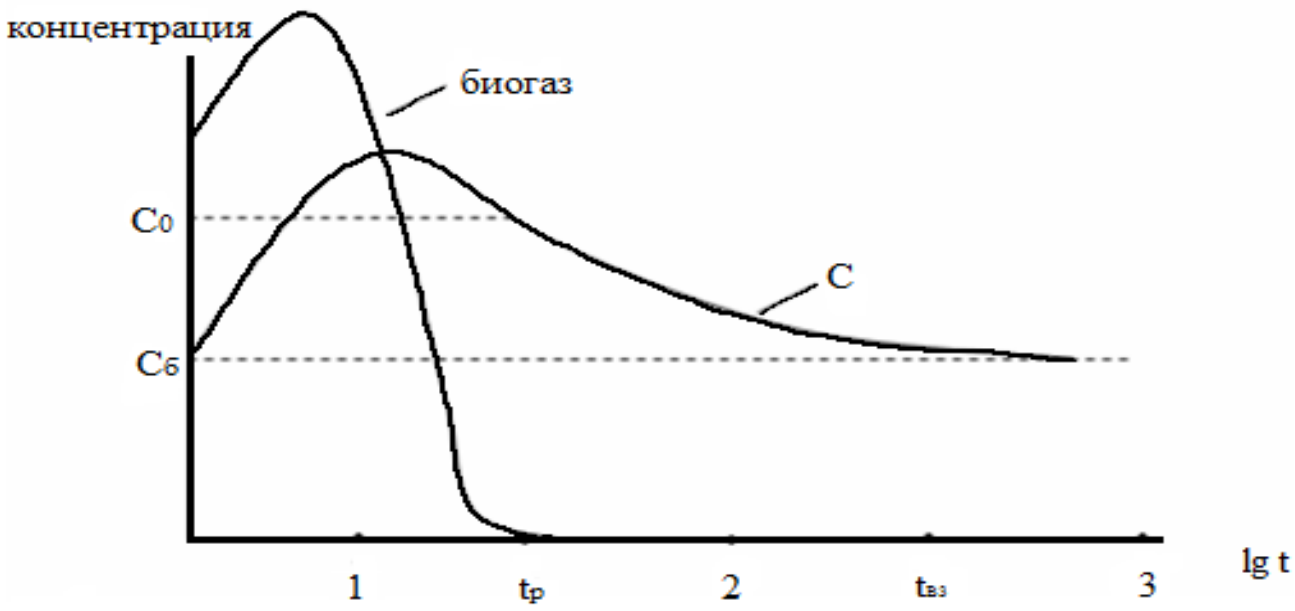


Рис. 1.14. Качественная характеристика эмиссий загрязнений полигона ТБО в окружающую среду

C – концентрация загрязняющих веществ в фильтрате; C_0 – концентрация в конце периода интенсивных биохимических реакций; C_δ – концентрация загрязняющих веществ, фоновая для биосферы; $t_р$ – время завершения интенсивных биохимических реакций; $t_{вз}$ – время переноса полигона в категорию «вечного захоронения» (безопасного для окружающей среды); t – время.

Основные проблемы захоронения ТБО заключаются в том, что, во-первых, полигоны занимают значительные площади. Все полезные компоненты мусора, которые можно было бы использовать вторично, безвозвратно теряются. Полигоны ТБО и свалки загрязняют атмосферный воздух метаном, сернистым газом, углекислым газом, оксидами азота, парами растворителей, продуктами горения и т. д.; загрязняют почвы и грунтовые воды тяжелыми металлами, растворителями, полихлорбифенилами, диоксинами, пестицидами и другими токсичными соединениями, они эпидемиологически опасны. Отсюда – необходимость внедрения природоохранных мероприятий при строительстве и использовании полигонов. Защита воздуха осуществляется за счет наружной изоляции мусора уплотненным слоем ТБО, почвой, грунтом, строительными (или инертными) и промышленными отходами. Это предотвращает пожары на

полигоне и, частично, загрязнение атмосферы, снижает его биологическую активность.

Биогаз, образующийся на полигоне ТБО, содержит значительное количество метана, который может быть использован для получения энергии. Крупные полигоны обладают значительным потенциалом по производству метана (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Размер ТБО, накапливающихся за год, и их энергетический потенциал в зависимости от численности населения [8]

Население, тыс. чел.	Годовой выход ТБО, тыс. т.	Средний энергетический потенциал, Гкал/год	Производство энергии (тепловая + электрическая)	
			Гкал/год	Млн. кВт/год
30	9-10	23000	6000	2,7
50	15-18	39000	9800	4,5
100	32-34	83000	21400	9,9
200	66-68	170000	43500	20,1
300	90-92	235000	59000	27,3
500	170-175	440000	113500	53,3
1000	340-350	880000	227700	107,0
1200	410-420	1070000	274000	129,0
1500	520-530	1350000	346000	163,0
2000	680-700	1770000	455000	214,0

Выделению биогаза способствует пористое строение тела свалки, создающее предпосылки для развития микробиологических процессов. В верхнем аэробном слое мусора (до 1-1,5 м) благодаря микробному окислению он минерализуется до CO_2, H_2O, NO_3, SO_4 и др. Здесь окисляется часть газообразных веществ поступающих снизу. Ниже находится зона с переходным окислительно-восстановительным режимом, в которой происходит процесс денитрификации. Ниже – на глубине 1,5-20 м и более – анаэробная область, с интенсивно протекающими микробиологическими процессами, в результате которых образуется биогаз (примерно 150-250 м^3 из 1 т. отходов) [43, 144, 161, 166, 167, 181]. В состав биогаза входит CH_4 – до 40-60%, CO_2 – 30-45%, N_2 –

несколько процентов и более ста других компонентов, в т.ч. H_2, ароматические и галогенные углеводородные соединения и др.

Для охраны почв и растительности вокруг площадки разгрузки мусоровозов устанавливают сетчатые ограждения. Наружная изоляция ТБО, их дробление, уплотнение создают преграду для мух и грызунов.

Полигон ТБО существенно воздействует на поверхностные и подземные воды из-за сброса в водоемы и водотоки сточных и дренажных вод, попадания фильтрата в горизонты подземных вод. Так, в природные воды попадают тяжелые металлы, токсичные элементы, биологически разлагаемые и устойчивые органические соединения. Все это ухудшает качество вод, делает их не пригодными для использования в водоснабжении [86, 124, 139, 143].

На некоторых современных полигонах для защиты подземных вод используется следующая система защиты: полигон оборудуют в котловане, дно и стенки которого заполняют уплотненной глиной (Compacted Clay), далее – пластиковый вкладыш (Plastic Liner) и слой из геотекстиля (Geotextile Mat). Дно заполняют слоем песка (Sand), слоем старых покрышек (Tire Shreds) и матом из геотекстиля (рис. 1.15).

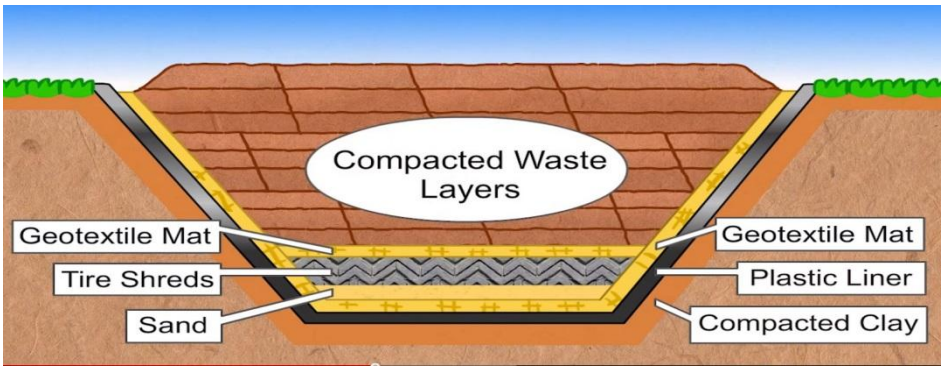


Рис. 1.15. Схема полигона ТБО (CDM ООН)

Сооружение полигона приводит к уничтожению почвенно-растительного покрова, снижению эстетической привлекательности ландшафта, формированию техногенного рельефа, образованию техногенного горизонта подземных вод [36, 45, 118]. Поэтому так важно уже на стадии проекта

предусмотреть защиту окружающей среды от его негативного воздействия, а по его завершению осуществить рекультивацию полигона [53, 54, 55].

Защита окружающей среды от полигонов ТБО обычно четко прописывается в законодательных актах. Например, в странах ЕС поступающие на полигон отходы следует предварительно обработать для стабилизации разложения и уменьшения выбросов метана и загрязнения фильтрата органическими соединениями. Полигоны ТБО не размещают вблизи аэропортов, в сейсмически опасных и подверженных наводнениям зонах и на участках непригодных по гидрогеологическим условиям (на болотистой местности). В обязательном порядке на полигонах производится сбор биогаза, сбор и обезвреживания фильтрата, а также создаются защитные противофильтрационные многослойные экраны. На полигоне и вокруг него производится мониторинг состояния окружающей среды в течение срока эксплуатации и после закрытия полигона.

Согласно российскому законодательству, при складировании ТБО на полигоне должны выполняться следующие требования: влажность отходов не более 65%, отходы не должны быть взрыво-, пожароопасными и самовозгорающимися, отходы III и IV класса опасности не должны превышать 30% общей массы ТБО и пр. [1, 15, 16, 23, 29, 42, 107, 142]. Достаточно жесткие требования предъявляются к месту строительства полигона [91, 92]. К сожалению, существующие в сборе и утилизации мусора подходы в нашей стране не позволяют выполнять положения законодательства в этой области [30, 38, 39, 95, 109, 171].

В целом российские и европейские требования к регулировке и обращению с отходами существенно различаются (Приложение 1).

Таким образом, создание полигонов ТБО не может рассматриваться как лучший способ их утилизации. Занимая значительные площади, такой полигон постоянно представляет экологическую опасность для прилегающих территорий. По возможности такой способ утилизации следует заменять более

прогрессивными - сортировкой мусора, вторичным использованием выделенных элементов и пиролизом всего остального.

1.5. Полигон ТБО как геоэкологическая система

Полигон ТБО вполне может рассматриваться как своеобразная геоэкологическая система. То есть полигон ТБО в данном исследовании рассматривается как антропогенная система, на территории которой отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и хозяйственной деятельностью человека (складирование ТБО) и как определенная целостность взаимодействуют с окружающими территориями и оболочками Земли.

Геоэкологическая система полигона является открытой, находящейся в постоянной вещественно-энергетической связи с внешней средой. Этой средой для нее являются горные породы литосферы, контактирующие с ТБО, подземные и поверхностные воды, соприкасающиеся с отходами или омывающие их, нижние слои тропосферы в которые попадает биогаз, дым от горящих полигонов, пыль, пары летучих химических веществ, микроорганизмы и др., почвенно-растительный покров и животные (рис. 1.16).

В массе мусора постоянно происходят химические, физические, биохимические процессы, в окружающее пространство попадают болезнетворные микроорганизмы, а животные, обитающие на полигонах (птицы, крысы), способны переносить инфекционные заболевания. Геоэкологическая система полигона активно связана с соседними геоэкологическими системами населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, мест добычи полезных ископаемых, путей сообщения и пр. Полигон является саморазвивающейся системой. Постепенно объем отходов из-за разложения органики и спрессовывания отходов под собственным весом уменьшается. За счет выделения метана происходят самовозгорания. Суть

происходящих в мусоре химических реакций описать невозможно, как невозможно заранее предвидеть, чем будет загрязняться окружающая среда.

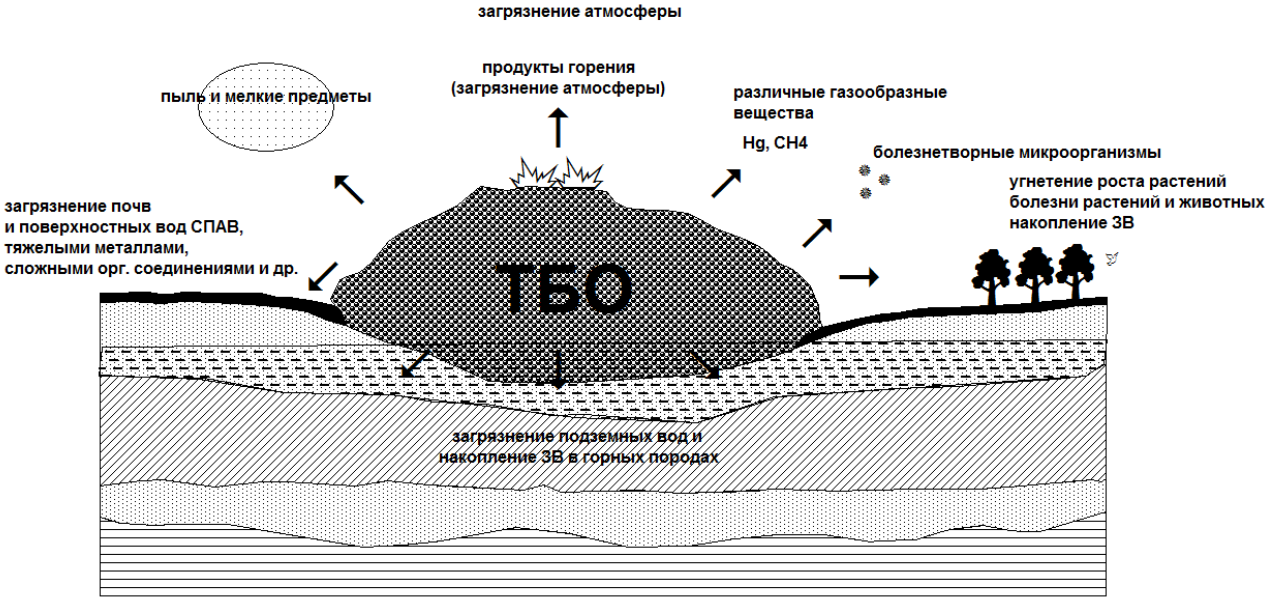


Рис. 1.16. Схема влияния полигона ТБО на окружающую территорию

Поскольку полигон ТБО оказывает отрицательное воздействие на все компоненты географической оболочки Земли, то обязательным условием при их проектировании, создании и обслуживании является уменьшение связи с окружающими их геоэкологическими системами. Уменьшение связи с атмосферой, гидросферой, почвенно-растительным покровом достигается путем сокращения числа вещественно-энергетических потоков, связывающих полигон с окружающими территориями и путем создания геохимических барьеров. Вокруг полигона целесообразно создавать механические барьеры из лесонасаждений, на которых можно улавливать переносимый ветром мусор и собирать его. Механический барьер должен экранировать отходы от соприкосновения с поверхностью почво-грунтов. Многие металлы (Fe, Ca, Mn, Sr, V, Cr, Zn, Ni, Co, Pb) осаждаются на щелочных барьерах, возникающих в частности при контакте бескарбонатных пород с известняками. В случае, если дно и стенки котлована с ТБО не экранируются, в теле полигона можно создавать прослойки из измельченных мела или известняка для осаждения

металлов. С помощью торфа, угля, глины можно создавать сорбционные барьеры, способные удерживать Ca, K, Mg, P, S, Rb, Cr, Zn, Ni и др. Поверхность мусора защищают от контакта с почвой и горными породами глиной, песком, полимерными пленками. Сверху полигон послойно покрывают теми же породами, разделяя мусор на отдельные слои, пленкой и почвой. В мусор следует вводить специальные трубы, улавливающие образующийся при разложении органики метан.

Цель моделирования полигона ТБО как геоэкологической системы, которое должно сопровождать проектирование полигона, заключается в предотвращении загрязнения окружающей среды. Поэтому учитывают розу ветров для уменьшения попадания продуктов горения полигона на населенные пункты. Учитывают глубину и особенности движения подземных вод для предотвращения попадания в них загрязняющих веществ. Вокруг полигонов целесообразно создавать санитарно-защитные зоны и высаживать санитарные лесополосы.

Таким образом, создание любого полигона – сложная геоэкологическая задача, требующая участия специалистов гидрогеологов, климатологов, экологов. Развитие системы будущего полигона должно заранее исследоваться для предотвращения загрязнения окружающей среды.

1.6. Основные направления воздействия полигонов ТБО на окружающую среду в регионах с интенсивной хозяйственной деятельностью человека.

Важным вопросом эксплуатации полигонов ТБО является оценка их воздействия на окружающую среду, которая должна учитывать специфику и особенности территории, на которой происходит размещение объекта.

Площадь отчуждения земель (отвод земель под полигон). Полигоны характеризуются значительной землеёмкостью мест складирования мусора (0,02-0,05 га на 1000 т/год отходов). Дополнительно выделяются участки под инфраструктуру (производственные здания, сооружения, системы защиты и

мониторинга). Кроме того, за счет буферной зоны площадь участка увеличивается в 1,5 и более раза. Отводить под полигон желательно бросовые земли, которые не используются промышленностью, сельским и лесным хозяйством.

При строительстве полигона ухудшается эстетическая привлекательность ландшафта, поскольку полигон относится к акультурным антропогенным ландшафтам [118]. Создаваемый им негативный визуальный эффект следует скрывать экранирующими насыпями, лесонасаждениями и другими мероприятиями по рекультивации ландшафта.

В процессе транспортировки отходов и работы полигона формируются *химическое и шумовое загрязнения.* Отсюда возникает необходимость размещения полигона вдали от границ населенных пунктов, жилых и производственных строений. Например, для работы полигона производительностью 400 тыс. т/год при средней загрузке автомобиля 7,5 т. требуется 400-500 транспортных единиц в день на переводку мусора, что создает дополнительный шум и загрязнение среды. В качестве мер борьбы с этими негативными явлениями можно назвать ограничение времени работы автотранспорта (например, в ночные часы), изменение маршрутов перевозки мусора, так, чтобы они не проходили через населенные пункты, создание экранов акустической защиты или лесополос вдоль дорог и т.п.

Полигон в течение многих лет является источником выбросов биогаза, загрязняющего атмосферный воздух. Эмиссия биогаза может быть описана зависимостью:

$$G_t = G_0 (1-10^{-kt}) \qquad (1),$$

где G_t –эмиссия биогаза на момент времени t; G_0 – удельная эмиссия биогаза ($м^3$/т отходов); k – коэффициент разложения отходов; t – время с момента захоронения отходов [162].

Выделяющиеся на полигонах газы крайне вредны для здоровья человека. Для расчета риска токсичных эффектов для человека в результате хронического загрязнения атмосферы полигоном ТБО используется формула:

$$\mathrm{Prob} = \frac{3.3(\lg T_{95} - \lg T_5)}{2\left[(\lg T_{45})^2 + (\lg T_5)^2\right] - (\lg T_{95} + \lg T_5)^2} \cdot \left[\lg T_1 - \frac{(\lg T_{95} + \lg T_5)}{2}\right], \quad (2)$$

где T_5 и T_{95} – время, необходимое для начала развития эффектов хронической интоксикации с вероятностью, соответственно, 5 и 95%; T_1 – время жизни человека при заданных условиях.

Следовательно, учет поступления биогаза, проектирование и создание специальных сооружений для его сбора должны стать обязательными при оборудовании полигонов ТБО.

Помимо загрязнения воздуха биогазом, происходит *тепловое загрязнение окружающей среды*, в т.ч. при пожарах. Они приводят к загрязнению токсичными веществами атмосферного воздуха и фильтрата [82, 83, 88]. Основными профилактическими мерами являются откачка биогаза, засыпка отходов изолирующим слоем, их увлажнение, наличие противопожарной техники. Тепловое загрязнение также формируется за счет биохимических реакций в массе отходов, но оно проявляется локально, и в сравнении с другими факторами его влияние незначительно.

Неприятный запах, возникающий при разложении отходов, может быть весьма значительным в открытых зонах полигона и вызывать негативную реакцию у персонала полигона и местных жителей [17, 116]. Поэтому полигоны следует размещать вдали от жилых и производственных помещений. Ежедневное изолирующее покрытие ТБО может предотвратить появление неприятных запахов, но на практике оно не используется из-за дороговизны.

На полигонах, на которых производится захоронение мелких сухих отходов, *может образоваться пыль* [116]. Увлажнение сухих мелких отходов и использование дуговых распылителей воды является эффективным способом борьбы с пылью.

Одной из серьезнейших опасностей связанных с воздействием полигона на окружающую среду является *загрязнение поверхностных и подземных вод дренажными стоками и фильтратом*.

Согласно МУ 2.1.7.730-99 максимальное суточное количество фильтрата с полигона определяется по формуле

$$q_{ср.сут.} = K\,(Q_{а.г.} + Q_{п.т.})/365 \qquad (3),$$

где К – коэффициент, учитывающий влагопоглощающую и испарительную способность бытовых отходов (для полигонов по высотной схеме К = 0,1, по наклонной К = 0,15); $Q_{а.г.}$ – суммарное ГКО, выпадающих на поверхность отходов м^3/год; $Q_{п.т.}$ – суммарное годовое количество прочих вод, распределяемых по поверхности отходов (стоки от мойки мусоровозов и контейнеров, фильтрат и пр.) м^3/год [115].

Для расчета количества фильтрата, образуемого в течение года ($Q_{фг}$) и накапливающегося в основании секции складирования ТБО используют формулу:

$$Q_{фг} = K_р \cdot K_ф \cdot f \cdot Ф \cdot T_1/C_n \qquad (4),$$

где $K_р$ – коэффициент, учитывающий водопоглощательную и испарительную способность ТБО (принимаемую для оврагов=0,08);
$K_ф$ – коэффициент, учитывающий фильтрационные свойства водоупорного слоя секции складирования с учетом его кольматации;
f - годовое количество осадков;
T_1 – расчетный срок в годах;
Cn – коэффициент, учитывающий пористость ТБО в основании полигона.

Химический состав фильтрата существенно меняется со временем [143].

1. Аэробная фаза (pH = 6,5-7,2) продолжительностью несколько месяцев: происходит гидролиз и окисление пищевых отходов, количество фильтрата невелико.
2. Ацетогенная фаза (pH = 4,5-7,5), продолжительностью 1-4 года: происходит распад быстро- и среднеразлагаемых фракций ТБО. В фильтрате высокие значения $БПК_5$, (от 4000 до 40000 мг O_2/л) и ХПК (от 6000 до 60000 мг O_2/л), содержание ионов тяжелых металлов до 120 мг/дм^3.

3. Фаза активного метаногенеза (pH = 7,5-9,0) продолжительностью до 30 лет с момента захоронения отходов: происходит ферментативное разложение ранее образовавшихся кислот с интенсивным образованием метана и других газов. В фильтрате снижается содержание органических веществ ($БПК_5$ и ХПК), увеличивается содержание ПАВ, хлорорганических соединений, гуминовых соединений.
4. Стабильная фаза метаногенеза (pH = 7,5-8) продолжительностью до 100 лет: снижается интенсивность образования метана, происходит гидролиз лигнина, химическая деструкция полимерных материалов, повышается минерализация фильтрата (до 7000 мг/л) [143].

В целом фильтрационные воды являются источником загрязнения поверхностных и грунтовых вод на площади во много раз превосходящей территорию полигона [86].

Также установлено, что фильтрат задерживается или проходит глубокую очистку в слое тяжелых суглинков толщиной 0,5 м, средних суглинков – 1,5 м, супеси – 7 м, песков – 9 м при ГКО 600 мм и сроке эксплуатации полигона 20 лет [140].

Миграции загрязняющих веществ в водоносных пластах описываются по формуле:

$$\Sigma \left[D_i * \delta^2 c / \delta x_i^2 - V_i * \delta c / \delta x_i\right] - D_1 /m * \delta c_l / \delta z |_{z=z1} - \varepsilon_1/m (C - C_1)|_{z=z1} + D_2/m * \delta c_2 / \delta z_{z=z2} + \varepsilon_2/m (C - C_2)|_{z=z2} = n* \delta c / \delta t + \delta N / \delta t \quad (5),$$

где ε_1 – скорость фильтрации воды на границе пласта в вертикальном сечении, т.е. на кровле, м/сут;
ε_1 – скорость фильтрации воды на границе пласта в вертикальном сечении, т.е. на подошве, м/сут;
x_i – координаты (в обычных обозначениях декартовой системы x_1=x, x_2=y;
t – время, сут.;
C – концентрация мигрирующего вещества в подземных водах, мг/дм^3;
N – концентрация убывающего раствора (сорбируемого, поглощаемого породой) или, напротив, поступающего в раствор в результате внутренних физико-химических реакций (например растворение) компонента, мг/дм^3;
m – мощность пласта, м;

1, 2 – индексы, обозначающие соответствующие величины C и D для слоев кровли и подошвы;
z_1 – координата линии контакта;
z_2 – координата линии контакта;
V_i – скорость фильтрации естественного потока, м/сут.;
$D_{1,2}$ – коэффициент дисперсии, $м^2$/сут.

Для определения специфики фильтрационных процессов используется закон Дарси:

$$V = K_ф * i \qquad (6), \text{ где}$$

$K_ф$ – коэффициент фильтрации, м/сут.;
i – естественный уклон потока подземных вод.

Концентрации загрязняющих веществ в водном пласте, загрязненном фильтратом определяется по формуле:

$$Cp = (V_{ст} \cdot C_{ст} + V_{под} \cdot C_{под})/V_{см} \qquad (7),$$

где Cp – концентрация ЗВ, мг/л;
$V_{ст}$ – суточный объем стоков (фильтрата);
$C_{ст}$ – концентрация ЗВ в фильтрате, мг/л;
$V_{под}$ – суточный объем подземной воды, л;
$C_{под}$ – фоновая концентрация ЗВ в подземном слое.

Потенциально опасно попадание фильтрата в подземные и поверхностные воды. Расчет риска токсичных примесей в питьевой воде производится с использованием формулы:

$$Risk = 1 – \exp\{(\ln 0{,}84)/(GLR\ K_3))LADD\} \qquad (8),$$

где ПДК – предельно-допустимая концентрация вещества; K_3 – коэффициент запаса, принимаемый равным 100 у веществ с выраженной вероятностью отдаленных последствий и 10 у остальных; LADD – средняя ежедневная доза вещества (средняя ежедневная концентрация вещества, поступающая в организм человека с питьевой водой в течение его жизни) [162].

Полигон ТБО в обязательном порядке нуждается в защите от проникновения фильтрата с него на окружающие территории. Для этого оборудуются специальные экраны под мусором. Кроме того, при размещении

полигона необходимо учитывать характер геоморфологических процессов на территории, как то: проявление флювиальных процессов, суффозии, карста. Если они активны, то полигон нуждается в дополнительной защите от них. Иначе через карстовые воронки, суффозионные блюдца, овражно-балочную сеть может начаться распространение фильтрата.

Прогнозирование продвижения загрязненных фильтратом подземных вод от секции складирования ТБО производится по формулам:

$$V_ф = К_ф * J \qquad (9),$$

где $V_ф$ – скорость фильтрации;
$К_ф$ – коэффициент фильтрации, м/сут;
J – гидравлический градиент, равный уклону поверхности грунтовых вод (безразмерная величина).

Скорость фильтрации определяют по формуле:

$$V_ф = Q_ф / w_n \quad (10),$$

где $Q_ф$ – расход фильтрационного потока;
w_n – площадь поперечного сечения в пористой среде.

В пористой среде площадь поперечного сечения в основном больше общей величины пор. Как следствие, истинная скорость движения воды в порах грунта ($V_{ист}$) всегда больше скорости фильтрации:

$$V_{ист} = V_ф/n = К_ф * J / n \quad (11),$$

где n – открытая пористость грунта.

Прогноз распространения загрязняющих веществ с учетом поперечной дисперсии проводится по формуле по Д. Харлемана и Р. Румера:

$$C = 0{,}5 erfc * y/2\sqrt{D_T * x/V} \quad (12),$$

где C – концентрация вещества;
x– координата распространения загрязнения в продольном направлении, м;
y – координата распространения загрязнения в поперечном направлении, м;
V – скорость фильтрации в продольном направлении, м/сут.;
D_T – коэффициент поперечной микродисперсии

Коэффициент поперечной микродисперсии определяется по формуле:

$$D_T = \lambda_y * V \quad (13),$$

где λ_y – параметр характеризующий геометрическую структуру порогового пространства, м.;
V – скорость фильтрации в продольном направлении, м/сут.

Практически все полигоны несовершенны в санитарном отношении и представляют *потенциальную эпидемиологическую опасность*. ТБО заселены разнообразными насекомыми, гельминтами, являются благоприятной средой для развития болезнетворных микроорганизмов [169]. Постоянное уплотнение отходов тяжелой техникой и их засыпка изолирующим слоем предотвращает выплод насекомых и заселение полигонов грызунами. В то же время практически невозможно оградить открытый полигон от птиц, питающихся здесь. Они могут стать переносчиками опасных заболеваний. Наибольшую биологическую опасность представляет фильтрат, содержащий патогенные микроорганизмы, для которого пока не существует эффективных и безопасных методов обеззараживания [169].

За счет распространения газов, загрязненных вод и пыли почва и растительность вблизи полигонов могут загрязняться на расстоянии до 1,5 км. Для защиты населения от вредного воздействия полигонов устанавливается санитарно-защитная зона размером 500 м от границ полигона до жилой застройки [106].

Для оценки загрязнения почвенно-растительного покрова на полигоне ТБО подсчитывают суммарный показатель химического загрязнения

$$Zc = \Sigma K_c - (n - 1) \quad (14),$$

где Кс – коэффициент концентрации элемента, равный отношению его содержания в конкретной пробе к фоновому содержанию (Кс = С/Сф), n – количество проанализированных элементов в конкретной пробе. Кс характеризует уровень концентрации элемента в данной точке опробования [105].

Таким образом, воздействие полигонов ТБО на окружающую среду проявляется в отчуждении под них территории, загрязнении воздуха биогазом, пылью, продуктами горения и пр., проникновением опасного фильтрата в поверхностные и подземные воды, в почвы, в биологическом загрязнении территории и др. Особенно опасны эти влияния в густонаселенных районах, где как раз и располагаются полигоны. В результате воздействия полигонов возникает опасность для здоровья населения.

Поэтому необходимо постоянно осуществлять мониторинг состояния каждого из полигонов и не пренебрегать природоохранными мероприятиями при их строительстве и обслуживании.

1.7. Методика комплексной геоэкологической оценки территорий размещения полигонов твёрдых бытовых отходов

Полигоны ТБО являются мощным антропогенным и, как правило, негативным фактором воздействия на окружающую природную среду, поэтому проведение экологической диагностики территорий, прилегающих к этим объектам, должно быть обязательным условием их эксплуатации.

Первым этапом исследований должно стать изучение природных условий региона, влияющих на размещение полигонов ТБО. Наибольший интерес здесь представляют геологическое и гидрогеологическое строение территории. Наиболее удачными для размещения являются те регионы, в которых среди рельефообразующих пород преобладают тяжелые суглинки и глины, наименее удачными – пески и карбонатные породы. В последнем случае необходимы дополнительные защитные экраны на днище и склонах полигона.

Крайне необходимо учитывать количество и мощность водоносных горизонтов в районе строительства. Глубину залегания верховодки, количество водоносных горизонтов, вскрытых карьером в котором размещается полигон. Главная цель – предотвратить попадание фильтрата с полигона в подземные

воды. Время, за которое фильтрат проникнет в грунтовые воды, можно определить по формуле:

$$t = x \cdot n / K_ф \quad (15),$$

где t – время в сут.;
x – глубина залегания грунтовых вод;
n – коэффициент пористости;
$K_ф$ – коэффициент фильтрации

Особенности рельефа и поверхностных вод также очень важны, так как полигон нецелесообразно размещать на поймах или речных террасах, т.е. вблизи рек. С осторожностью их размещают на участках с развитием водной эрозии, оползневыми процессами, карстом, суффозией, осуществляя при этом мероприятия, препятствующие дальнейшему развитию этих процессов.

Изучение климатических закономерностей важно для понимания интенсивности и характера протекания процессов разложения органики в течение года, для определения наиболее вероятных направлений распространения загрязняющих веществ с полигона ветром и пр.

Почвенно-растительный покров в районе полигона под его воздействием обычно деградирует. Следовательно, размещение полигона не должно угрожать ценным земельным массивам, редким растениям и животным.

По завершении изучения природных условий целесообразно провести районирование исследуемой территории, в нашем случае Воронежской области, для выделения регионов, сходных по условиям размещения полигонов ТБО.

В дополнение к природному районированию необходимо провести исследование антропогенной нагрузки, поскольку полигон ТБО является дополнительным фактором антропогенного воздействия и опасным для окружающей среды объектом.

Скорость заполнения полигона напрямую зависит от численности населения, количества и мощности промышленных предприятий и других факторов.

Нормативное количество отходов рассчитывают по формуле:

$$M_{отх} = N \cdot n \quad (16),$$

где N – численность населения населенного пункта;
n – годовая норма образования отходов на 1 человека в $м^3$. Данная норма обычно определяется административными постановлениями или инструкциями по эксплуатации полигонов.

Нормативное количество промышленных отходов, подлежащих захоронению, определятся по формуле

$$M_{отх} = N \cdot (1 - \delta) / 100 \quad (17),$$

где N = количество бытовых отходов, образующихся в населенном пункте;
δ – процентное соотношение бытовых отходов по отношению к общему количеству отходов (обычно около 70%).

Следующим этапом является углубленное изучение конкретного полигона или его будущего местоположения.

Все вышеназванные направления оценки экологического состояния полигона ТБО можно представить в виде схемы (рис. 1.17).

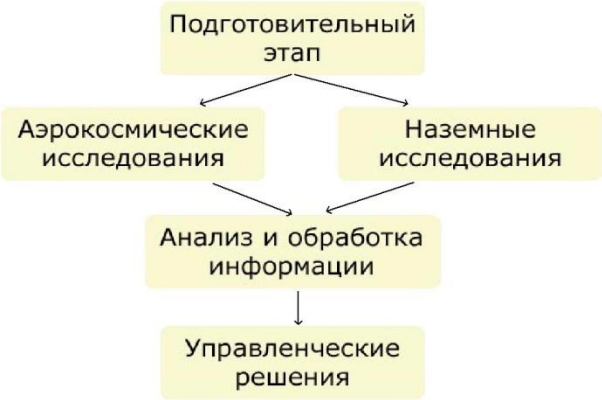


Рис. 1.17. Методика организации работ по диагностике состояния окружающей среды вблизи полигона ТБО

I этап. Подготовительный. Он включает работы по подбору исходных материалов по полигону, включающих планы и схемы полигона ТБО,

геологические разрезы его территории, разрешительную документацию и пр. Затем осуществляется анализ имеющейся технической документации. При этом выявляются особенности данного полигона, наличие погрешностей, допущенных при его размещении и проектировании.

II этап. Полевые исследования. Они включают в себя 2 составные части – аэрокосмические исследования и наземные исследования. После дешифрирования материалов аэрокосмической съемки и интерпретации данных выявляются потенциально опасные участки, в которых необходимо будет отобрать пробы грунта, воды и пр. Полученные данные съемки можно использовать для составления тематических картосхем полигона.

Наземные исследования включают в себя широкий комплекс географических и геоэкологических исследований [22], включающих отбор проб для определения загрязнения воздуха, вод, грунтов и почв. В ходе исследований производится предварительное выявление опасных природных и природно-техногенных процессов и явлений, их характеристик, масштабов и продолжительности воздействия. Определяются способствующие распространению загрязняющих веществ геоморфологические процессы (флювиальные, карстовые, суффозионные). В случае необходимости производится бурение наблюдательных скважин за изменением уровня подземных вод и наличия в них загрязняющих веществ.

III этап. Анализ и обработка информации. В ходе камеральной обработки информации, полученной на 1 и 2 этапах, выявляется остаточный ресурс полигона ТБО, а также степень опасности хранящихся на нем ТБО. Оцениваются величина и особенности загрязнения окружающих территорий. Корректируются тематические картосхемы, составленные на 2-м этапе, картосхемы рекультивации земель. Производится оценка экологического состояния зоны воздействия полигона ТБО и его технического состояния. По результатам исследований составляется отчет, включающий экспертное

заключение и рекомендации по минимизации воздействия полигона ТБО на окружающую среду.

IV этап. Принятие управленческих решений. На основании собранных и проанализированных данных по диагностике состояния окружающей среды на полигоне и вблизи него происходит принятие управленческих решений о перспективах развития, необходимых мероприятиях по улучшению экологической ситуации в районе полигона ТБО или о его дальнейшей судьбе.

Таким образом, должны осуществляться работы по диагностике состояния окружающей среды вблизи полигона, включающие сбор и обработку разнообразной информации о структуре и состоянии полигона ТБО. Необходимым их этапом должно стать принятие управленческих решений, позволяющих в будущем уменьшить негативное воздействие полигонов ТБО на окружающую среду.

1.8 Геоэкологический мониторинг состояния полигонов ТБО

Полигон ТБО обычно является источником повышенной экологической опасности, и проведение мониторинга воздействия на окружающую среду является обязательным условием его эксплуатации. Мониторинг полигона ТБО относится к «точечному мониторингу» (мониторингу источника загрязнения), который является подсистемой локального мониторинга [84].

Организация точечного мониторинга полигона ТБО фактически очень тесно пересекается с производственным контролем поступающих отходов, контролем их складирования и экранирования. С его помощью можно выявить конструктивные недостатки полигона и сбои в его работе. Мониторинг проводится с целью получения оперативной и систематической информации о состоянии окружающей среды, прежде всего, для обеспечения экологической безопасности населения, проживающего вблизи полигона, и работающего на нем персонала.

Мониторинг полигона ТБО не следует прекращать после консервации и рекультивации полигона, так как его жизненный цикл измеряется десятилетиями и даже столетиями. В течение этого времени полигон активно воздействует на окружающую среду.

В общей системе мониторинга полигона ТБО можно выделить составные части:

1. **Мониторинг поступающих отходов**, предотвращающий захоронение отходов, на которые полигон не рассчитан (радиоактивные, ртуть содержащие, трупы животных и пр.).

2. **Мониторинг складирования отходов** предусматривает контроль за распределением поступающих отходов, контроль за своевременным экранированием мусора промежуточными изолирующими слоями. Не должно допускаться открытого хранения отходов, их развеивания ветром, растаскивания птицами и млекопитающими.

3. **Мониторинг санитарно-защитной зоны**. Вокруг каждого полигона ТБО должна существовать санитарно-защитная зона шириной не менее 500 м. Фиксируются и пресекаются попытки размещения здесь каких-либо построек, жилых или производственных. Также нежелательным является размещение здесь сельхозугодий.

4. **Мониторинг шумового загрязнения среды**. Осуществляются замеры уровня шума как непосредственно на полигоне (оценивается воздействие на персонал полигона), так и на границе санитарной зоны полигона (оценивается воздействие на население).

5. **Мониторинг состояния атмосферного воздуха**. Ежеквартально, а лучше ежемесячно необходимо производить анализы проб атмосферного воздуха над отработанными участками полигона и на границе санитарно-защитной зоны (со всех сторон от полигона). Контролируется содержание метана, сероводорода, аммиака, окиси углерода, бензола, трихлорметана, четыреххлористого углерода, хлорбензола, взвешенных веществ. Для изучения

атмосферных выпадений тяжелых металлов в конце зимы целесообразно отбирать пробы снега в районе полигона.

6. **Мониторинг за состоянием подземных вод** производится посредством отбора воды из наблюдательных скважин в окрестностях полигона. Скважины должны осуществлять отбор проб воды из всех водоносных горизонтов, в которые может проникнуть фильтрат с полигона. Скважины размещают вокруг полигона, а не только ниже по потоку подземных вод. В пробах подземных вод определяется общая минерализация, общая жесткость, окисляемость, pH, содержание аммиака, нитритов, нитратов, гидрокарбонатов, кальция, фтора, хлоридов, железа, сульфатов, лития, магния, марганца, кадмия, хрома, цианидов, свинца, ртути, мышьяка, меди, бария, сухого остатка, ХПК, БПК, органического углеводорода, гельминтологические и бактериологические показатели. Дополнительно осуществляется контроль воды в родниках (ключах) в окрестностях полигона. Наблюдения желательно проводить не реже 1 раза в месяц. Также проводятся наблюдения за уровнем подземных вод в скважинах.

7. **Мониторинг поверхностных вод** осуществляется в водотоках и водоемах окрестностей полигона. Пробы исследуются по тем же показателям, что и подземные воды.

8. **Мониторинг почв.** Система мониторинга включает постоянное наблюдение за состоянием почвы в зоне возможного влияния полигона. Вокруг полигона с периодичностью не реже 2 раз в год отбираются пробы почвы, которые анализируются по химическим, микробиологическим, радиологическим показателям. Из химических показателей исследуется содержание тяжелых металлов, нитратов, нитритов, гидрокарбонатов, органического углерода, pH, цианидов, свинца, ртути, мышьяка; из микробиологических показателей – общее бактериальное число, коли-титр, титр протея, яйца гельминтов.

9. **Мониторинг растительности** осуществляется не реже 1 раза в год. Наблюдения за ее состоянием ведутся биоиндикационными методами. Выявляют случаи заболеваемости и ухудшения экологических условий произрастания зеленых насаждений. Отбираются пробы листвы, в которых исследуют содержание экзогенных химических веществ: свинца, хрома, меди, цинка, кадмия, олова, сурьмы.

10. **Мониторинг противоэпидемиологических мероприятий** необходим для наблюдения за эффективностью проведения противоэпидемиологических мероприятий. В его рамках осуществляется ежемесячный контроль наличия объективных признаков жизнедеятельности грызунов, жалоб персонала и населения на наличие грызунов, а также оценка численности грызунов, заселенность личинками мух, отлов грызунов при контрольных расстановках капканов. Эффективность проведения дезинфекционных работ контролируется ежемесячно при положительных температурах воздуха путем проведения регулярных обследований с целью определения заселения личинками мух доставляемых отходов.

Кроме заранее запланированных отборов проб воды, почвы, растительности, следует проводить непериодические исследования состояния среды. Например, воздуха в случае пожара на полигоне, вод после сильных ливней, размывающих поверхность полигона и пр.

Комплексный мониторинг всех компонентов географической оболочки полигона ТБО и его окрестностей является обязательным при работе и после консервации полигона.

1.9. Устройство защитных экранов на полигонах ТБО

Защита окружающей среды от негативного воздействия полигона ТБО может осуществляться в т.ч. с помощью защитных экранов. Они могут различаться по конструкциям и, соответственно, по сложности и стоимости

строительства, но призваны выполнять одну функцию – не пропускать вредные вещества с территории полигона.

Защитные экраны основания и поверхности полигонов ТБО являются обязательным элементов конструкции каждого полигона. Их срок службы определяется периодом эксплуатации полигона (обычно до 30 лет) и периодом, когда полигон закрыт и не принимает отходы. В это время (до 100 лет) здесь продолжаются сложные анаэробные и аэробные процессы, сопровождающиеся образованием биогаза и фильтрата, загрязняющих окружающую среду.

В целом экраны, в зависимости от места расположения, делят на 2 группы: экраны основания полигона и защитные экраны поверхности. Первые препятствуют просачиванию фильтрата в грунты и подземные воды. Вторые препятствует попаданию в тело полигона атмосферных осадков, уменьшая количество фильтрата, обеспечивают сбор биогаза, препятствуют выбросам различных веществ, в т. ч. в виде пыли в воздух. Оба экрана должны присутствовать на каждом полигоне ТБО.

Материалы, используемые при конструировании защитных экранов должны обеспечивать гидроизоляцию полигона, обладать высокой механической прочностью и устойчивостью к повреждениям, в т.ч. грызунами, быть устойчивыми к химическим, биологическим и температурным воздействиям. Также должны выдерживать максимальные и минимальные температуры воздуха, характерные для региона. Особые требования предъявляются к производству работ по устройству защитных экранов. Нарушение порядка работ или нарушение технологии может привести к неэффективной работе экрана. Грамотно сконструированные и построенные экраны могут практически полностью изолировать «тело» полигона от окружающей среды, т.е. от проникновения загрязняющих веществ в грунты, подземные воды или открытые водоемы.

В конструкции защитных экранов лучших полигонов проектируется не менее двух дублирующих друг друга гидроизоляционных слоев, повышающих

надежность системы. Эти слои могут быть сделаны из полимерных пленок или латекса (синтетическая гидроизоляция) или из водонепроницаемых горных пород, в основном 2-3 слоя глины или смесь глины с отходами нефтепереработки – битума (минеральная гидроизоляция). Глиняные экраны должны иметь толщину не менее полуметра, коэффициент фильтрации не более 0,001 м/сут. Глинобитумные экраны должны иметь толщину 20-40 см.

Защитный экран на поверхности полигона должен изолировать отходы от атмосферных осадков, что снизит количество образующегося фильтрата. Дополнительно, экран должен препятствовать проникновению биогаза в воздух.

В структуре защитного экрана поверхности полигона ТБО выделяются 4 слоя (рис. 1.18). Выравнивающий слой необходим для нивелировки поверхности и газового дренажа. Как следствие, его можно соорудить из песка, строительных отходов и пр. Гидроизоляционный слой препятствует проникновению осадков и талых снеговых вод в «тело» полигона. Дренажный слой отводит условно чистую воду, не контактировавшую с отходами с территории полигона. Рекультивационный слой состоит из почвы, на которой можно высаживать растения.

Защитные экраны поверхности полигона обычно выполняют из песка, гравия, щебня, глин и песчано-глинистых смесей, из синтетических материалов (синтетическая гидроизоляция, геотекстиль, бентонитовые маты, композиционные дренажные материалы); редко можно встретить экраны из асфальта.

Таким образом, к защитным экранам предъявляются повышенные требования к долговечности, химической, биологической и термической устойчивости материалов. Экран основания полигона должен выдерживать вес отходов и давление оказываемое на него техникой.

Рис. 1.18. Принципиальная схема защитного экрана поверхности полигона ТБО [168].

В целом, существующая в большинстве мест складирования ТБО Воронежской области ситуация является неудовлетворительной. Большая часть полигонов и санкционированных свалок не соответствует экологическим нормативам. Отходы не экранируются ни снизу, загрязняя подземные воды, ни на поверхности, загрязняя атмосферу.

Единственным полигоном в области соответствующим нормативам является новый полигон ООО «Каскад» в Семилукском районе. Остальные нуждаются в незамедлительной модернизации или закрытии, а учитывая отсутствие на это средств в местных бюджетах можно утверждать, что экологическая обстановка в области будет продолжать ухудшаться.

Выводы по главе 1

Проблема утилизации и переработки отходов производства и потребления является одной из главных экологических проблем в большинстве стран мира.

В нашей стране и за рубежом существуют различные классификации отходов, по фазовому состоянию, по опасности для окружающей природной среды. По Федеральному классификационному каталогу их подразделяют на 4

группы: органические отходы природного происхождения, отходы минерального происхождения, отходы химического происхождения и коммунальные отходы, с многочисленными разновидностями. В странах Евросоюза принята классификация из 16 групп отходов.

Практически невозможно оценить объемы образующихся в мире отходов, как и количество несанкционированных свалок. Состав ТБО достаточно сложен.

В мировой практике насчитывается более 30 методик утилизации и обезвреживания ТБО, которые в основном направлены на переработку отходов в качестве вторичного сырья, на их сжигание или захоронение на полигонах ТБО.

Полигон ТБО – это сложное комплексное инженерное сооружение, предназначенное для складирования, изоляции и обезвреживания ТБО. Такой полигон может рассматриваться как своеобразная открытая геоэкологическая система со сложной внутренней структурой и взаимосвязями, активно взаимодействующая со всеми компонентами внешней среды. Снижение экологической опасности полигона достигается путем сокращения числа вещественно-энергетических потоков, связывающих полигон с окружающими территориями за счет создания промежуточных изолирующих слоев и геохимических барьеров (защитных экранов снизу и сверху). К сожалению, значительная часть полигонов ТБО обустроена и эксплуатируется без соблюдения экозащитных требований и представляет значительную опасность для окружающей среды.

По нашему мнению, методический подход к проведению диагностики состояния окружающей среды в районе размещения полигонов твердых бытовых отходов должен базироваться на методике комплексной геоэкологической диагностики и состоять из двух частей:

1 этап – изучение природных условий региона, влияющих на размещение полигонов ТБО, природно-ландшафтное районирование территории;

2 этап – углубленное изучение конкретного полигона:

- подготовительный этап (сбор технической документации, выявление особенностей данного полигона, погрешностей при его проектировании);
- полевые исследования - аэрокосмические и наземные геоэкологические, географические, геоморфологические;
- анализ и обработка информации (оценка экологического состояния зоны воздействия полигона ТБО и его технического состояния);
- проведение комплекса организационных природоохранных мероприятий для обеспечения нормативного экологического состояния окружающей среды в районе полигона и рекомендации по его перспективному развитию.

2. Анализ геоэкологических условий Воронежской области, определяющих особенности эксплуатации полигонов ТБО

Воронежская область располагается в Европейской части Российской Федерации на Русской равнине на границе степной и лесостепной природных зон. Запад области находится на Среднерусской возвышенности, северо-восток – на Окско-Донской низменности и юго-восток на Калачской возвышенности. Область находится между 52°06′ и 49°34′ с.ш.; 38°09′ и 42°54′ в.д. [10]. Протяженность с севера на юг – 285 км, с запада на восток – 335 км.

Воронежская область граничит с Белгородской, Курской, Липецкой, Тамбовской, Саратовской, Волгоградской, Ростовской областями России и Луганской областью Украины, занимает юго-восток Центрально-Черноземного экономического района [81, 164]. Она входит в состав Центрального Федерального округа.

Общая площадь региона 52,4 тыс. км^2. В Воронежской области проживает 2334,8 тыс. чел., что составило около 1,6% населения России. Крупнейшими городами области являются: Воронеж (979,5 тыс. чел. на 1.01.2011), Борисоглебск (63,8 тыс. чел.), Россошь (61,5 тыс. чел.), Лиски (54,8 тыс. чел.), Нововоронеж (34, 8 тыс. чел.) [34].

Плотность населения Воронежской области 43,5 чел./км^2, что более чем в 5 раз больше, чем в среднем по России (8,3 чел./км^2), но меньше, чем в ЦФО (57,1 чел./км^2) [35].

Это характеризует Воронежскую область как густонаселенную территорию и определяет высокую потребность в утилизации отходов производства и потребления и, как следствие, в создании полигонов складирования ТБО.

2.1. Геологическое строение и рельеф

История формирования территории Воронежской области сложна. Так, в палеозое-кайнозое за последние 540 млн. лет область неоднократно

покрывалась морем и вновь становилась сушей, что было связано с горизонтальными и вертикальными движениями земной коры.

Докембрий – древнейший этап геологического развития Воронежской области. В это период (около 3 млрд. лет назад) внутренние силы Земли сформировали кристаллический фундамент Воронежской антеклизы. Это мощный выступ массивных твердых магматических и метаморфических пород, сложен гранитами, гнейсами, габбро, кварцитами [141]. Сверху он перекрыт мощным чехлом осадочных пород, толщиной до 1000 м, который состоит из горных пород девонского, каменноугольного, мелового, пелеогенового, неогенового и четвертичного периодов.

Девонские породы представлены глинами, песчаниками, известняками и алевритами средне- и верхнедевонского возраста. Каменноугольные отложения (карбоновые) представлены каолиновыми песками и глинами, известняками, песчаниками, угленосными сланцами и другими породами озеро-хованского, турнейского, визейского, намюрского и вирейского ярусов [165].

В юрском и меловом периодах происходило погружение земной коры, и почти вся территория области оказалась затопленной морем. Длительное время здесь накапливались остатки микроорганизмов с известковыми скелетами (фораминифер, кокколитофор) – основной материал для формирования мела и мергеля, поэтому на территории области сосредоточены огромные их запасы. Меловые отложения представлены нижнемеловыми песками, глинами, песчаниками. Верхнемеловые отложения сеноманского и туронского ярусов и сантонского надъяруса представлены песками, мергелями, опоковидными песчаниками и писчим мелом [165].

Палеогеновые отложения представлены преимущественно песками, песчаниками, глинами каневской, бучакской, киевской, харьковской и полтавской свит. Неогеновые отложения ламкинской, усманской и кривоборской свит представлены в основном различными песками и глинами [151].

Четвертичные отложения, в основном пески, глины и суглинки делятся на доледниковые, послеледниковые флювиогляциальные, моренные, надморенные древнеаллювиальные и флювиогляциальные отложения террас, покровные и современные четвертичные отложения [165].

Особенности геологического строения серьезно влияют на специфику сооружаемых на данной территории полигонов ТБО. При этом большое значение имеет водопроницаемость рельефообразующих пород. (рис. 2.1).

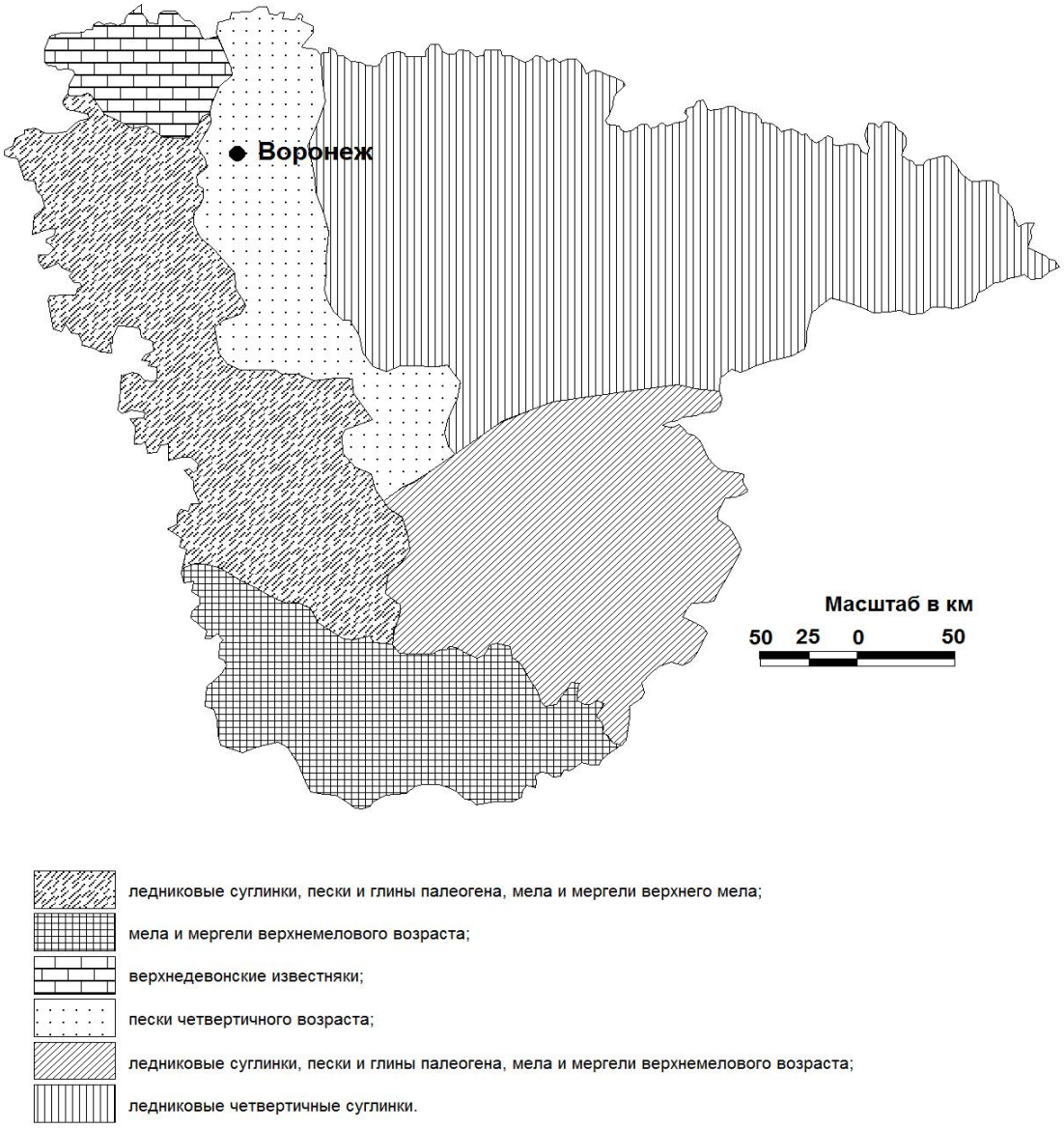


Рис. 2.1. Характер рельефообразующих пород в Воронежской области [149]

Наибольшая водопроницаемость пород, определяемая по величине фильтрации атмосферных осадков, в процентах от выпавших осадков

наблюдается в районах с преобладанием карбонатных пород – Семилукском (9%), Нижнедевицком, Хохольском (8%), Петропавловском, Подгоренском Верхнемамонском (7%), или с преобладанием песков – Новоусманском (7,7) районах. Минимальные значения – 2% – в районах с преобладанием четвертичных тяжёлых суглинков и глин – в Аннинском, Верхнехавском, Панинском, Терновском, Эртильском районах – на северо-востоке области [149]. По данным В.М. Смольянинова, на северо-востоке области наблюдается хорошая геологическая защищенность подземных вод, на юго-востоке – недостаточная, на юге – плохая, а на северо-западе – очень плохая [151].

Геологическое строение территории оказывает существенное влияние на особенности рельефа поверхности и современное рельефообразование, распределение и особенности формирования почв.

Наиболее крупными формами рельефа Воронежской области являются: Среднерусская и Калачская возвышенности, а также Окско-Донская низменность. Абсолютные высоты на возвышенностях – Калачской и Среднерусской не превышают 240-250 м, а абсолютные высоты водоразделов на Окско-Донской низменности колеблются в районе 170-180 м, колебания относительных высот сравнительно невелики. В настоящее время на Окско-Донской низменности наблюдаются тектонические опускания земной коры со скоростью 0-2 мм/год. В то же время участки возвышенностей поднимаются со скоростью до 4 мм/год [10].

Современные мезо-, микро- и наноформы рельефа области связаны с флювиальными, оползневыми, карстовыми, эоловыми, суффозионными, биогенными и антропогенными рельефообразующими факторами.

Флювиальные формы рельефа наиболее распространены в области. Они представлены речными долинами, балками, оврагами, промоинами, рытвинами, эрозионными бороздами и т.д. Флювиальные формы рельефа активно развиваются на возвышенностях Среднерусской и Калачской, а на Окско-Донской низменности процессы водной эрозии в значительной степени

ослаблены. Здесь отмечается меньшая глубина долин рек, относительно мало оврагов, а балки и ложбины придают рельефу волнистый характер. Междуречья представляют собой относительно ровные поверхности – водоразделы. Поверхность междуречий в основном сложена суглинками, лёссовидными и моренными, на которых сформировались плодородные черноземные почвы.

В области много речных долин, крупнейшими из которых являются долины Дона, и его притоков: Воронежа, Битюга, Хопра. Для рек области в основном характерна асимметрия склонов долин. При этом правый склон долин зачастую крутой, а левый сравнительно пологий и широкий, с двумя-тремя аллювиальными террасами, размещение полигонов ТБО на которых крайне нежелательно из-за особенностей гидрогеологического строения. Долины крупных рек имеют хорошо развитые, широкие поймы. В зависимости от конкретных условий здесь происходит либо размыв, либо аккумуляция осадков. На широких поймах обычно преобладают аккумулятивные процессы, что приводит к выравниванию пойменных земель. Там, где пойма сужена, наблюдается размыв земель за счет увеличения скорости весеннего стока.

В области существует множество оврагов и балок. Овраги образуются на крутых склонах долин и балок под воздействием весеннего стока или после летних дождей. Поверхностные воды, стекающие в виде временных водотоков, формируют небольшие промоины и рытвины, которые в дальнейшем могут становиться оврагами с обнаженными склонами, узким дном, со следами свежего размыва. Признаками действующего оврага являются эрозионные промоины в его вершине, на склонах или на дне. Овраги уничтожают плодородные почвы, затрудняют обработку земель сельскохозяйственными машинами, препятствуют строительству домов, дорог и т.д. Существуют различные способы борьбы с ними, к сожалению не всегда действенные. Одним из них является засыпка вершин и склонов растущих оврагов мусором, что фактически превращает их несанкционированные свалки. Учитывая, что

засыпки производятся бытовым, крупногабаритным или строительным мусором, нередко содержащим токсичные вещества, такой способ борьбы с оврагами обычно приводит к загрязнению почв и водоемов, в которые попадает вода, прошедшая через овраг. Кроме того, многие овраги и балки уже давно используются местным населением в качестве несанкционированных или санкционированных свалок или полигонов ТБО безотносительно к процессу борьбы с оврагами. Например, в балке размещается полигон ТБО г. Россошь, а склоны оврага являются границей полигона ТБО г. Лиски. Многие планируемые и существующие полигоны ТБО Воронежской области зачастую нуждаются в противоэрозионной защите.

Балки, образовавшиеся на месте старых заросших оврагов или ложбин, широко распространены на территории Воронежской области. Их густота местами достигает 1,8 км/км^2. Балки похожи на овраги, но имеют более пологие склоны и плоское, заросшее растительностью дно в устьевой части [149].

Если линейные понижения имеют очень пологие склоны (менее 3°), то их называют лощинами или ложбинами. На таких склонах движение поверхностного стока замедлено и вынос частиц почв и грунтов затруднен, эрозионные процессы хотя и присутствуют, развиваются слабо.

Карстовые формы рельефа получили распространение на Среднерусской и Калачской возвышенностях из-за наличия здесь мощной толщи мело-мергельных пород на юге и известняков – на северо-западе области [110, 111]. Они преимущественно представлены карстовыми воронками и котловинами. Складирование ТБО в районах развития такого рельефа может привести к загрязнению подземных вод стоками с полигонов.

Суффозия с образованием просадочных суффозионных западин в наибольшей степени характерна для водоразделов Окско-Донской низменности и некоторых речных террас Среднерусской возвышенности. Обычно районы ее распространения имеют плоский рельеф и хорошую защищенность подземных вод, но с другой стороны здесь обычно близко к поверхности встречается

верховодка, которая активно загрязняется стоками от складируемого мусора. Так, например, загрязнение верховодки происходит от санкционированной свалки ТБО в р.п. Панино, начиная с 1990-х гг.

Оползневые формы рельефа на изучаемой территории повсеместно приурочены к склонам речных долин, балок и оврагов. В результате значительные массы грунтов сползают в балки и речные долины. При создании новых полигонов ТБО необходимо тщательно избегать оползнеопасных мест.

Эоловые формы рельефа, имеющие очень ограниченную площадь распространения, образуются при перевевании песков в основном в речных долинах [173].

Биогенные формы рельефа имеют небольшие размеры и представлены норами, бобровыми плотинами, сурчинами, муравейниками и пр.

Антропогенный рельеф представлен карьерами, насыпями и выемками различных типов, плотинами прудов и водохранилищ и пр. В последние годы в области появилась тенденция использования заброшенных карьеров в качестве своеобразных полигонов ТБО. Так, мусор активно складируется в карьерах в окрестностях г. Семилуки, ставших крупнейшими в области полигонами ТБО, а несанкционированные свалки можно обнаружить практически во всех отработанных карьерах области.

Таким образом, рельеф Воронежской области неоднороден. На Среднерусской и Калачской возвышенностях, где отмечается наибольшее долинно-балочное расчленение территории, самая большая глубина речных долин и крутизна склонов, существует наибольшая опасность возникновения процессов смыва почв и образования оврагов. На Окско-Донской низменности равнинным характером рельефа определяется значительно меньшая возможность развития почвенно-эрозионных процессов [14]. Процесс рельефообразования происходит и в настоящее время. Так, долина р. Дон постепенно перемещается на запад, не прекращаются процессы образования эрозионных промоин и оврагов (на Среднерусской и Калачской

возвышенностях более активно, чем на Окско-Донской низменности), карстовых воронок, суффозионных западин, оползней и т.д. В последние годы многие процессы рельефообразования усилились вследствие влияния человека. Значительная часть современных промоин и оврагов возникла после распашки территории. На большинстве малых рек наблюдается усиленное отложение наносов в основном в связи с деятельностью овражно-балочной сети.

2.2. Климат

Климатические условия Воронежской области определяются ее положением в умеренном климатическом поясе между 49° и 52° с.ш. Величина суммарной солнечной радиации – 1500-1600 МДж/м^2. Годовой радиационный баланс положительный. Минимальный месячный радиационный баланс в январе – 17-21 МДж/м^2, максимальный – в июне – 318-327 МДж/м^2 [163]. В границах области изменения климатических условий в основном происходят с северо-запада на юго-восток.

Климат региона умеренно-континентальный с относительно жарким летом и умеренно-холодной продолжительной зимой. Он формируется под влиянием умеренных, арктических и тропических воздушных масс. Регион расположен в умеренном климатическом поясе, и как следствие почти круглогодично здесь господствует умеренный воздух, поступающий с западно-восточным переносом. По этой причине нежелательно размещать полигоны ТБО к западу от населенных пунктов, т.к. в случае их возгорания отрицательный эффект будет выше. Нередко бывают вторжения умеренного континентального воздуха из центральных районов Азии. Иногда наблюдаются вторжения арктической (зимой или весной) или тропической воздушной массы (летом). Район хорошо обеспечен теплом, но средне обеспечен влагой. Здесь нередко бывают засухи. Сезоны года выражены довольно резко. Средняя температура января – -9-10°С , июля +20-21°С; среднегодовая температура изменяется по области от +5,0°С на севере, до 6,5°С на юге. Средний

абсолютный максимум температур +34-36° С , минимум -27-31° С [10]. Теплый период, т.е. период с положительной средней суточной температурой, длится от 220 до 237 дней [10]. Такие термические особенности определяют активную микробиологическую деятельность в теплый период и, следовательно, возможность разложения органических отходов на полигонах ТБО большую часть года.

Количество осадков на территории области, уменьшается в целом с северо-запада на юго-восток и восток от 550 мм до 450 мм и менее [10]. Исключение составляют западные склоны Калачской возвышенности, где выпадает более 550 мм. Около 70 % выпадающих осадков приходится на теплый период года с мая по сентябрь, подавляюще большая их часть поступает с Атлантического океана за счет западно-восточного переноса. ГКО необходимо учитывать при расчете количества фильтрата, образующегося на полигонах [163].

Зимой в области преимущественно господствуют юго-восточные и юго-западные ветры, нередко устанавливается сухая морозная погода. Проникновение холодного арктического воздуха со стороны Западной Сибири и Северного Ледовитого океана вызывает снижение температуры до -38°С. Оттепели и осадки, выпадающие преимущественно в виде снега, связанны с циклонами, приходящими со стороны Атлантического океана.

Климат области формируется под воздействием глобальных факторов, региональных особенностей и хозяйственной деятельности человека. [111].

На холодный период приходится около 30-35% ГКО. Устойчивый снежный покров устанавливается в середине декабря (13-15 декабря) [163]. Снег держится в среднем 115 дней. При этом высота снежного покрова в конце зимы 16-20 см на юге области, 19-30 см на севере. Средняя глубина промерзания почвы – 64 см [3]. Характерной чертой климата области является его неустойчивость. Зимние оттепели, особенно на ее юге, вызывают сход снежного покрова и увеличивают водность рек, а возвращающиеся за

оттепелью холода могут привести к вымерзанию озимых. В летнее время после продолжительных ливней, как, например, летом 2012 г., уровень воды в реках также повышается.

Таким образом, специфика климата области оказывает воздействие на особенности сооружения здесь полигонов ТБО. Весеннее снеготаяние и летние ливни могут способствовать распространению загрязняющих веществ с талыми и дождевыми водами на значительные расстояния от полигона. Как следствие, возникает необходимость строительства дополнительных защитных сооружений, например водоотводных канав, не пропускающих поверхностный сток на полигон. Роза ветров с преобладанием западных должна учитываться при размещении полигонов относительно населенных пунктов. В случае сжигания мусора или его случайного возгорания вероятность распространения задымления на жилые кварталы должна быть как можно ниже.

2.3. Гидролого-гидрогеологические условия

Воронежская область располагается в зоне с недостаточным увлажнениием, что непосредственно влияет на ее подземные и поверхностные воды. Территория имеет достаточно разветвленную речную сеть, которая относится к бассейну реки Дон. Истоками рек часть являются выходы подземных вод – ключи (родники). Долины рек обычно широкие, пойменные, слабоизвилистые, часто асимметричные; правобережные склоны в основном крутые. Левобережные склоны преимущественно низкие, пологие с террасами и широкой поймой.

По данным А. Г. Курдова, по территории Воронежской области протекает 829 рек, из которых длину более 10 км имеют 233 [101]. Водный режим рек области отличается весенним половодьем, продолжительностью 30-60 дней. Интенсивность его определяется многими факторами поступлением солнечной радиации, мощностью снежного покрова, количеством осадков, выпадающих на водосбор за время половодья, величиной испарения в этот период, глубиной

промерзания, условиями в которых установился снежный покров, геоморфологическими особенностями бассейна и другими стокорегулирующими факторами. Реки вскрываются ото льда обычно с 25 марта по 5 апреля, ледоход продолжается от 1-3 до 3-10 дней [100, 101].

Основной источник питания рек – снеговое, также присутствуют дождевое и подземное. За время весеннего половодья, продолжительность которого в области составляет от 35 дней на западе до 20-22 на востоке и юго-востоке [146], в поверхностные водотоки попадает до 70-80% их годового стока. Величина стока уменьшается к летней межени, когда главными видами питания рек становятся дождевое и подземное. В это время могут наблюдаться летние паводки, приводящие к кратковременному, обычно незначительному подъему уровня воды в реках, увеличению ее мутности. В отдельные годы паводки могут существенно поднимать уровень воды в реке. Так, например, выше обычного наблюдался уровень воды летом 2012 г в Дону, Битюге, Усманке и других реках области. Осенью обычно отмечается небольшой подъем уровня воды в реках, питание дождевое и подземное. На летне-осеннее время приходится 15-20% годового стока [100, 101]. В зимнее время для рек характерен второй меженный период с большим, чем летом уменьшением водности, питание почти исключительно подземное. На зимний период приходится 5-10% годового стока. Режим рек может несколько изменяться в теплые зимы с неустойчивым снежным покровом [100].

Густота речной сети на Среднерусской возвышенности от 0,28 км/км^2 на севере до 0,16 км/км^2 на юге, на Калачской возвышенности 0,10 км/км^2, на Окско-Донской низменности – 0,26-0,28 км/км^2 [101]. Модуль стока изменяется с севера на юг от 2 л/сек•км^2 до 1,6 л/сек•км^2. Средние расходы большинства рек области в летние месяцы составляют 1-5 м^3/сек. Лишь реки Дон и Воронеж имеют большие расходы (соответственно 51 и 13 м^3/сек соответственно) [101].

На территории области много искусственных водоемов – прудов и водохранилищ, сооружаемых в балках и в долинах реках. На водоразделах

встречаются небольшие озера карстового или суффозионного происхождения. Для восполнения летнего недостатка воды пруды и водохранилища в области начали строить еще в 19 веке. Первые пруды сооружались под руководством В.В. Докучаева. При благоприятных гидрогеологических условиях пруды строятся в балках, в ложбинах, на малых речках.

Крупнейшим искусственным водоемом области в наши дни является сооруженное в 1972 г. Воронежское водохранилище, вытянутое с севера на юг на 35 км. Объем воды в нем около 204 млн. $м^3$, средняя ширина 2 км, средняя глубина 2,9 м, площадь зеркала воды при нормальном подпорном горизонте 70 $км^2$ [113, 114]. Пруды и водохранилища значительно влияют на сток. Они фильтруют воду, поддерживают запасы подземных вод.

Грунтовые воды в основном залегают от поверхности на глубине 5-20 м. В некоторых местах, чаще всего это наблюдается на Окско-Донской низменности, водоносный горизонт располагается близко к поверхности (1,5-2 м), из-за чего в замкнутых понижениях происходит переувлажнение земель и заболачивание.

Особенности местной гидрографической сети и подземных вод необходимо учитывать при проектировании и строительстве полигонов ТБО. Близко расположенная к поверхности верховодка весной может загрязняться, соединяться с поверхностными водами на территории полигона, как например, происходит на санкционированной свалке р.п. Панино. Следует исключить складирование мусора на речных поймах, которые могут затапливаться во время половодий.

2.4. Почвенный покров

Одним из главнейших природным богатств Воронежской области являются ее плодородные черноземные почвы. Это наиболее характерные почвы нашей области, занимающие около 80% территории [4]. В области

распространены оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные черноземы (рис. 2.2).

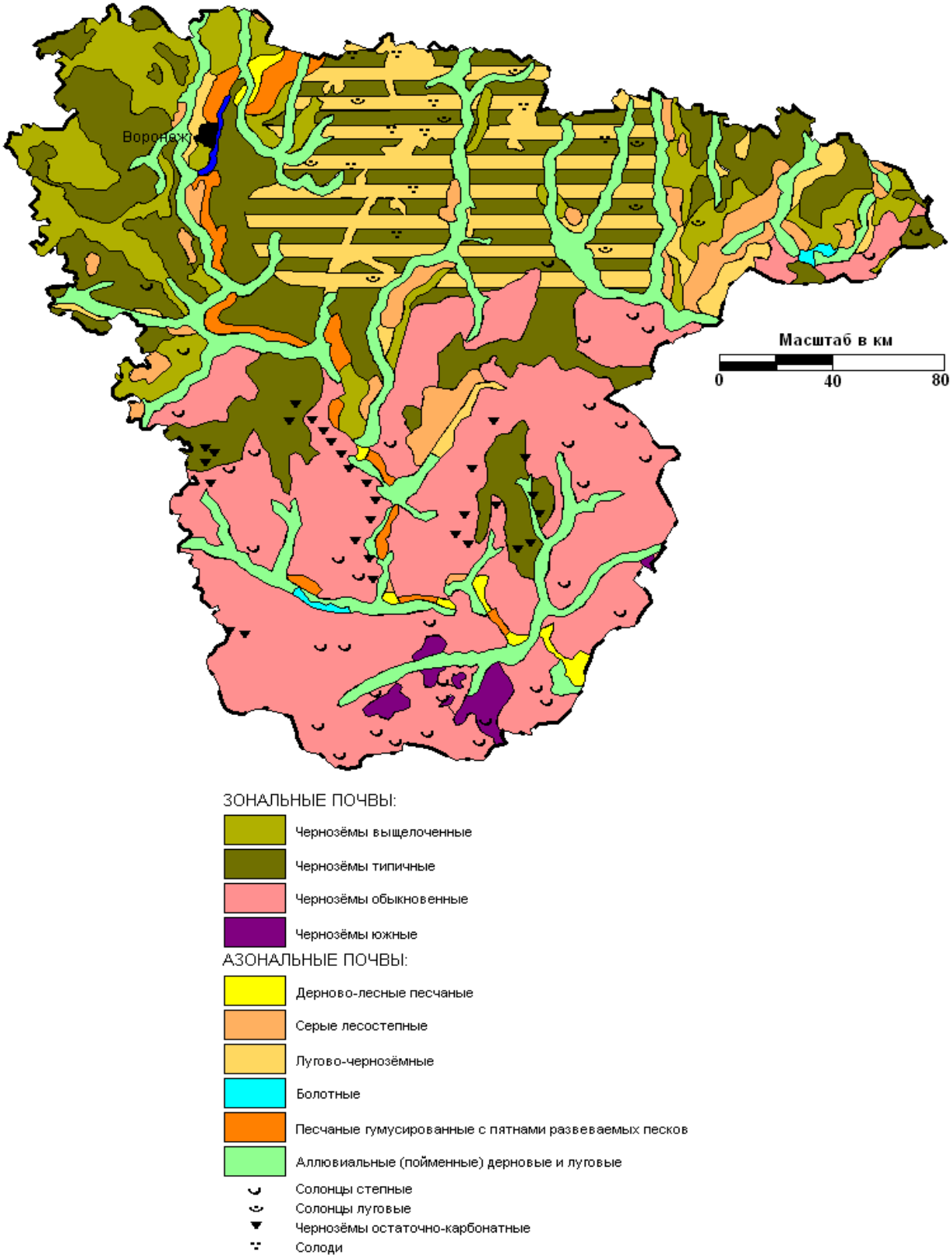


Рис. 2.2. Почвы Воронежской области [10]

Черноземные почвы могут существенно отличаться между собой мощностью гумусового горизонта, богатством минеральными веществами, содержанием гумуса, плодородием.

При движении с севера на юг в области изменяются условия увлажнения и характер растительного покрова, поэтому в том же направлении изменяются подтипы черноземных почв.

Черноземы выщелоченные встречаются на севере и северо-западе Воронежской области, занимая 16% от площади ее черноземов. В этой почве обнаруживаются признаки вымывания из гумусового горизонта кальция, который накапливается в почвообразующих породах. Выщелоченные черноземы формируются на степных участках, занятых затем лесной растительностью, которая изменяет физико-химические свойства черноземов. В результате удаления из почвы растворимых солей и гумуса эти почвы становятся менее плодородными. Мощность гумусового горизонта обычно не более 60-80 см. Содержание гумуса – от 5,2 до 6% (450 т/га). Этот подтип чернозёмов не образует сплошной полосы, а встречается отдельными участками среди типичных черноземов. Распространены эти почвы преимущественно на Окско-Донской низменности в комплексе с типичными черноземами и лугово-черноземными почвами, а также на севере Среднерусской возвышенности, в комплексе с типичными черноземами.

Наилучшие условия для образования черноземов складываются в северной части области. Здесь преобладают **типичные черноземы**, которые занимают около 35% площади сельхозугодий области [87]. Это самые богатые по запасам гумуса черноземы – мощность гумусового горизонта в них может достигать 1 м и более. Содержание гумуса в верхних слоях около 7-10%, а запасы его в метровом слое почвы на одном гектаре – 470-560 т. Эти почвы распространены на Окско-Донской низменности, и в северной и центральной частях Среднерусской возвышенности. На юге Воронежской области они встречаются отдельными массивами.

Обыкновенные черноземы – типичные почвы степной зоны. Климат их полосы распространения характеризуется недостаточностью увлажнения ($К_{увл.}$ = 0,8-0,7).

Рельеф юга области сильно расчленен, поэтому эти почвы здесь активно смываются и эродируют. Обыкновенные черноземы менее плодородны чем типичные, гумусовый горизонт 60-70 см, гумуса 4,5-5,3% (425 т/га). Почвы распространены в основном в южной части области, хотя небольшие их участки встречаются на севере и востоке. Они занимают до 32% площади сельхозугодий.

Черноземы южные образовались в условиях теплого, сравнительно засушливого климата ($К_{увл}$= 0,7-0,6). Поэтому растительность здесь относительно бедная. Южные черноземы – подтип черноземов, не обеспечивающий полностью потребности сельхозкультур азотом и фосфором. Мощность гумусового горизонта в черноземах южных около 40 см, а гумуса 4-4,8% (312 т/га). Эти почвы занимают лишь около 1,2% площади сельскохозяйственных угодий и встречаются на юге Среднерусской области [111].

На плохо дренированной Окско-Донской низменности черноземы часто находятся в комплексе с лугово-черноземными почвами. Формирование их происходит в местах неглубокого залегания грунтовых вод (3-5 м) и повышенного поверхностного увлажнения [11, 12]. Если грунтовые воды залегают еще ближе к поверхности – на глубине около 1-3 м – формируются черноземно-луговые почвы. По мощности гумусового горизонта и содержанию гумуса (до 8-10%) лугово-черноземные почвы превосходят черноземы, а средние запасы гумуса в метровой толще их, по исследованиям Б.П. Ахтырцева, достигают рекордной для почв Воронежской области цифры – 600-700 т/га [13].

Урожаи сельскохозяйственных культур на этих почвах отличаются устойчивостью, посевы на них меньше страдают от летних засух, но могут вымокать во влажные годы.

На юге области многие склоны долин и балок имеют светло-серый и белый цвет из-за выходов на поверхность мело-мергельных пород. Здесь, на склонах доли и балок, встречаются остаточно-карбонатные черноземы, с укороченным почвенным профилем, небольшими запасами гумуса и очень высоким содержанием $CaCO_3$.

Отдельными пятнами в Воронежской области встречаются ***засоленные почвы*** – солоди, солонцы и солончаки. Они обычны в переувлажненных степных западинах с лугово-болотной и древесно-кустарниковой растительностью. Кроме западинных комплексов, солонцы и солонцеватые черноземы встречаются по склонам балок и долин и на ровных междуречных плато. Засоление происходит из-за соленосных материнских пород. Плодородие засоленных почв низкое, они нуждаются в мелиорации.

Под участками широколиственных лесов встречаются ***серые лесные (лесостепные) почвы***. Они сформировались из черноземов на которых поселилась лесная растительность. Эти почвы сравнительно бедны гумусом по сравнению с черноземами, что объясняется повышенным увлажнением леса, при котором происходит энергичное и глубокое промывание почвы. Это не способствующее накоплению гумуса в верхних горизонтах почвы. Серые лесные почвы содержат 1-6% гумуса (175 т/га), поэтому они менее плодородны, чем черноземы. Кроме перечисленных в области встречаются аллювиальные дерновые, песчаные и заболоченные почвы.

Неоднородность природных условий, а, следовательно, и факторов почвообразования обусловило разнообразие почвенного покрова в пределах Воронежской области (рис. 2.2). Процесс почвообразования очень длителен по времени, на формирование современного почвенного покрова понадобилось несколько тысяч лет. По этой причине при проведении любых строительных

работ, а также при складировании отходов плодородный слой следует предварительно удалять и сохранять. Полигоны ТБО не должны загрязнять почвы в районе своей эксплуатации.

2.5. Растительный покров

Воронежская область расположена в двух природных зонах: лесостепной и степной. Для территории области ранее были характерны дубравы, на водоразделах (нагорные) и в балках (байрачные), и разнотравные степи; для юга области – злаковые степи. Под влиянием хозяйственной деятельности человека растительный покров сильно деградировал: участки степи были распаханы и на их месте произрастают агрофитоценозы, большинство лесов вырублено, что привело, в том числе, к почвенной эрозии и обмелению рек.

Всего в области произрастает 1932 вида высших растений, более 60 из них реликтовые. Многие растения наделены пищевыми, медоносными, лекарственными, декоративными и другими полезными свойствами [94].

В наши дни леса занимают около 8,5% территории области, в т.ч. не менее 1/3 – это искусственные лесонасаждения [173]. 200-300 лет назад площадь лесов была не менее 30-50%, а облесенность в целом по Центральному Черноземью до XVII в. была около 57% [121]. Такое уменьшение облесенности связано с вырубками и распашкой.

В настоящее время более половины сохранившихся лесов относятся к дубравам (54,2%), наиболее ценным лесам области. Они высокопродуктивные, многоярусные и долгоживущие. Самые крупные из дубрав Воронежской области – Теллермановский лес (27000 га) по правобережью рек Хопра и Вороны между городами Новохоперск и Борисоглебск, и Шипов лес (30000 га) располагается между городами Бутурлиновка и Павловск – по правобережью р. Осередь. Все дубравы области многоярусные. Первый ярус представлен обычно дубом и ясенем, реже липой. Во втором ярусе растут клен остролистный, липа, ясень, береза, осина, вяз. Третий ярус в основном состоит из низкорослых деревьев –

яблони, груши, черемухи, клена татарского. Еще ниже находится кустарниковый подлесок из лещины, бересклетов европейского и бородавчатого, крушины, а в южных районах области – жимолости, терна, вишни степной. Травяной покров образует несколько ярусов. Он состоит из дубравного широкотравья: сныти, купены, медуницы и типичных стелющихся видов: вербейника монетчатого, копытеня европейского, будры плющевидной [122, 129, 134].

Сосновые боры занимают около 25% лесов области. Среди них преобладают боры на песчаных речных террасах (1-3). Крупнейшие боры – Усманский и Хреновской. Первый находится по левобережью рек Усмань и Воронеж, второй – по левобережью р. Битюг. Большая часть современных боров области имеет искусственное происхождение. В последние годы, в т.ч. за счет недостаточного ухода, многие из них страдают от пожаров, особенно крупных летом 2010 года, когда в области сгорело около 20 тыс. га леса (по данным Управления Роспотребнадзора по Воронежской области).

На месте многих современных полей 200-300 лет назад были степи. Сейчас они почти не сохранились. По геоботаническим данным, на территории Воронежской области степи были разнотравными и злаковыми. Разнотравные степи ранее встречались на водоразделах лесостепи, а злаковые – степи.

Для разнотравных степей характерны лапчатки, шалфеи, колокольчики, проломник, незабудка, крестовник и некоторые злаки, не образующие плотных дерновин – мятлик, тимофеевка и др., для злаковых степей – костер, типчак, ковыли [173].

Кроме степей, на водоразделах и в поймах распространены луга. Это лучшие естественные кормовые угодья. В области насчитывается более 200 видов луговых растений. В составе растительного покрова лугов много степных, лесных, болотных и сорных растений.

В наши дни естественная растительность в основном замещена сельскохозяйственной. Площадь сельскохозяйственных угодий в области

составляет 76%, из них 72,5% занято пашней. К настоящему времени значительную часть от лесных массивов области составляют искусственные насаждения, высаженные, в том числе, и вокруг полигонов ТБО. Сохранившиеся леса в основном представлены дубравами и борами.

Воронежская область, расположенная на Восточно-Европейской равнине, отличается равнинным рельефом, преобладанием различных осадочных пород в геологическом строении и умеренно-континентальным климатом. Она, в целом, достаточно обеспечена водными ресурсами, однако при увеличении численности населения, развитии промышленности, увеличении площади орошаемых земель может возникнуть дефицит этих ресурсов. В почвенном покрове преобладают черноземы разных типов. Естественные растительные формации в основном уничтожены и замещены сельхозугодиями.

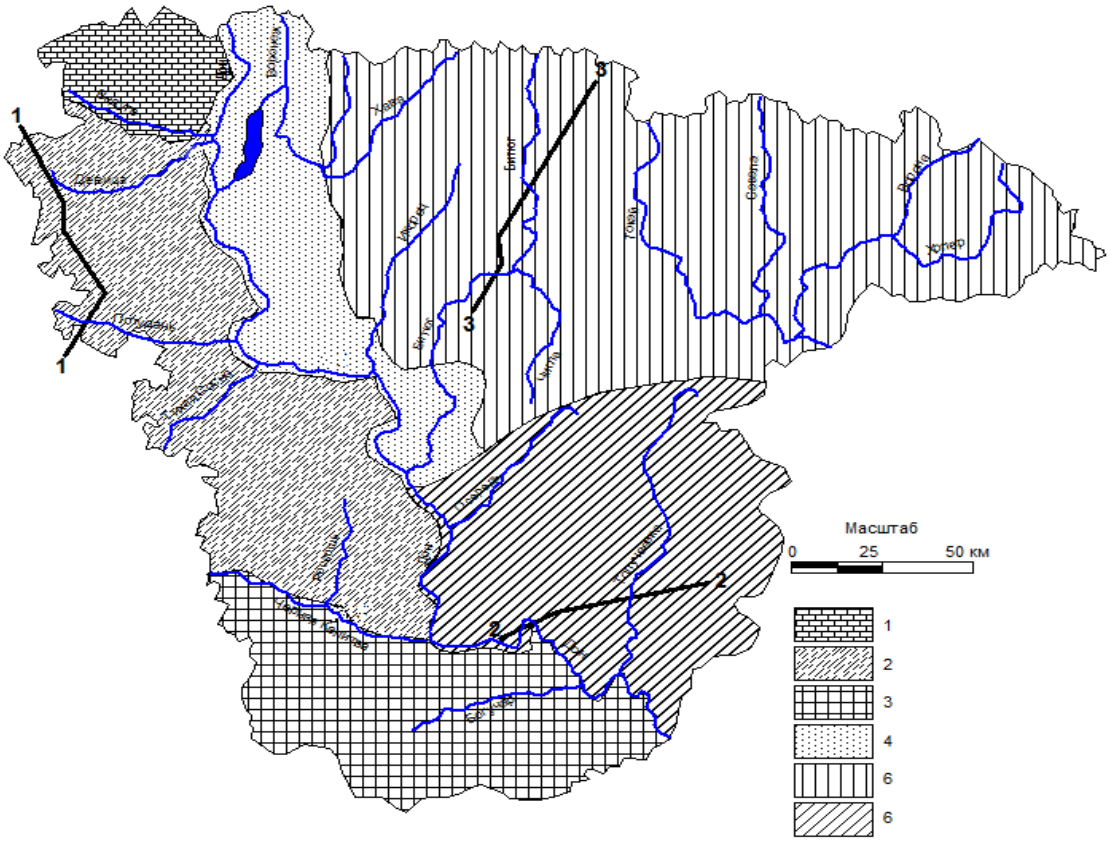
2.6. Природно-ландшафтное районирование территории Воронежской области с учетом особенностей проектирования полигонов ТБО

Анализ природно-ландшафтных условий Воронежской области позволил выделить 6 регионов с различными условиями размещения полигонов ТБО (рис. 2.3, табл.2.1).

1. **Северо-западный район** располагается на Среднерусской возвышенности. Это возвышенная и в разной степени расчлененная равнина. Водоразделы нередко имеют плоскую форму. Речные долины обычно узкие и глубоко врезанные, пойма и надпойменные террасы развиты слабо в связи с большой плотностью преобладающих здесь карстующихся верхнедевонских известняков. Такое геологическое строение требует дополнительных мер по защите основания полигона от разрушения.

Густая овражно-балочная сеть, возникшая за счет водной эрозии, также осложняет строительство. Ширина конкретных балок невелика – 15-50 м, они в основном имеют каньонообразную форму. В этом районе выпадает максимальное для области количество осадков, что приводит повышенному накоплению фильтрата. Среди почв преобладают серые лесные и оподзоленные

черноземы.



1. Северо-западный район (верхнедевонские известняки); 2. Западный район (пески, глины и суглинки палеогена, мела верхнемелового возраста); 3. Южный район (мела верхнемелового возраста); 4. Центральный район (пески древнеаллювиальные четвертичного возраста); 5. Северо-восточный район (ледниковые четвертичные суглинки); 6. Юго-восточный район (ледниковые суглинки, пески и глины палеогена, мела верхнемелового возраста). 1-1, 2-2, 3-3 расположение геологических разрезов (рис. 2.4, 2.5, 2.6)

Рис. 2.3. Природно-ландшафтное районирование территории Воронежской области с учетом особенностей проектирования полигонов ТБО [151].

Таблица 2.1

Характеристика районов по условиям строительства и эксплуатации полигонов ТБО в Воронежской области

Районы	**Рельефообразующие породы**	**ГТК**	**Водопроницаемость пород, % атм. осадков**	**Долинно-балочное расчленение км/км^2**	**Площадь балочной сети, км^2**
Северо-западный	Верхнедевонские известняки	1,1	9,0	1,2	110,4

Продолжение табл.2.1

Западный	Пески и глины палеогена; карбонатные породы верхнемелового возраста	1,0	8,0	1,5	792,0
Южный	Мела и мергели верхнемелового возраста	0,9	7,7	0,9	1008,0
Центральный	Четвертичные древнеаллювиальные пески	1,0	7,8	0,5	62,5
Северо-восточный	Четвертичные ледниковые суглинки	0,7	2,4	0,5	625,0
Юго-восточный	Ледниковые суглинки; пески и глины палеогена; мела верхнемелового возраста	0,8	7,7	1,2	513,6

2. **Западный район** (Среднерусская возвышенность) напоминает предыдущий район. Среди рельефообразующих пород преобладают пески, глины и суглинки палеогена, мела и мергели верхнемелового возраста (рис. 2.4).

Наличие карбонатных пород среди рельефообразующих требует дополнительной защиты основания полигона. В районе сравнительно густая гидрографическая сеть. Долины рек имеют значительные врезы и ширину до 2 км, они хорошо разработаны и слабо ассиметричны. Главным базисом эрозии для района является р. Дон, что приводит к весьма высокой расчленённости рельефа оврагами и балками (табл. 2.1).

На севере – в бассейне р. Девица, где близко к поверхности залегают пески сеноманского и альбского возраста, балки глубокие, их ширина в среднем 40-50 м. Балки по Потудани и Тихой Сосне, сформированные в меловых породах имеют небольшую длину и циркообразную форму. На юге района балки хорошо разработанные, с широким дном. Помимо флювиальных процессов активен меловой карст. В районе преимущественно распространены чернозёмы выщелоченные, типичные и обыкновенные.

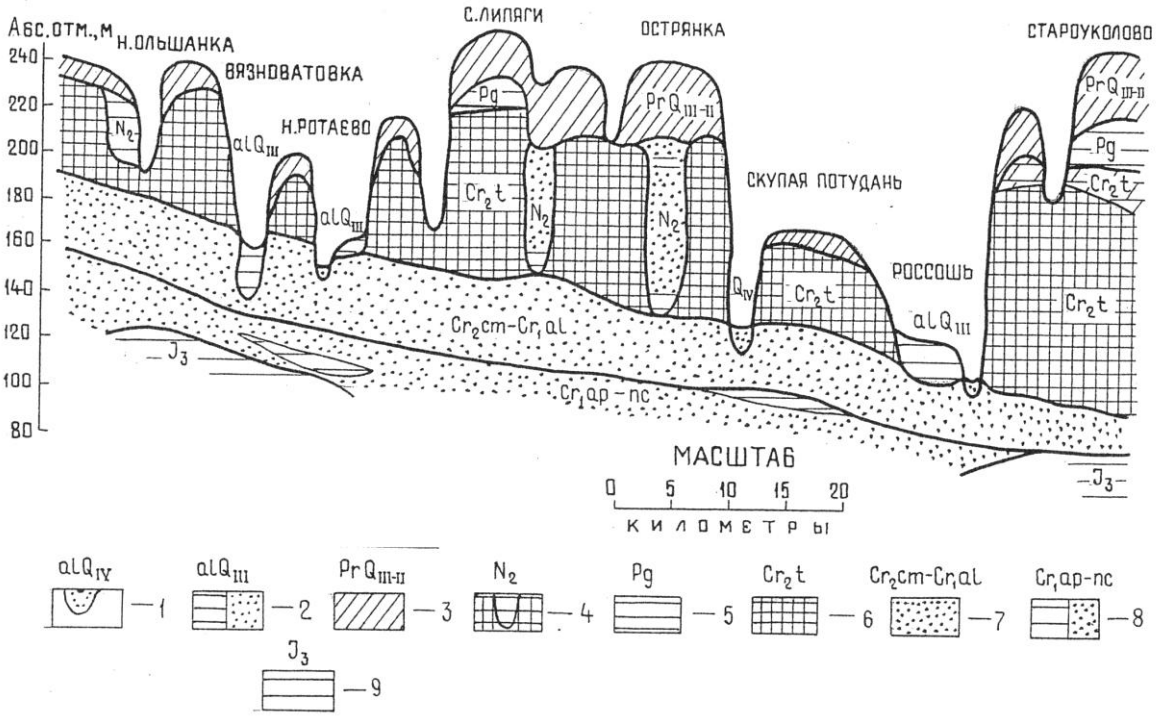


Рис. 2.4. Геологический разрез по линии 1-1.

Отложения: 1 – четвертичные аллювиальные пески и глины; 2 – четвертичные древнеаллювиальные пески и глины; 3 – четвертичные делювиальные и ледниковые суглинки; 4 – неогеновые отложения в карсте – глины и пески; 5 – палеогеновые глины; 6 – верхнемеловые меловые отложения туронского яруса; 7 – верхне-нижнемеловые сеноман-альбские пески; 8 – нижнемеловые апт-неокомские глины и пески; 9 – верхнеюрские глины [151].

3. **Южный район** также располагается на Среднерусской возвышенности. Рельеф района представляет собой сильно расчлененную волнистую равнину. Нередко встречаются водоразделы-останцы, сложенные палеогеновыми породами. Речные долины имеют относительно большую ширину.

Густота балочной сети в среднем по району составляет 0,9 км/км^2, редко до 1,2 км/км^2. Густота оврагов до 1,4 км/км^2. Балки обычно широкие, с днищем до 100-200 м, на склонах многочисленные оползни. Постоянные водотоки, формирующиеся за счет дренирования верхнего водоносного горизонта, имеются в низовьях балок. Среди рельефообразующих пород здесь преобладают водопроницаемые мело-мергельные породы верхнемелового возраста (рис. 2.5).

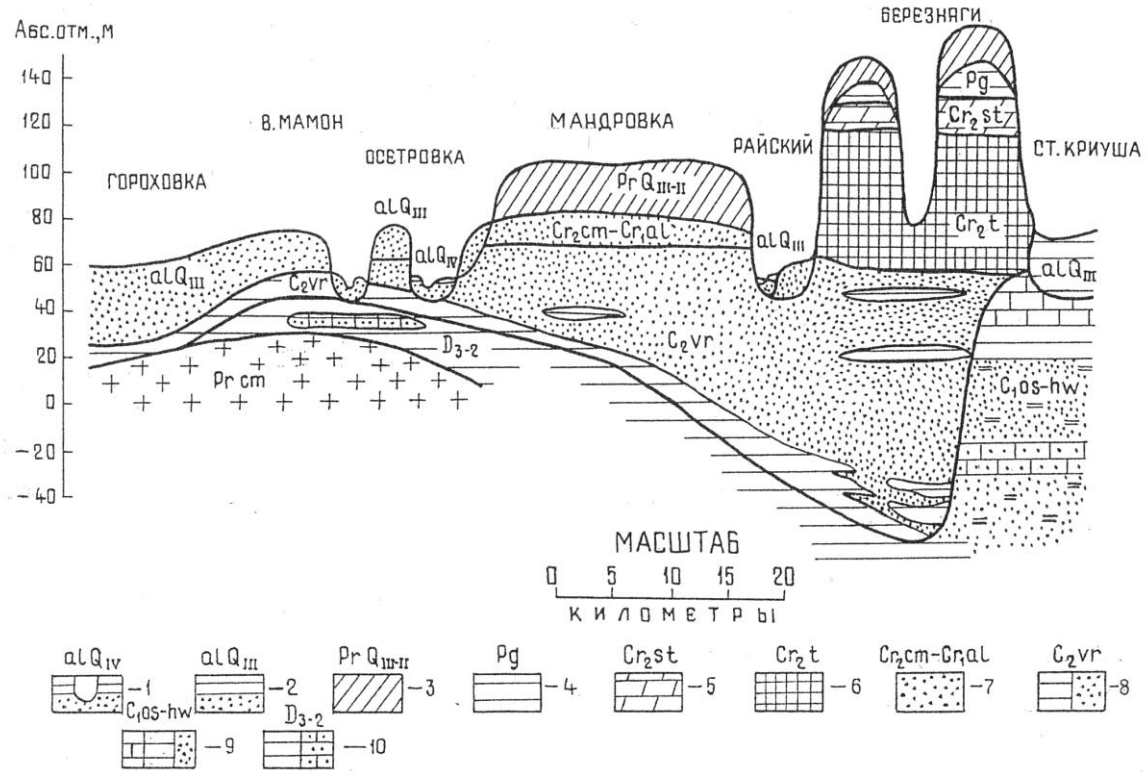


Рис. 2.5. Геологический разрез по линии 2-2.
Отложения: 1 – четвертичные аллювиальные пески и глины; 2 – четвертичные древнеаллювиальные пески и глины; 3 – четвертичные суглинки; 4 – палеогеновые глины; 5 – верхнемеловые сантонские мергели; 6 – верхнемеловые туронские мела; 7 – нижнемеловые сеноман-альбские пески; 8 – среднекаменноугольные верейские глины и пески; 9 – нижнекаменноугольные озерско-хованские известняки, глины и пески; 10 – средне-верхнедевонские глины и песчаники [151].

На водоразделах эти породы прикрываются отложениями палеогена – глауконитовыми песками, глинами. Из четвертичных отложений распространены покровные суглинки, имеющие элювиальное происхождение; по склонам балок развиты делювиальные суглинки. Также как предыдущие этот район характеризуется значительной густотой овражно-балочной сети, развитием карста. Относительно невелико ГКО, что уменьшает количество образующегося на полигонах фильтрата. Среди почв преобладают черноземы – обыкновенные, южные, выщелоченные.

4. **Центральный район**. Значительную часть района занимают речные долины Дона и Воронежа с крупными поймами и террасами сложенными

древнеаллювиальными песками четвертичного возраста. Ширина долин рек 3-6 км, густота балочной сети не более 0,5-0,6 км/км^2. Овраги имеют небольшое распространение, их густота до 0,3 км/км^2. Помимо оврагов и балок, встречаются песчаные бугры эолового и водно-аккумулятивного происхождения, а также котловины, следы древних речных русел. Хотя в восточной части района в геологическом строении к пескам присоединяются суглинистые породы, в целом преобладают хорошо водопроницаемые породы, что требует повышенной защиты основания и стенок полигона от проникновения фильтрата, которое неминуемо приведет к загрязнению подземных вод. Район хорошо увлажнен, коэффициент увлажнения – 1,04. Из почв, как и в целом в Воронежской области, преобладают черноземы – выщелоченные, типичные, обыкновенные.

5. **Северо-восточный район** приурочен к Окско-Донской низменности с плоскими водоразделами, слабо врезанной овражно-балочной (менее 0,5 км/км^2) сетью и достаточно широкими, хорошо развитыми речными долинами. Абсолютные отметки водоразделов до 170 м Пологий рельеф благоприятствует строительству полигонов, а среди рельефообразующих пород преобладают ледниковые четвертичные суглинки мощностью более 20 м, хорошо защищающие подземные воды от фильтрата с них (рис. 2.6).

В Северо-восточном районе наблюдаются наименьшие в области показатели инфильтрации осадков до уровня подземных вод – 2,4% (табл. 2.1). В то же время во многих частях района близко к поверхности находится верховодка, наблюдается переувлажнение земель и суффозия. Весной верховодка соединяется с поверхностными водами и может загрязняться фильтратом с полигонов. Поэтому в этом районе важно защитить скапливающиеся отходы от контакта с талыми снеговыми водами. Для этого можно рекомендовать сооружение вокруг полигона защитных валов. При размещении полигона следует избегать переувлажненных участков и суффозионных блюдец.

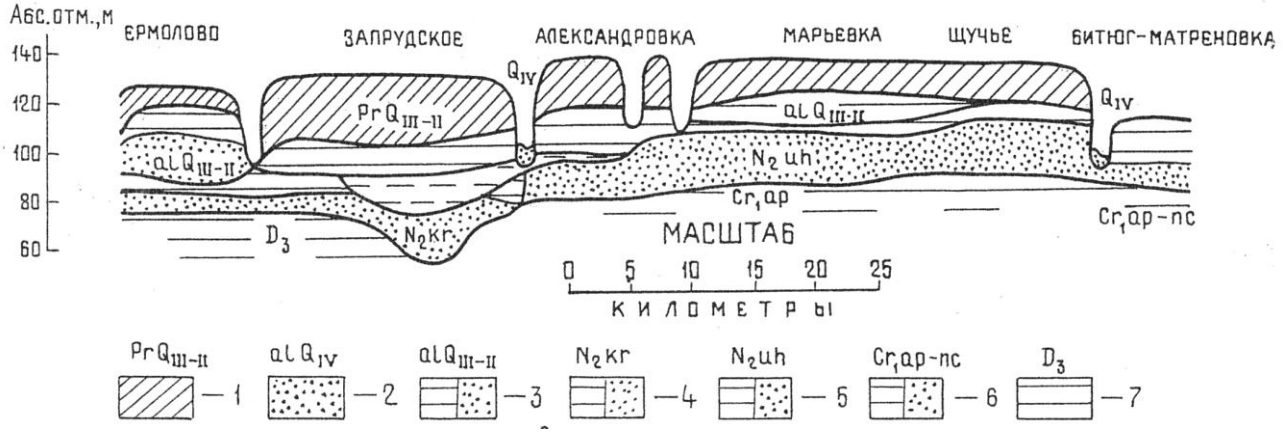


Рис. 2.6. Геологический разрез по линии 3-3.
Отложения: 1 – четвертичные покровные суглинки; 2 – четвертичные аллювиальные пески и глины; 3 – четвертичные древнеаллювиальные пески и глины; 4 – неогеновые пески и глины кривоборской свиты; 5 – неогеновые пески и глины усманской свиты; 6 – нижнемеловые пески и глины апт-неокома; 7 – верхнедевонские глины [151].

Строение балок района прежде всего зависит от состава рельефообразующих пород: у речных долин, где плотные ледниковые суглинки размыты, балки имеют значительную ширину и пологие склоны, сложенные рыхлыми породами. Также существуют балки, сформировавшиеся в ледниковых суглинках, их ширина меньше, в них имеются выходы грунтовых вод. Если выходов подземных вод в балке нет, то полигон ТБО можно расположить и в ней. В районе преобладают черноземы и лугово-черноземные почвы.

6. **Юго-восточный район** находится на Калачской возвышенность. Среди рельефообразующих пород преобладают ледниковые суглинки, пески и глины палеогена, мела туронского яруса и мергели сантона. Перепады высот значительные, овражно-балочная сеть густая. Калачская возвышенность – это сильно расчлененная оврагами и балками равнина. Реки имеют высокую пойму с глубоко врезанным руслом и левобережными террасами шириной до километра. Средняя густота балочной сети – 1,2 км/км^2, (овражной до 2 км/км^2). Балки преимущественно короткие, с крутыми склонами. Водоразделы, как и в Южном районе, зачастую представляют собой останцы, в данном случае

возникшие при карстовых процессах, протекавших одновременно с флювиальными. Среди почв распространены чернозёмы выщелоченные, типичные, обыкновенные. Наиболее благоприятные условия для размещения полигонов наблюдаются на водоразделах района, где естественным экраном нередко являются палеогеновые глины. Небольшое ГКО района способствует пониженному образованию фильтрата на полигонах [111] .

В целом между выделенными районами наблюдается значительное сходство климата. Основные различия в рельефе наблюдаются между Северо-восточным и другими районами. По особенностям геологического строения значительное сходство наблюдается между Западным, Южным и Юго-восточным районами, расположенными на Среднерусской и Калачской возвышенностях, которые существенно отличаются от Центрального и Северо-восточного районов.

Выводы по главе 2

Воронежская область располагается в Европейской части Российской Федерации на Восточно-Европейской равнине на границе степной и лесостепной природных зон. Область отличается неоднородным рельефом, наиболее сложным на Среднерусской и Калачской возвышенностях. Здесь отмечается значительное долинно-балочное расчленение, наибольшие глубины речных долин и крутизна склонов. К факторам, влияющим на экологически безопасную эксплуатацию полигонов, относятся: водно-эрозионные процессы; большое распространение карбонатных пород, что повышает опасность карстообразования. На Окско-Донской низменности, с преобладанием водоупорных суглинков и глин, а также равнинным характером рельефа, существует значительно меньшая возможность развития почвенно-эрозионных процессов, что облегчает строительство и использование полигонов.

Климат Воронежской области умеренно континентальный с ГКО 550 мм до 450 мм, что оказывает влияние на формирование фильтрата. Средняя

температура января – от -9 до -10°С , июля +20-21°С. В зимний период практически прекращаются процессы разложения органических веществ на полигонах, что позволяет уменьшить затраты на работы по созданию промежуточных защитных экранов. Летом такие работы следует осуществлять чаще.

Гидрографическая сеть в области достаточно густая, что необходимо учитывать при размещении полигонов ТБО, так как их не рекомендуется располагать вблизи рек. Осложняют строительство и эксплуатацию полигонов ТБО неглубокое залегание подземных вод на Окско-Донской низменности.

Одним из главных богатств области являются черноземные почвы, которые требуют рационального использования и охраны. Размещение полигонов ТБО на плодородных, ценных для сельскохозяйственного производства землях, крайне нежелательно. Следует предохранять почву и растительность на территориях, прилегающих к полигонам от негативного воздействия. Природные особенности области необходимо учитывать при размещении полигонов ТБО.

Проведенный анализ геоэкологических условий Воронежской области позволил районировать ее территорию по условиям строительства таких полигонов с выделением шести районов. Наиболее благоприятные геоэкологические условия строительства полигонов ТБО присутствуют в Северо-Восточном и Юго-Восточном природно-ландшафтных районах Воронежской области. Северо-Западный, Западный, Южный и Центральный районы отличаются неблагоприятными условиями для размещения полигонов, что требует проведения дополнительных природоохранных мероприятий при эксплуатации таких объектов.

3. Оценка антропогенной нагрузки на природную среду в районе исследований

3.1. Техногенное воздействие

Воронежская область находится в одном из густонаселенных и промышленно развитых регионов России. Как следствие, здесь наблюдается значительное техногенное воздействие на окружающую среду, ухудшается экологическое состояние территории.

Загрязняющие вещества, поступающие на территорию Воронежской области, условно можно разделить на две группы. В первую входят загрязнения, формирующиеся на ее территории, а во вторую – поступающие с трансграничным переносом.

По данным федеральной государственной статистической отчетности в 2010 году в Воронежской области объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составил 433,203 тыс. т, в т.ч. от автотранспорта 352,5 тыс. т (81,4%). Выбросы от стационарных источников в 2010 г. составили 80,703 тыс.т. (рис. 3.1) [76]. Примечательно, что за последние годы наблюдается устойчивый рост выбросов загрязняющих веществ.

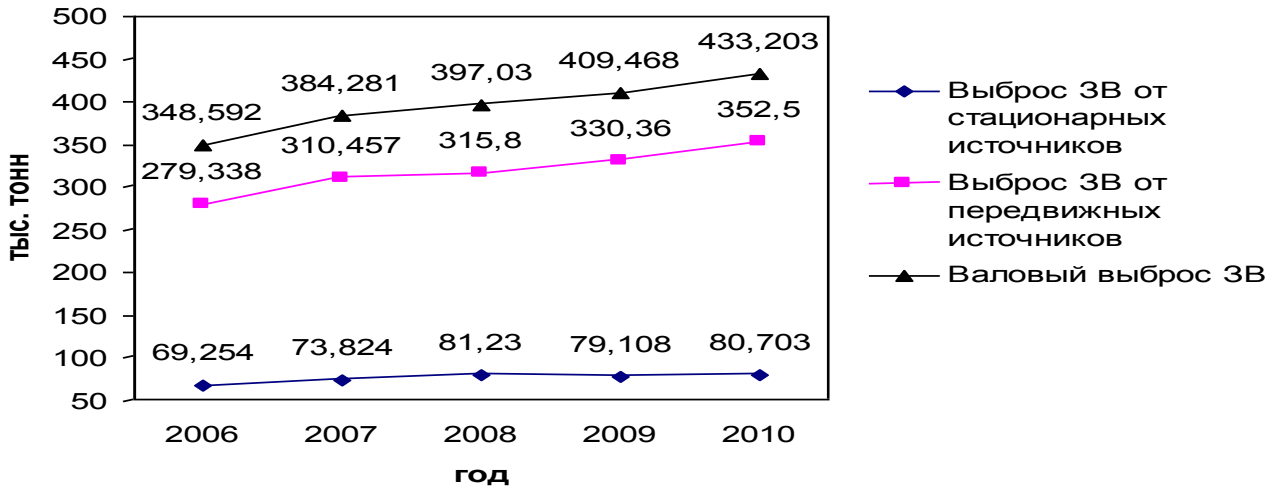


Рис. 3.1. Изменение выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников на территории Воронежской области [76]

Как установлено, основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха от стационарных источников вносят Калачеевское и Писаревское линейное производственное управление магистральных газопроводов (ЛПУМГ) ООО «Газпром Трансгаз Волгоград», ОАО «Минудобрения» (г. Россошь), ООО «Придонхимстрой Известь» (г. Россошь), филиал ОАО «ТГК-4» «Воронежская региональная генерация» (г. Воронеж) [76]. О структуре выбросов можно судить по данным таблицы 3.1.

Таблица 3.1

Выбросы загрязняющих веществ по Воронежской области в 2010 г. [76]

Показатель	Выбросы, тыс. т.
Выброшено загрязняющих веществ	433,2
Выброшено от автотранспорта, всего	352,5
Выброшено от стационарных источников	80,7
В т. ч. твердых веществ	8,46
Газообразных и жидких веществ	72,2
Диоксид серы	3,6
Оксид углерода	23,96
Азота диоксид	8,1
Углеводороды (без летучих органических соединений (ЛОС)	0,03
ЛОС	33,6
Прочие	2,98

Воздушный путь поступления загрязняющих веществ на территорию области связан с трансграничным переносом. В основном загрязнение приносится западными ветрами с территории Украины, Польши, ФРГ и Великобритании, а также из регионов России, находящихся к западу, северу и юго-востоку от Воронежской области [150].

Ежегодно на 1 км^2 территории области выпадает: соединений серы – от 300 кг на востоке, до 1000 кг – на юго-западе и западе; соединений азота 800 кг – на юго-западе, и 600 кг – на остальной территории; нитратного азота от 100 кг в центре и на севере, до 200 кг – на востоке и юго-западе [40, 150].

Существенный вклад в антропогенную нагрузку на территории Воронежской области вносит транспорт. Длина железных дорог в области составляет 1062 км; автомобильных – 14393 км, в том числе дорог общего пользования – 9332 км, а внутрихозяйственных – 4283 км [97]. Густота автодорог – 0,27 км/км^2.

Существенно влияют на экологические состояние области крупные города: Воронеж, Борисоглебск, Россошь, Лиски, Острогожск, Павловск, Калач и др. Вокруг Воронежа и Борисоглебска сформировались зоны устойчивого загрязнения земель площадью 1500 и 270 км^2, соответственно [41].

Добыча полезных ископаемых открытым способом, наиболее опасным для окружающей среды, ведется на 259 месторождениях твердых полезных ископаемых. Больше всего в области добывается песка (1500-3000 м^3/год), мела (600-2100 тыс. т/год), глин (100-600 тыс. м^3/год), гранита (до 5 млн. м^3/год) [76].

Особую опасность для окружающей среды и человека представляет радиоактивное загрязнение. Так, в результате аварии на ЧАЭС в 1986 г. около 2,5% территории Воронежской области было заражено радиоактивным цезием-137 [41]. К настоящему времени, по данным Главного управления природных ресурсов области, содержание радиоактивного цезия в почве приблизилось к доаварийному уровню, а загрязняющие вещества мигрировали в нижние горизонты почвы и в почвообразующие грунты. Потенциальную угрозу безопасности населения представляет также Нововоронежская АЭС.

Поверхностные воды поступают на территорию Воронежской области с соседних территорий за счет рек Дон (годовой приток его вод в область – 4,42 км^3), Хопер (1,82 км^3), Воронеж (1,77 км^3) и Ворона (1,28 км^3) [32].

Годовой сток с территории Воронежской области составляет 14,10 км^3 и происходит в основном через реки Дон (10,1 км^3), Хопер (3,95 км^3) и др. При этом на створе наблюдений на р. Дон на южной границе Воронежской области поверхностные воды имеют: ХПК – 1,19 ПДК (максимально – 1,37) и содержат соединения меди – 1,9 ПДК (максимально – 2,6) [76]. Значительное количество

загрязняющих веществ поступает в водоемы области с талыми и дождевыми водами с сельскохозяйственных угодий.

В области разведано 80 месторождений пресных подземных вод из которых эксплуатируется 41. Отбор вод в области составляет 593,4 млн. $м^3$/год. В области выявлено 35 участков загрязнения подземных вод сульфатами, хлоридами, соединениями азота, нефтепродуктами, фенолами, тяжелыми металлами и другими соединениями [76].

Основными загрязняющими веществами поверхностных вод области являются легкоокисляемые ($БПК_5$) и трудноокисляемые (ХПК) органические вещества – 44% и 86% соответственно, фосфаты – 38%, азот нитритный и аммонийный – 45% и 8% соответственно, железо общее – 25%, соединения меди – 64%, нефтепродукты – 38% [76]. Кислородный режим обследованных водных объектов удовлетворительный.

Наиболее загрязненными в области являются Воронежское водохранилище (наблюдаются превышения ПДК по фосфатам, соединениям меди и др.), р. Дон, р. Тихая Сосна [73, 74]. По результатам проверок Роспотребнадзора по Воронежской области, проведенных летом 2012 г., вода ряда пойменных озер и прудов, а также крупных рек не соответствуют санитарно-химическим или гигиеническим нормативам [31].

Предприятия промышленности и коммунально-бытовой сферы ежегодно сбрасывают значительные объемы сточных вод в реки, озера и пруды области. Так, в 2010 году сброшено более 315 млн. $м^3$ сточных вод, в том числе недостаточно очищенных 145 млн. $м^3$. Объем нормативно-очищенных сточных вод составил лишь около 9 млн. $м^3$ или 2,7% объема стоков [76].

Антропогенное воздействие на земли связано, преимущественно, с сельским хозяйством, а также с осаждением загрязняющих веществ из атмосферы.

За годы освоения земель в Воронежской области площадь лесов сократилась с 50% до 8,4% (498,7 тыс. га) [77]. Это негативно сказалось на

водном балансе территории и вызвало активизацию почвенной эрозии. Лесные насаждения в последние годы страдают от самовольных рубок и пожаров, особенно в 2010 г, когда, по данным Управления Роспотребнадзора по Воронежской области, сгорело около 20 тыс. га леса, а выбросы вредных веществ в атмосферу составили 790 тыс. т.

Действенной мерой защиты природной среды является создание охраняемых территорий. В Воронежской области такие территории занимают 216,917 тыс. га, или 4,15% от ее площади. Примечательно, что 10 лет назад они занимали 5,25% территории области. Здесь находятся два заповедника федерального значения – Воронежский и Хопёрский (34,572 тыс. га), пять государственных природных заказников (41,634 тыс. га), 16 охотничьих заказников регионального значения (133 тыс. га), 163 памятника природы регионального значения (6,61 тыс. га) [76, 79].

Таким образом, можно утверждать, что все компоненты природной среды на территории Воронежской области испытывают интенсивное техногенное воздействие, связанное с деятельностью промышленности, транспорта, жилищно-коммунальной сферы.

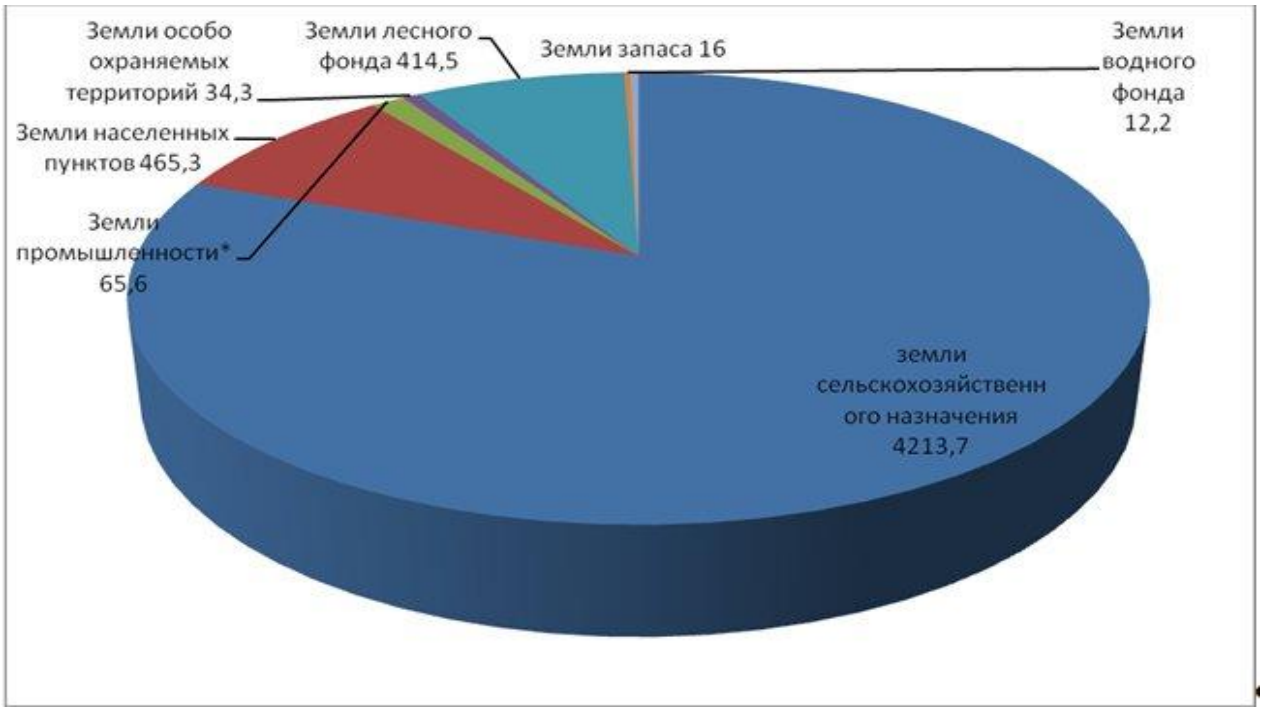
3.2. Воздействие сельскохозяйственного производства

Сельское хозяйство является необходимым условием существования человеческого общества, снабжая его основной частью продуктов питания. В то же время оно оказывает сложное и разноплановое воздействие на окружающую природную среду. Изменения естественных природных условий связаны с обработкой почв (вспашкой, рыхлением), созданием искусственных форм рельефа (например, террасированных склонов), внесением в почвы удобрений, применением ядохимикатов, поливе или осушении, введении в местные биоценозы новых видов животных и растений и др. В наши дни около 34% мирового земельного фонда приходится на обрабатываемые земли, луга и

пастбища, а сельскохозяйственные ландшафты являются наиболее распространенными из антропогенных.

По данным Управления Росреестра по Воронежской области, земельный фонд области на 1 января 2012 года составил 5221,6 тыс.га. В том числе земли сельскохозяйственного назначения – 4213,7 тыс. га или 80,7% от площади области (рис. 3.2.).

Среди сельскохозяйственных угодий преобладает пашня – 3060,3 тыс. га (58,6% от территории области или 75% от площади земель сельскохозяйственных угодий). Имеются кормовые угодья – 19,5% от площади сельхозугодий, залежь – 0,8%; многолетние насаждения – 0,8% [149]. То есть в области наблюдается значительная интенсивность сельскохозяйственного воздействия на окружающую среду и, как следствие, наблюдается ухудшение состояния почвенного покрова и поверхностных вод.



**Земли промышленности, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, космического обеспечения, энергетики, обороны и иного специального назначения.*

Рис. 3.2. Распределение земельного фонда по категориям земель по состоянию на 1 января 2012 г [149].

За последние 10-12 лет в почвах Воронежской области наблюдается тенденция к снижению содержания биогенных элементов [99]. За этот период количество фосфора в почве уменьшилось в среднем по области с 104 до 89 мг/кг, а гумуса – до 5,54 % (в 1997 г. оно составляло 5,64 %). В настоящее время уровень использования удобрений не компенсирует потери плодородия почв [102].

Следствием интенсивного использования и неправильной обработки земель является развитие ветровой и водной почвенной эрозии. По данным ЦЧОНИИГипрозем, водной эрозии в области подвержены 23,7%, а ветровой – 3,6% площади сельхозугодий. Одна четверть пашни и три пятых сенокосов расположено на эродированных почвах.

Густота овражно-балочной сети неодинакова. Наиболее расчленены этой сетью правобережье Дона: 1,0-1,3 км/км^2, центральная часть Среднерусской возвышенности – 0,7-1,0 км/км^2 и Калачская возвышенность – до 1,2 км/км^2. Значительно меньше балок и оврагов на Окско-Донской низменности, где их густота составляет 0,4-0,6 км/км^2, а местами – менее 0,1 км/км^2.

В настоящее время плоскостной смыв получил распространение на площади 653 тыс. га. Оврагами занято 57,6 тыс. га [149]. Высокая распаханность земель вызывает активизацию процессов плоскостного и линейного смыва, деградацию почвенного покрова и оврагообразование.

Непосредственно под оврагами занято более 65 тыс. га ранее плодородных земель. По данным Г.Л. Ларионова, В.Н. Голосова и др., в Воронежской области овраги отсутствуют только в 130 хозяйствах, а в 277 хозяйствах они занимают 1-6% общей площади [170].

Развитие почвенной эрозии, вызванной сельским хозяйством, способствует уменьшению содержание гумуса в почвах. За последние двадцать лет несмытые почвы потеряли до 9,5% гумуса от исходного запаса, слабосмытые – 15-20%, среднесмытые – от 28 до 30%, сильносмытые – 47-55% по отношению к несмытым эталонам [80]. В наши дни на территории области

преобладают почвы с содержанием гумуса от 4 до 7%, в то время как еще 100 лет назад оно составляло 7-10%, а местами – до 13% [102].

Негативным явлением является сжигание на полях пожнивных остатков. При сжигании 3 т соломы с гектара в атмосферу попадает около 4,2 т CO и CO_2, 60 кг двуокиси азота, при этом приземный слой атмосферы обедняется на 2,8 т кислорода. За год в области за счет сельхозпалов в атмосферу попадает до 100-120 тыс. т. загрязняющих веществ [75]. Почва же недополучает значительное количество азота, фосфора, калия, цинка, органических веществ, гибнут почвенные животные и микроорганизмы.

За счет неправильного использования минеральных удобрений и выпадения кислых атмосферных осадков происходит подкисление земель. В Воронежской области имеется 674,8 тыс. га кислых и подкисленных почв, нуждающихся в мелиорации [121]. Основным способом улучшения их состояния является известкование, которое сейчас проводится в недостаточном объеме.

Отрицательным фактором сельскохозяйственного производства является загрязнение земель, которое связано с применением пестицидов, выбросами автотранспорта и промышленных предприятий. В последнее время применение пестицидов в области заметно снизилось: с 1,98 кг/га в 1988, до 0,26 кг/га – в 2000 г, что положительно влияет на состояние земель. Некоторая часть сельскохозяйственных угодий загрязнена тяжелыми металлами. Из обследованных Агрохимическим центром «Воронежский» в 2003 г. 2573,8 тыс. га почв, превышение ПДК по свинцу зарегистрировано на 4404 га, по кадмию – на 1934 га, по никелю – на 3414 га, по меди – на 135 га. Загрязнения фиксировались вдоль дорог и у промышленных предприятий.

Отчасти с сельским хозяйством связано переувлажнение земель, отмечаемое в основном на Окско-Донской низменности, характеризующейся плоскими слабодренированными водоразделами, сложенными плохо водопроницаемыми суглинками и глинами, что приводит к высоким уровням

грунтовых вод. Помимо естественных причин развитие переувлажнения земель связано с формированием подплужного горизонта, то есть на глубине 30-40 см появляется слой с пониженной водопроницаемостью. На территории Окско-Донской низменности площадь переувлажненных земель с 1979 по 1992 г. увеличилась на 12% [11]. Нередко переувлажнение почв области сопровождается их оглеением.

Обработка полей тяжелой техникой приводит к уплотнению почв до 1,4 г/см^3. Это способствует переувлажнению и изменению структуры почв.

Смыв почвогрунта, содержащего удобрения и ядохимикаты с полей в водотоки и водоемы, приводит к их загрязнению («цветению»). Именно сельскохозяйственная деятельность и связанная с нею вырубка лесов в речных долинах стали причиной исчезновения малых рек в Воронежской области.

Животноводство также вносит существенный вклад в изменение окружающей среды. Пастбищное скотоводство на склонах и в балках способствует развитию почвенной эрозии. На многих пастбищах наблюдается деградация разнотравья с замещением его полынно-злаковыми ассоциациями.

Существенный вклад в загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод вносят животноводческие стоки.

В целом сельскохозяйственная деятельность человека в регионе весьма существенно и преимущественно негативно влияет на состояние окружающей природной среды. Серьезного внимания требует внедрение природоохранных мероприятий, предотвращающих эрозию, переувлажнение, загрязнение земель.

3.3. Образование и утилизация отходов в Воронежской области

В Воронежской области проживает около 2,34 млн. чел., в т.ч. 1,49 млн. чел. в городах (по данным переписи 2010 г.). По плотности населения Воронежскую область можно отнести к густонаселенным, как следствие, на территории области образуется значительное количество отходов производства и потребления (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Образование отходов разных классов опасности в Воронежской области в т/год [75, 76, 78, 119]

Виды отходов	2008	2009	2010	2011
I класс опасности (чрезвычайно опасные)	86,6	135,6	79,6	128,7
II класс опасности (высокоопасные)	1240,3	1521,7	370,5	3129,1
III класс опасности (умерено опасные)	13520	18100	4380	11405
IV класс опасности (малоопасные)	518889	1212000	1043527	867754
V класс опасности (практически неопасные)	3815218	7800000	3028960	5647968
Итого	4348953,9	9031757,3	4077317,1	6530384,8

Большая часть отходов, формирующихся в области, относится к малоопасным и практически неопасным. Это преимущественно массовые отходы растениеводства, переработки зерновых культур (лузга зерновая, подсолнечная, пыль зерновая, жмых и т.п.), отходы животноводства (отходы от убоя, навоз), отходы сахароварения (дефекат, жом, шлам земляной и т.п.), отходы производства молочных продуктов (сыворотка, обрат) и др. Значительную часть составляют отходы от производства строительных работ, металлолом, бытовые отходы).

Значительная часть этих отходов может использоваться вторично. Так, филиал ООО «Бунге СНГ в Колодезном» образующуюся лузгу сжигает в котельной, экономя на топливе, а зола используется как удобрение. ОАО «Минудобрения» (г. Россошь) в 2010 г. начало производство технологического мела из отхода производства, конверсионного мела, образующегося при производстве нитроаммофоски. Однако, в области наблюдается постепенное увеличение объема отходов.

Образующиеся отходы в основном захораниваются на территории Воронежской области (табл. 3.3, 3.4, Приложение 2).

Таблица 3.3

Операции с отходами, образовавшимися на территории Воронежской области [76, 77, 79]

Год	Образовалось, т/год	Использовано, обезврежено, т/год	Размещено на промплощадках, т/год	Размещено на объектах захоронения, т/год
2008	4348957,0	3545887,5	110044,4	385807,2
2009	9031757,3	-	-	-
2010	4077317,83	1595389,387	-	996213,041
2011	6530385,708	-	1748854,548*	2255262,074

* с учетом наличия на начало года.

Таблица 3.4

Образование бытовых и промышленных отходов в Воронежской области*

Районы / городские округа	Население, тыс. чел	Всего отходов, тыс. $м^3$.	В т.ч.		Удельное количество отходов $м^3/км^2$
			ТБО тыс. $м^3$	Промышленные отходы тыс. $м^3$.	
Воронежская область	2335,80	3990,01	3069,24	920,77	76,4
г. Воронеж	975,80	1666,86	1282,20	384,66	2825,2
Борисоглебский г.о.	78,70	134,44	103,41	31,02	96,0
г. Нововоронеж	32,60	55,69	42,84	12,85	1210,6
Районы					
Аннинский	45,40	77,55	59,66	17,90	36,9
Бобровский	49,50	84,56	65,04	19,51	38,4
Богучарский	37,20	63,55	48,88	14,66	28,9
Бутурлиновский	52,60	89,85	69,12	20,73	49,9
Верхнемамонский	21,70	37,07	28,51	8,55	28,5
Верхнехавский	25,20	43,05	33,11	9,93	33,1
Воробьевский	18,90	32,28	24,83	7,45	26,9
Грибановский	33,10	56,54	43,49	13,05	28,3
Калачеевский	57,20	97,71	75,16	22,55	46,5
Каменский	20,60	35,19	27,07	8,12	35,2
Кантемировский	38,10	65,08	50,06	15,02	28,3
Каширский	25,30	43,22	33,24	9,97	43,2
Лискинский	105,70	180,56	138,89	41,67	90,3
Нижнедевицкий	20,60	35,19	27,07	8,12	29,3
Новоусманский	73,10	124,87	96,05	28,82	83,2
Новохоперский	41,10	70,21	54,01	16,20	30,5

Продолжение табл.3.4.

Ольховатский	24,20	41,34	31,80	9,54	41,3
Острогожский	61,30	104,71	80,55	24,16	61,6
Павловский	57,10	97,54	75,03	22,51	51,3
Панинский	29,20	49,88	38,37	11,51	35,6
Петропавловский	20,00	34,16	26,28	7,88	21,4
Поворинский	34,00	58,08	44,68	13,40	52,8
Подгоренский	27,40	46,80	36,00	10,80	29,3
Рамонский	32,00	54,66	42,05	12,61	42,0
Репьевский	16,00	27,33	21,02	6,31	30,4
Россошанский	94,70	161,77	124,44	37,33	67,4
Семилукский	67,30	114,96	88,43	26,53	71,9
Таловский	42,60	72,77	55,98	16,79	38,3
Терновский	22,10	37,75	29,04	8,71	27,0
Хохольский	29,80	50,90	39,16	11,75	33,9
Эртильский	25,70	43,90	33,77	10,13	29,3

* численность населения по данным Администрации г. Воронеж.
Таблица составлена автором

Нередко отходы размещаются на несанкционированных свалках (рис. 3.3)

Как правило, сельские населенные пункты вообще не имеют полигона ТБО или официальной свалки, а отходы выбрасываются на территорию и вблизи домовладений, в лесополосы, овраги и другие места [125]. Кроме того, многие полигоны ТБО не имеют лицензии на эту деятельность и являются не полигонами, а санкционированными свалками. Общее количество санкционированных мест размещения отходов составило 494 шт. общей площадью 715,32 га. [78].

Проводившаяся администрацией области в начале 2000-х гг. инвентаризация мест хранения и захоронения отходов производства и потребления выявила 763 места размещения отходов площадью более 0,01 га каждый, в т.ч. 170 несанкционированных свалок, 94 точки временного накопления отходов, 136 полей фильтрации, шламонакопителей, иловых карт (рис. 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9).

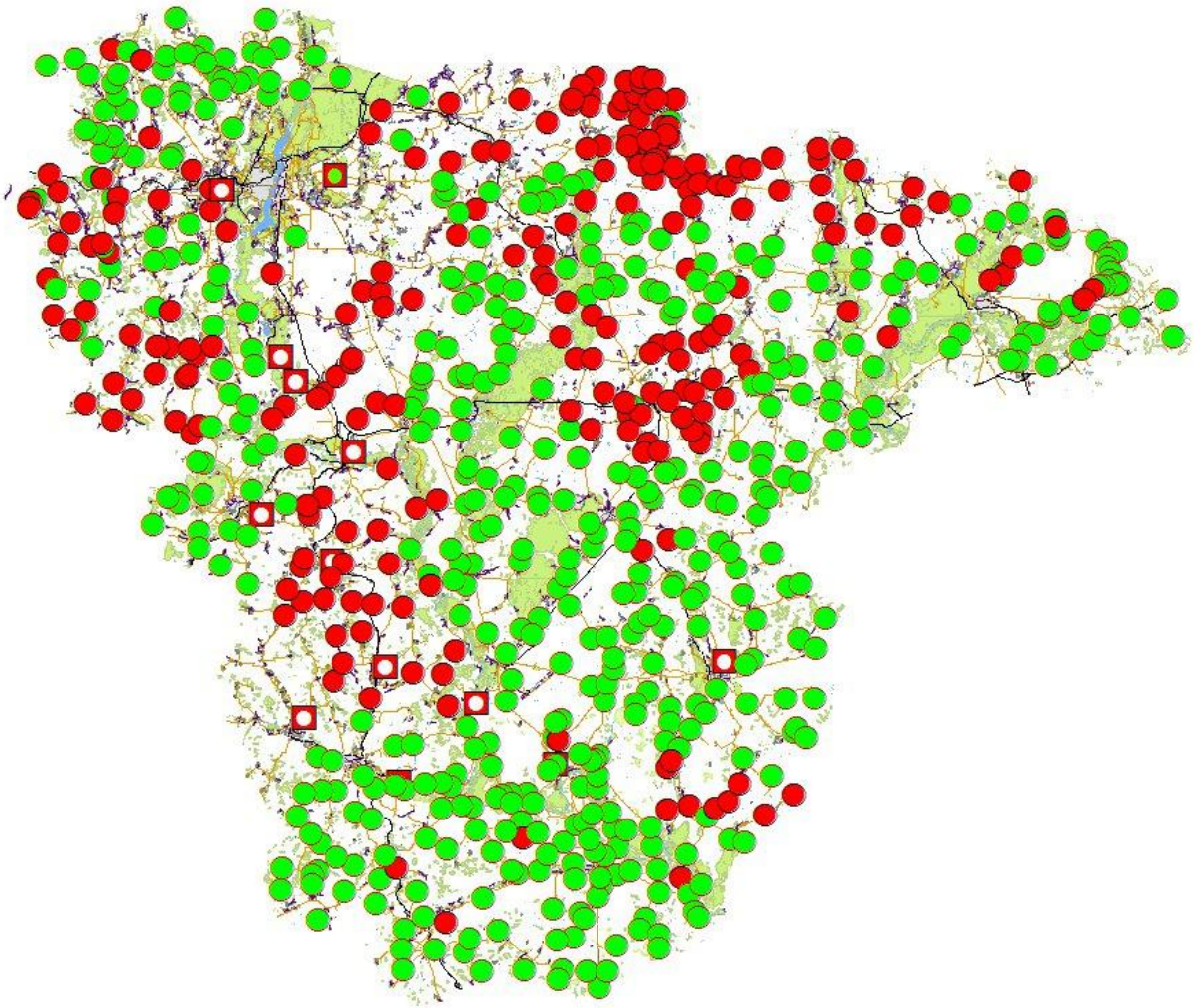


Рис. 3.3. Складирование отходов в Воронежской области

Санкционированные свалки (зеленые значки) и несанкционированные (красные значки), полигоны ТБО (квадраты) Воронежской области [90])

По данным Управления Росприроднадзора по Воронежской области в настоящее время в государственном реестре объектов размещения отходов на территории Воронежской области зарегистрировано 10 лицензированных полигонов твердых бытовых отходов, расположенных в 9 муниципальных образованиях (Семилукском, Новоусманском, Россошанском, Лискинском, Павловском, Верхнемамонском, Острогожском, Каменском муниципальном районах, городском округе город Нововоронеж (табл.3.5).

Таблица 3.5

Полигоны ТБО Воронежской области, имеющие лицензии на деятельность по размещению опасных отходов (по состоянию на 1.01. 2011 г)

№ п/п	Полигон ТБО	Ближний населенный пункт	Площадь га	Размер СЗЗ, м	Общая вместимость объекта, тыс.т	Наполненность, %
1.	ООО «Каскад»**	г. Воронеж	62	1000	-	-
2.	ООО «Воронеж-ТБО»*	г. Воронеж	7,35	1000	739	4,6
3.	МУП городского округа - город Нововоронеж «Аквасервис»	Нововоронеж	10,8	500	479	78,09
4.	ООО «Коммунальник»	г. Россошь	14,8	1000	720	93
5.	ООО «ПОЭТРО-ПОЛИГОН»	С. Новая Усмань	9,4	500	164,2	48
6.	МУП по уборке города	г. Лиски	12	1000	77	93
7.	Павловское МУП ЖКХ	г. Павловск	11	1000	2605	99
8.	ООО «Жилсервис»	С. Верхний Мамон	4	1000	7,3	2,1
9.	МУП «Острогожский комбинат по благоустройству»	г. Острогожск	4,4	1000	183,7	3,7
10.	ООО «Ресурс-ТБО»	п.г.т. Каменка	3,7	500	-	-

** Полигон с мусоросортировкой. ** Планируется мусоросортировочный завод.*

Рис. 3.4. Несанкционированная свалка строительного и бытового мусора в неработающем карьере по добыче песка (окрестности с. Ямное, Рамонский р-н Воронежской области)

Рис. 3.5. Несанкционированная свалка ТБО в лесу (Рамонский р-н Воронежской области)

В 4 районах Воронежской области размещение отходов 4-5 класса опасности осуществляется на несанкционированных свалках (Каширский, Репьевский, Терновский и Эртильский районы) (рис. 3.6).

Пока в г. Воронеж нет завода по переработке мусора, строительство

которого, могло бы комплексно решить проблему переработки отходов. Одна из причин отсутствия подобного предприятия – высокая стоимость строительства.

На август 2012 г. в Воронеже было лишь 5 пунктов приема отработанных ртутьсодержащих ламп, и, как следствие, практически все они выбрасываются в мусоропроводы и контейнеры, попадая на полигоны ТБО [18].

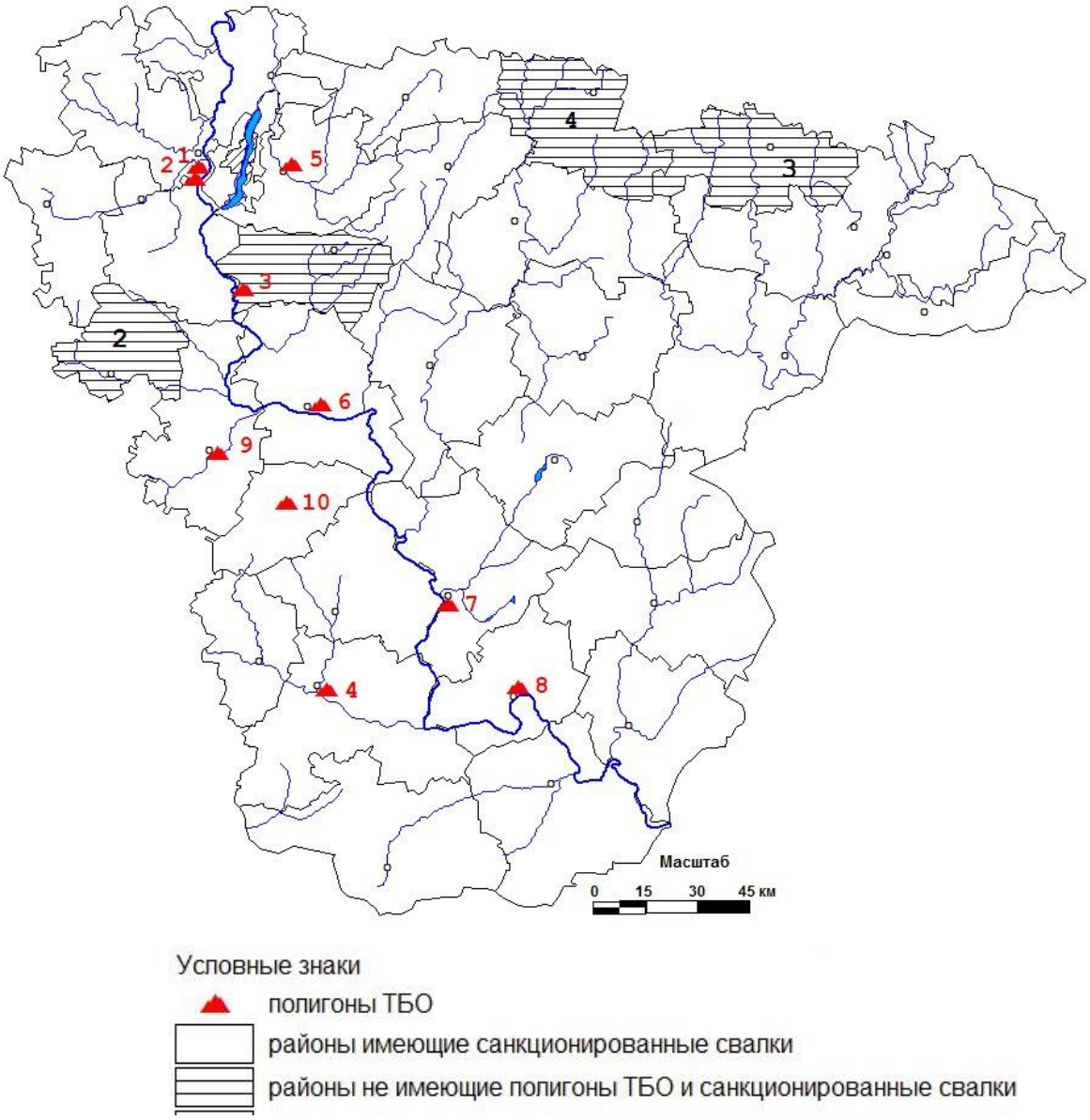


Рис. 3.6. Утилизация отходов в Воронежской области

Примечание: районы не имеющие полигоны ТБО и санкционированные свалки: 1 – Каширский; 2 – Репьёвский; 3 – Терновский; 4 - Эртильский.

Полигоны ТБО: 1 – ООО «Каскад»; 2 – ООО «Воронеж-ТБО»; 3 – МУП городского округа - город Нововоронеж «Аквасервис»; 4 – ООО «Коммунальник»; 5 – ООО «ПОЭТРО-ПОЛИГОН»; 6 – МУП по уборке города, г. Лиски; 7 - Павловское МУП ЖКХ; 8 – ООО «Жилсервис», с. Верхний мамон; 9 – МУП «Острогожский комбинат по благоустройству»; 10 – ООО «Ресурс-ТБО», п.г.т. Каменка.

Рис. 3.7. Космический снимок территории полигона ООО «ПОЭТРО-ПОЛИГОН» с. Новая Усмань, Новоусманский р-н (Google Earth).

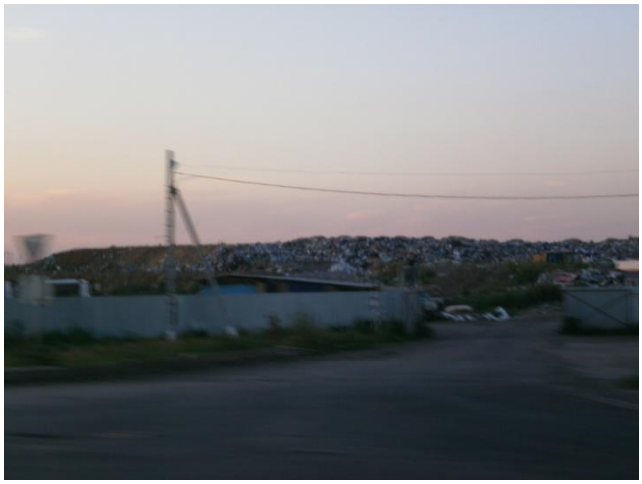


Рис. 3.8. «ПОЭТРО-ПОЛИГОН» с. Новая Усмань, Новоусманский район

Рис. 3.9. Санкционированная свалка в р.п. Панино, Панинский район

В последние годы наблюдается загрязнение окружающей среды многотоннажными отходами, размещаемыми на объектах их длительного хранения. По данным Управления Росприроднадзора по Воронежской области,

на конец 2011 г. на территории промплощадок предприятий и организаций области накоплено более 1,7 млн. т. отходов, которые не могут быть переработаны или захоронены на территории области. [76].

На территории области, помимо прочих, хранятся радиоактивные отходы Нововоронежской АЭС. В настоящее время на НВАЭС имеются хранилища жидких отходов заполненные на 70-90% [120]. В июне 2012 г. было объявлено о запуске проекта строительства наземного хранилища твердых радиоактивных отходов, рассчитанного на 10 тыс. контейнеров с ядерными отходами. Как заявляет администрация АЭС, хранилище рассчитано на 50 лет эксплуатации, а затем ядерные отходы необходимо будет переместить в новое хранилище.

На начало 2012 г. в Воронежской области было 67 предприятий, имеющих лицензии на деятельность по обращению с отходами, 42 предприятия, имеющих лицензии на осуществление работы по сбору и транспортировке ТБО на территории Воронежской области. Но ни одно из них не практикует раздельный сбор и сортировку ТБО, отходы не прессуются для уменьшения объемов их захоронения. Имеющиеся у этих организаций пресс-компакторы обеспечивают незначительное снижение объема бытовых отходов. Нет действенной системы утилизации опасных отходов.

Ежегодно на предприятиях и организациях области фиксируется множество нарушений экологического законодательства при обращении с отходами [75-79]. Чаще всего фиксируется превышение лимитов лицензий на размещение отходов производства и потребления, на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов. Не отвечают требованиям законодательства площадки для временного хранения и накопления отходов, отсутствует раздельный сбор и хранение производственных и бытовых отходов. На территориях предприятий происходят разливы нефтепродуктов и отработанных масел [75].

Таким образом, в Воронежской области, на территории которой наблюдается значительная интенсивность хозяйственной деятельности

человека и высокая плотность населения, большое количество отходов и нерешенные вопросы их утилизации создают дополнительную антропогенную нагрузку на окружающую природную среду. Эта проблема с каждым годом становится все острее и требует незамедлительного принятия решений по ее устранению.

В 2010 г. управлением по экологии и природопользованию Воронежской области была разработана программа «Система обращения с отходами производства на территории Воронежской области». В ней констатируется постоянный рост отходов производства в Воронежской области и возникающие вследствие этого проблемы с их накоплением. В программе рассматриваются необходимые мероприятия, направленные на решение данной проблемы.

Предполагается совершенствовать управление в сфере обращения с отходами производства и потребления, максимально использовать вторичные ресурсы. Рассмотрены основные этапы утилизации отходов производства. Упоминается о необходимости модернизации системы обращения с отходами и другие предложения (Приложение 3).

Выводы по 3 главе

Воронежская область – один из густонаселенных и промышленно развитых регионов России. Как следствие, здесь наблюдается интенсивное антропогенное воздействие на окружающую среду. Постоянно возрастают выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, преимущественно за счет автотранспорта (81,4%). Добыча полезных ископаемых ведется на 259 месторождениях. Около 2,5% территории Воронежской области было заражено радиоактивным цезием-137 после аварии на Чернобыльской АЭС.

Существенное воздействие на окружающую среду в области оказывает сельское хозяйство. Около 80,7% ее территории относится к землям сельскохозяйственного назначения. Около 30,3% территории области подвержено эрозии, а содержание гумуса в почвах не превышает 4-7%.

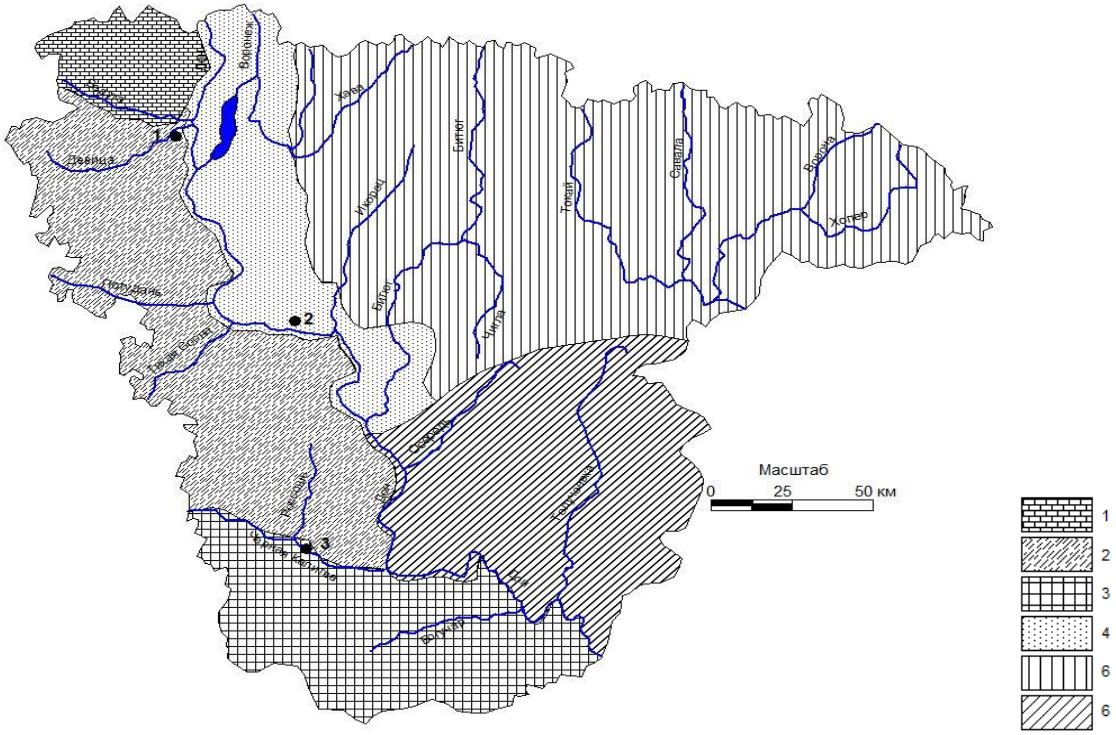
Значительную дополнительную нагрузку на природную среду оказывают отходы производства и потребления. Только за 2011 г. в области сформировалось около 6,5 млн. т. отходов. Лидирующее положение по количеству ежегодно образующихся отходов занимает областной центр – город Воронеж - 1666,86 тыс. $м^3$ или 2825,2 $м^3/км^2$. Меньше всего отходов образуется в Воробьевском районе Воронежской области - 32,28 тыс. $м^3$ или 26,9 $м^3/км^2$, что связано с невысокой численностью населения в этом районе.

Основной способ обращения с отходами – их размещение на свалках и полигонах. Количество санкционированных мест размещения отходов в области составляет 473 шт. общей площадью 715,32 га, что составляет 13,7% земельного фонда области. Полигоны расположены в Северо-Западном, Западном и Центральном районах, отличающихся неблагоприятными геоэкологическими условиями для размещения такого рода объектов, в соответствии с проведенным нами природно-ландшафтным районированием Воронежской области. Очевидно, что размещение полигонов ТБО проводилось по территориально-хозяйственному принципу, без проведения комплексной геоэкологической диагностики территории. Существует также множество несанкционированных свалок, трудно поддающихся учету (в 2000 г. выявлено 170, в 2012 г. – 240), расположенных повсеместно. Из существующих в районах области официальных полигонов лицензии имеют лишь 10. Некоторые полигоны заполнены более чем на 100% от емкости.

На начало 2012 г. в Воронежской области было 67 предприятий, имеющих лицензии на деятельность по обращению с отходами, 42 предприятия, имеющих лицензии на осуществление работ по сбору и транспортировке ТБО на территории Воронежской области. Таким образом, проблема сбора и утилизации отходов пока далека от решения и ситуация с каждым годом только усугубляется.

4. Оценка геоэкологического состояния полигонов ТБО и минимизация последствий их воздействия на окружающую среду Воронежской области

Природно-ландшафтное районирование Воронежской области позволило выявить на ее территории 6 районов с различной спецификой строительства и эксплуатации объектов размещения ТБО. Следующим этапом исследований является выбор типичных мест складирования отходов по каждому из районов и их подробное изучение. В Северо-западном районе крупных полигонов ТБО нет. На территории Западного района производится захоронение отходов г. Воронежа и ряда райцентров. Представительными в этом районе являются полигоны ТБО в карьере рудника «Средний» (полигоны МКП «ПООО» и Каскад); в Южном районе – полигон ТБО г. Россошь; в Центральном – полигон ТБО г. Лиски (рис. 4.1, табл. 4.1).



1. Северо-западный район. 2. Западный район. 3. Южный район. 4. Центральный район. 5. Северо-восточный район. 6. Юго-восточный район. Цифрами на карте обозначены полигоны ТБО: 1 – «Средний»; 2 – г. Лиски; 3 – г. Россошь.

Рис. 4.1. Представительные полигоны ТБО с учетом природно-ландшафтного районирования территории Воронежской области по условиям строительства полигонов ТБО.

Основные характеристики исследуемых полигонов ТБО Воронежской области

Ближайший населенный пункт/ доток	Расстояние км	Площадь объекта (га)	Размер санитарной (м)	Вид размещаемых отходов	Наполненность объекта, %	Ежегодное количество размещаемых отходов (тыс.т/год)	Общая вместимость объекта (тыс.т.)	Срок эксплуатации объекта: начало	Срок эксплуатации объекта: конец	Характеристика противо-фильтрационного материала (код)	Наличие водоотводных сооружений	Система окружающ: количество наблюдательных скважин	Система окружающ: периодичность
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Лиски	2,5	11,7	1000	ТБО	93	28	77	2006	2026	Д - пленочный	Н - нагорная канава О- обваловка, отбортовка	1	
г. Россошь / Лиман	2,7 / 3	14,8	1000	ТБО, ПО	93	36,7	720	1987	2014	А - грунтовые	Н - нагорная канава	2	
г. Воронеж	2	8,2	1000	ТБО, ПО	128	540,0	4400	Но-ябрь 1993	2012	А-2 - глиняный двухслойный, Д - пленочный	Н - нагорная канава	8	
г. Воронеж / Дон / Левица	2 / 3,8 / 2,3	29,5	1000	ТБО, ПО	0,017	440,000	47374	Но-ябрь 2011		А-1 - глиняный однослойный	Н - нагорная канава	3	

4.1. Полигон ТБО г. Лиски

Полигон ТБО расположен на северо-восточной окраине г. Лиски (рис. 4.1.). Площадь землеотвода 19,5 га, площадь полигона 11,7 га, в том числе площадь складирования – 8,3 га. Ближайшие жилые постройки по отношению к полигону находятся на северо-западе на расстоянии более 1,4 км, западнее –

кладбище (700 м), восточнее – промзона (от 800 до 1000 м), юго-восточнее – жилые дома (1,2 км). Ближайшие водоток – р. Дон (2,4 км) [126].

Этот полигон размещается на левом, восточном склоне оврага без названия, занимая также днище и борта левого его отвершка (рис. 4.2, 4.3). Днище оврага уже засыпано бытовыми отходами и насыпным грунтом на протяжении 250 м. Толщина этих искусственных образований достигает 5 м [153].

Рис. 4.2. Космический снимок территории полигона (1) на 2005 г. В центре снимка виден не наполненный мусором полигон ТБО (Снимок ERSI)

Рис. 4.3. Космический снимок территории полигона (1) на сентябрь 2010 г. Полигон частично заполнен ТБО (Снимок Google Earth)

По фондовым материалам ГГП «Воронежгеология», на территории площадки уровень грунтовых вод находится на глубине 25 м от поверхности земли. Зона аэрации представлена песками четвёртой надпойменной террасы р Дон. В верхней части разреза пески тонкозернистые глинистые; в нижней – разнозернистые с галькой кристаллических пород. По данным ТОО «Геолог», глинистые породы в разрезе присутствуют в виде отдельных разрозненных прослоек и линз мощностью от 0,2 до 1,0 м, которые не являются водоупором для грунтовых вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Т.е. гидрогеологическая ситуация в данном месте неблагоприятна для размещения данного объекта. По расчетам автора при отсутствии защитного

экрана под телом полигона менее чем за 5 суток фильтрат может достигнуть водоносного горизонта. Также расчеты показывают, что в случае повреждения защитной пленки во время строительства и в начальной стадии эксплуатации концентрация хлоридов в подземных водах составит 240 мг/л, что ниже ПДК. В конечной стадии эксплуатации – 1183 мг/л.

От полигона ТБО вниз по потоку грунтовых вод, который направлен к р. Дон, расположено 12 водозаборов, принадлежащих различным организациям. Водозаборы используют грунтовые воды, заключённые в верхнечетвертичном аллювиальном и белогорском терригенном горизонтах. Ближайший водозабор комбината «Богатырь» расположен в 500 м от южной границы площадки [104, 136]. В случае поступления фильтрата или загрязненных талых снеговых и дождевых вод с территории полигона может произойти загрязнение воды в водозаборах и нарушится водоснабжение г. Лиски.

Полигон ТБО обслуживает МУП «По уборке города», оказывающее услуги по вывозу твердых и жидких бытовых отходов, благоустройству и уличной уборке. Данный полигон был введен в эксплуатацию в 2005 г. До 2005 года на территории г. Лиски вообще отсутствовал полигон ТБО. Участок складирования ТБО является основным сооружением полигона и имеет современные, эффективные системы защиты окружающей среды: грунтовый экран, отвод ливневых вод, отвод фильтрата, пленочный экран, дезинфекционную ванну, что позволяет предотвратить загрязнение атмосферы, почвы, а так же грунтовых вод. Кроме того, на территории полигона расположена биотермическая яма, позволяющая осуществлять прием не только ТБО, но и отходов от содержания, убоя и переработки животных и птиц.

Рабочий проект полигона ТБО г. Лиски был разработан в соответствии современными требованиями к подобным сооружениям и прошел все необходимые согласования. В 2000 году была проведена экспертиза проекта и выдано заключение экспертной комиссии № 163/06. На полигоне разрешено и производится размещение ТБО от бытовых предприятий, промышленный смет,

резиноотходы, в том числе автошины, древесные и опилочно-стружечные отходы, строительные отходы, шлаки котельных, пищевые отходы. Число предприятий, складирующих ТБО на полигоне, около 60.

На полигоне планируется размещать до 20-21 тыс. $м^3$ ТБО в год. Срок эксплуатации полигона – 20 лет. Расчеты наполняемости полигона производились исходя их численности населения г. Лиски и годовой нормы образования отходов на человека в пределах 1,202-1,314 $м^3$. Допускается высота складирования от основания котлована – 15 м. Годовая удельная норма накопления ТБО с учетом жилых зданий и непромышленных объектов на год проектирования 1,1 $м^3$/чел.

В состав производственных мощностей полигона входят участок складирования ТБО; подъездная асфальтированная дорога; хоззона, в которой размещены вагончик-контора, надворная уборная, дезинфекционная ванна, трансформаторная подстанция, ёмкость с водой для пожаротушения, открытая стоянка автотранспорта; контрольно-пропускной пункт; биотермическая яма для приема трупов животных (скотомогильник).

Участок складирования ТБО является основным сооружением полигона. Он разбит на 4 очереди эксплуатации с законченным циклом складирования. В каждой очереди предусмотрено устройство 2-х котлованов. Первым пусковым комплексом является котлован № 1 I-ой очереди эксплуатации.

Разбивка участка складирования ТБО на очереди выполнена с учётом рельефа, начиная с более высоких отметок рельефа (1-я очередь) и заканчивая наименьшими значениями отметок (IV-я очередь).

Для складирования резиновых отходов, в т.ч. изношенных автошин, запроектированы четыре траншеи западнее IV-ой очереди эксплуатации.

Учитывая неблагоприятные гидрогеологические условия, в котлованах имеется искусственный водонепроницаемый экран из 2-х слоёв полиэтиленовой плёнки, стабилизированной сажей, толщиной 0,2 мм. Уклоны откосов в котлованах приняты 1:3,5.

Участок складирования защищён от попадания поверхностных вод в котлованы водоотводным валиком высотой 0,5 м. Выше по склону от полигона имеется вал из местного грунта с высотой 3 м. Вал одновременно служит ограждением полигона. Для перехвата дождевых и паводковых вод по северной, восточной и южной границам полигона дополнительно находится водоотводная канава глубиной 0,5 м.

Подъездная автодорога с асфальтированным покрытием шириной 6 м и протяжённостью 100 м соединяет существующую автотрассу ул. Фестивальная – путепровод с участком складирования ТБО. По территории полигона проложены временные дороги с твёрдым покрытием шириной 4 м, являющиеся продолжением подъездной автодороги.

Выгруженные из мусоровозов ТБО складируются на рабочей карте размером 5 на 136 м., отведённой на данные сутки. Бульдозеры сдвигают ТБО на рабочую карту. После заполнения и изоляции 1-го слоя толщиной 2,25 м (с изоляцией) осуществляется формирование 2-го слоя методом надвига и т.д. Грунт для изоляции ТБО доставляется самосвалом из котлована другой очереди эксплуатации, т.е. одновременно осуществляется устройство этого котлована и подготовка для складирования ТБО. Завершающей стадией складирования ТБО I-ой очереди эксплуатации является окончательное формирование внешних откосов и верхней площадки путём укладки ТБО до проектной отметки и создания рекультивационного слоя с укладкой грунта и формированием защитного поверхностного экрана. Летом, в пожароопасные периоды осуществляется увлажнение ТБО из расчета 10 л на 1 м^3.

В заключение экспертной комиссии № 163/06 Государственного комитета по охране окружающей среды Воронежской области, обследовавшей полигон, указано, что на полигоне активно образуется фильтрат. В первой очереди полигона – 20886 м^3, во второй очереди – 20886 м^3, в третьей очереди – 17935 м^3, в четвертой очереди – 17935 м^3. Объемы котлованов 1-4 очереди в 2-2,9 раза превышает объемы образующегося фильтрата, что делает полигон бессточным.

Для контроля и регулирования уровня фильтрата в котлованах существует станция сбора и обезвреживания фильтрата. Станция состоит из дренажных лотков, асбоцементных труб соединённых между собой муфтами и сборника фильтрата. Днища лотков и низ труб для отвода фильтрата установлены на глубине 0,8 м от отметки дорожного покрытия автодороги. Дренажные лотки заполнены щебнем, сверху присыпаны крупнозернистым песком и накрыты двумя слоями полиэтиленовой плёнки. В проекте принята бессточная схема полигона, фильтрат на окружающую территорию поступать не должен. Для контроля за состоянием подземных вод имеются две контрольные скважины на водоносный горизонт. Определены также места отбора проб для анализа поверхностных вод.

По результатам количественного химического анализа атмосферного воздуха в окрестностях полигона ТБО г. Лиски за 2008-2010 гг., концентрации загрязняющих веществ не превышают ПДК (табл. 4.2). Также они в норме и в почвах (табл. 4.3).

Таблица 4.2

Результаты химического анализа атмосферного воздуха в окрестностях полигона ТБО

Наименование определяемого Компонента	**Года**				**ПДК, м.р. мг/м^3**
	2008 мг/м^3	**2009 мг/м^3**	**2010 мг/м^3**	**2011, мг/м^3**	
Углерод оксида	1,9-2,9	1,8-2,0	2,0-2,1	1,9-2,1	5
Азот диоксида	0,04-0,06	0,071-0,082	0,063-0,08	0,065-0,08	0,2
Сера диоксида	0,08	0,008-0,08	0,008-0,8	0,008-0,09	0,5

Продолжение табл. 4.2

Аммиак	0,01-0,14	0,09-0,16	0,01-0,18	0,01-0,12	0,2
Пыль	0,3-0,38	0,18-0,21	0,18-0,3	0,2-03	0,5
Сероводород	0,004	0,006-0,007	0,004-0,006	0,004-0,005	0,008
Углеводороды	Менее 5	Менее 5	Менее 5	Менее 5	50

Таблица 4.3

Результаты химического анализа почв в окрестностях полигона ТБО*

Показатели	2008 г. мг/кг	2009 г. мг/кг	2010 г. мг/кг	2011 г. мг/кг	ПДК (ОДК) мг/кг
Нефтепродукты	50	33	100	66	-
Свинец	5,7	3,8	5,43	11,05	32
Кадмий	0,7	0,85	0,67	0,1	1
Медь	11,1	16,5	17,2	28,8	66
Цинк	19,1	20,0	20,1	34	110
Никель	8,0	6,8	7,64	5,7	40
Хром	0,7	0,75	1,92	0,2	-
Марганец	140	110	109	152	1500

**По данным ВФ ФБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по ЦФО».*

В настоящее время на полигоне продолжается прием, депонирование и изоляция ТБО, малотоксичных промышленных отходов, а также отходов потребления. По данным статистической отчетности, за 5 лет на полигоне было накоплено около 662 тыс. м^3 отходов.

Несмотря на планы 20-летнего использования полигона (Приложение 5), по данным администрации Воронежской области, к лету 2012 г. полигон уже был заполнен на 80%. Здесь скопилось 122 тыс. м^3 отходов (рис. 4.4).

Рис. 4.4. Проектная и фактическая динамика заполнения полигона ТБО г. Лиски

Сложившаяся ситуация остро ставит вопрос о строительстве нового полигона ТБО, особенно в свете развития Индустриального парка «Лискинский». Проект нового полигона в 2012 г. был разработан ООО «Каскад» (рис. 4.5).

Завершая анализ действующего полигона г. Лиски, следует отметить, что в настоящее время, по данным анализов проб воздуха и почв, полигон в целом не оказывает существенного негативного воздействия на окружающую среду.

В то же время нельзя не обращать внимание на неудачное расположение полигона на террасе р. Дон с плохой гидрогеологической защищенностью подземных вод. Кроме того, возможно поступление загрязненных поверхностных вод с полигона, особенно весной. Граница полигона проходит по склону оврага, что в будущем может представлять опасность дальнейшего развития эрозионных процессов и поступление отходов в окружающую среду.

Также при строительстве были допущены просчеты при оценке потребности в складировании ТБО г. Лиски. В результате, рассчитанный на 20 лет эксплуатации, полигон может быть полностью заполнен уже к 8-9 году эксплуатации, что актуализирует вопрос о месте размещения нового полигона.

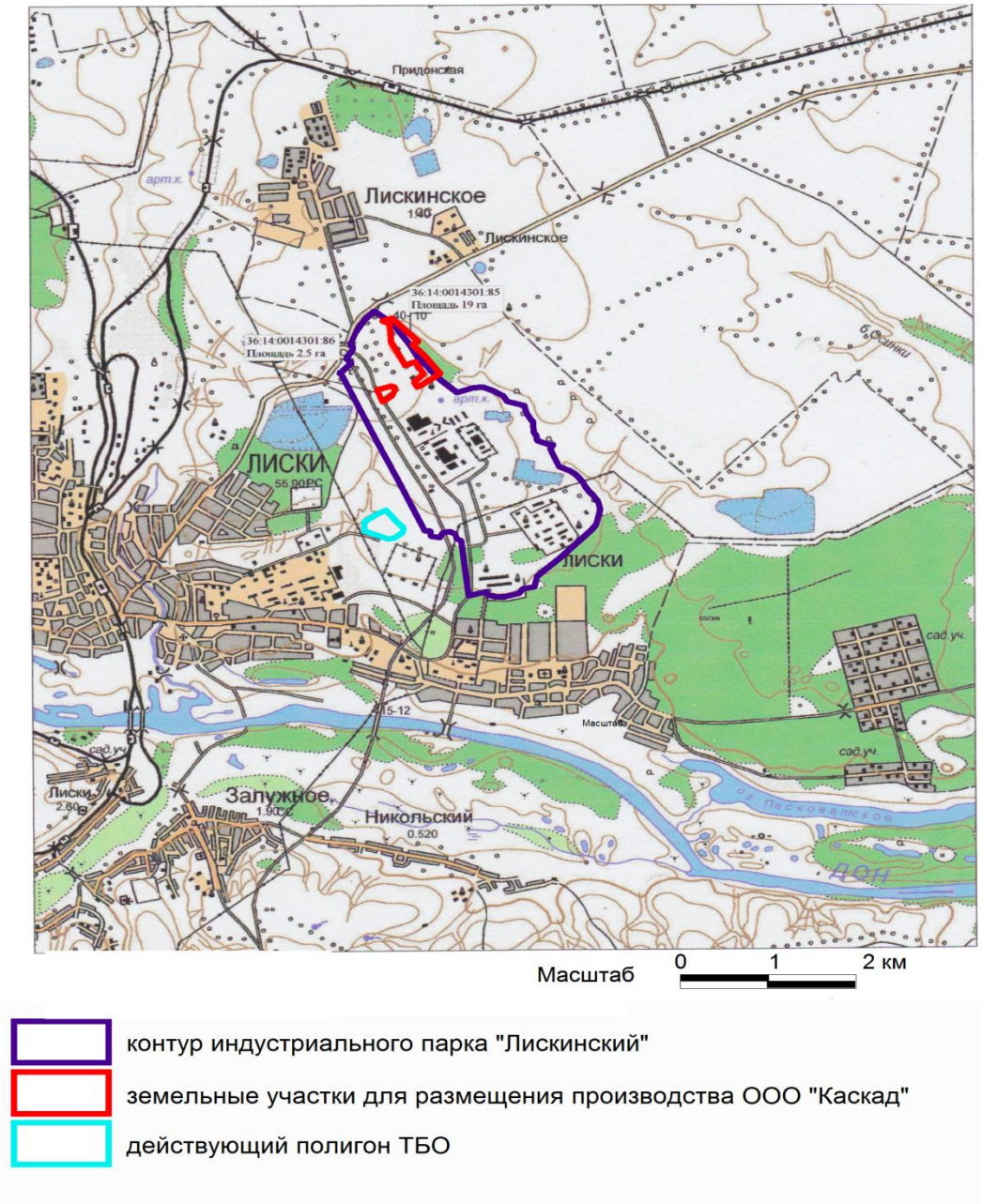


Рис. 4.5. План территории индустриального парка «Лискинский».

4.2. Полигон ТБО г. Россошь

Полигон ТБО г. Россошь, который входит в состав предприятия МУП Спецавтобаза «Коммунальник», предназначен для захоронения строительных и бытовых отходов. Размер промышленной площади: длина – 996,14 м, ширина – 195 м. (рис. 4.6, 4.7).

Рис. 4.6. Вытянутая с севера на юг территории полигона ТБО г. Россошь на 2010 г. (Яндекс.Карты)

Рис. 4.7. Южная часть полигона ТБО г. Россошь на 2010 г. (Яндекс.Карты)

Полигон занимает площадь 14,35 га (2008 г). Размер санитарно-защитной зоны – 1000 м. Он был сдан в эксплуатацию в 1987 году. К лету 2012 г. на полигоне скопилось 3156 тыс. м^3, или 98% от его емкости (Приложение 5). В сравнении с первоначальным проектом [137] общее количество захороненных отходов превысило проектную вместимость полигона более чем в 3 раза (рис. 4.8).

Полигон ТБО находится в пригородной зоне, на расстоянии 5 км от г. Россошь в юго-восточном направлении в балке «Яр Безымянный». На территории второй площадки располагается полигон ТБО и скотомогильник.

Вокруг территории предприятия находятся пустующие земли. Рельеф участка имеет ярко выраженный уклон в южном направлении, абсолютные высоты 92-114 м.

Участок полигона сложен практически водонепроницаемыми суглинками с $К_ф$ = 0,9 · 10^{-2} м/сутки. В геологическом строении площадки выделяются

аллювиально-пролювиальные отложения четвертичного и мелового периода на днище балок. Основанием котлована полигона служат твердые суглинки. Подземные воды залегают на глубине 76,5-77,98 м. Полигон принимает отходы населения и промышленных предприятий г. Россошь, а также имеется биотермическая яма для захоронения животных (скотомогильник) [137].

Рис. 4.8. Проектная и фактическая динамика заполнения полигона ТБО г. Россошь.

Результаты исследования состояния окружающей среды представлены в таблицах 4.4 – 4.8.

Таблица 4.4

Результаты химического анализа почв в окрестностях полигона ТБО*

Показатели	**2010 г. мг/кг**	**2011 г. мг/кг**	**ПДК (ОДК) мг/кг**
Нефтепродукты	81	99	-
Свинец	5,2	6,9	32
Кадмий	0,5	0,5	1
Медь	32,3	9,4	66
Цинк	23,7	17,3	110
Никель	8,6	6,8	40
Хром	0,7	0,5	-
Марганец	119	100	1500

**По данным ВФ ФБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по ЦФО».*

Таблица 4.5

Санитарно-гигиенические исследования почвы

Содержание на 2010 г.	мг/кг почвы
Мышьяк (валовое содержание)	0,71±,28
Ртуть (валовое содержание)	0,69±0,35
Нитраты	10,4±1,9

Таблица 4.6

Микробиологические исследования почвы

	2009		2010		Гигиени-ческий норматив
	Верхняя часть полигона	Нижняя часть полигона	Верхняя часть полигона	Нижняя часть полигона	
Индекс БГКП, к/г	8	10	10	14	1-10
Индекс энтерококков, к/г	Менее 10	Менее 10			1-10
Патогенные энтеробактерии, в том числе сальмонеллы в 1,0 г	Не выделены	Не выделены			Не допускаю тся
Общее количество бактерий, к/г			9,5х10	9,8х10	
Титр протея			Более 0,1	Более 0,1	

Таблица 4.7

Микробиологические исследования подземных вод

	2009				2010				Гигиенический норматив
	октябрь		ноябрь		март		сентябрь		
	Скважина № 1	Скважина № 2	Скважина № 1	Скважина № 2	Скважина № 1	Скважина № 2	Скважина № 1	Скважина № 2	
Общие колиформные бактерии (в 100 мл)	11,3	5	11,3	5	Не обнаружено	5	4	Не обнаружено	отсутствие
Термотолерантные колиформные бактерии (в 100 мл)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	отсутствие
Общее микробное число (в 1 мл)	92	18	92	18	152	4	207	12	Не более 50

Таблица 4.8

Санитарно-гигиенические исследования подземных вод

Мг/дм^3	2010			
	март		сентябрь	
	Скважина № 1	Скважина № 2	Скважина № 1	Скважина № 2
Цианиды (CN)	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Магний (Mg)	13,4±2,4	31,6±4,7	31,6±4,7	36,5±5,5
Мышьяк (As, суммарно)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ртуть (Hg, суммарно)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Свинец (Pb, суммарно)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Кадмий (Cd, суммарно)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Полигон рассчитан для функционирования до 2006 года, но период эксплуатации его впоследствии был продлен. В настоящее время полигон оказывает существенное воздействие на окружающую среду. Почвы в его окрестностях санитарно неблагополучные из-за систематического фекального загрязнения (Приложение 8). В почвах обнаружены повышенные концентрации кишечной палочки и фекального стрептококка. Обнаружено микробиологическое загрязнение подземных вод. Также в них отмечено повышенное содержание ряда химических элементов в т.ч. Mg. По расчетам автора ежегодно на полигоне образуется около 12240 $м^3$ фильтрата, который может представлять потенциальную опасность для подземных вод.

Исходя из вышеизложенного можно утверждать, что в настоящее время полигон ТБО г. Россошь нуждается в вводе в эксплуатацию второй очереди.

4.3. Полигон ТБО МКП «ПООО» г. Воронеж

Полигон ТБО МКП «ПООО» («Средний»), эксплуатировавшийся МКП «Производственное объединение по обращению с отходами», находится в Семилукском районе Воронежской области в отработанном карьере рудника «Средний» (рис. 4.9).

Ближайшие жилые постройки и открытые водоемы находятся на расстоянии более 1,5 км от площадки складирования ТБО, а садовые участки – на расстоянии 1 км на северо-восток. До ближайшей реки (р. Девица) – 2 км, до р. Дон 3,5 км. В геологическом строении территории района полигона преобладают разновозрастные пески и глины. На ложе и окрестностях полигона ТБО выявлено три водоносных горизонта: «верховодка» на глубине до 10 м с дебитом 0,66-1,2 $м^3$/час, повсеместного расположения не имеет; «надглиняный» терригенный до 25 м с дебитом 0,7 $м^3$/час; «подглиняный» мосоловский карбонатный до 200 м мощностью 3-10 $м^3$/час.

Рис. 4.9. Космический снимок полигона ТБО «Средний»

Захоронение отходов началось в 1986 г и в течение 7 лет велось стихийно в восточной части борта карьера рудника «Средний», причем на дне карьера не был оборудован защитный экран. В основном сбрасывались резинотехнические отходы шинного завода. Официально полигон ТБО начал свое действие в 1993 году, до этого сюда уже поступило порядка 350024 м³ промышленных и бытовых отходов. Общая вместимость объекта 4400 тыс. т. или 10670,0 тыс. м^3

Эксплуатация полигона ТБО началась согласно постановлению главы администрации г. Воронежа № 631 от 30.09.93 г. Но, как в то время, так и позже он не соответствовал экологическим требованиям. Получив отрицательные заключения государственных экспертиз комитета по охране окружающей среды и природных ресурсов г. Воронежа, центров Госсанэпиднадзора г. Воронежа и

Воронежской области, он официально так и не был введен в эксплуатацию. Работы по строительству в полном объеме завершены не были. На ложе полигона отсутствовало картирование под различные виды отходов. Отходы складировались неупорядоченной массой по контуру ложа с последующим сдвигом их бульдозером к центральной части. Высота отходов на ложе была неравномерна и колебалась от 0 до 15 метров от основания ложа. В центральной части ложа наблюдалось скопление фильтрата, которое по площади зеркала составляло порядка 30% от всей площади ложа полигона. То есть полигон с момента создания по настоящее время представляет серьезную экологическую опасность для окружающей среды.

В состав производственных мощностей полигона входят: его ложе площадью 8,2 га; артезианская скважина для снабжения полигона технической водой; пруды-накопители вод фильтрата (10000 м³, 5600 м³, 7220 м³); площадка биообезвреживания нефтесодержащих грунтов (1,1 га) с прудом испарителем объемом 1440 м³ и патерной (3 м³); биотермическая яма объемом 185 м³ для приема трупов животных; инсинератор для сжигания промасленных материалов производительностью до 5 кг/ч.

Для предотвращения негативного воздействия на окружающую среду ложе полигона (абсолютная отметка 129,5 м) состоит из двух слоев термостабилизированной полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм с промежуточным слоем мощностью 0,7 м (0,5 м – песок и 0,2 м – тяжелые суглинки) и покрывающим – 0,5 м слоем уплотненных тяжелых суглинков. Основанием отстойника (абсолютная отметка 127,5 м) является 0,5 м слой глины с коэффициентом фильтрации не выше 0,0000864 м/сут.

Прием, складирование и изоляция ТБО и жидких нечистот производилось круглосуточно. Количество ежегодно накапливаемых на полигоне ТБО отходов составляло порядка 1150000 $м^3$/год (около 3100 $м^3$/сут.). На полигоне выполнялись прием в неуплотненном состоянии, депонирование и изоляция ТБО.

В результате к настоящему времени полигон, по данным Администрации Воронежской области оказался загружен на 232% от проектных величин, что ускорило открытие нового полигона.

Кроме ТБО, полигон принимает отходы 3-4 классов опасности: для биообезвреживания – нефтесодержащие грунты и осадки от моек автотранспорта (НСГ); для инсинерации – промасленные материалы (ветошь, автомобильные фильтры, опилки). Ежегодно на полигон поступало порядка 1,0-1,5 млн. м³ (250-375 тыс. т) ТБО; нефтесодержащих грунтов – 190-200 т при максимально возможном количестве приема до 1000 т; промасленных материалов – 80-100 т. Также поступали биологические отходы – 2500-3000 трупов животных и птиц (табл. 4.9). Складирующиеся ТБО уплотнялись и изолировались грунтом из отвалов рудника «Средний», строительным мусором.

Таблица 4.9

Динамика заполнения полигона ТБО

Период времени, год	1.08.93-1.11.95	1.11 - 1.12.95	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	1.01 - 1.10. 2003
Тыс. м	350,0	42,5	1041,4	1010,6	1038,2	71, 3	1051,1	1230,1	1415,1	1374,3
Итого, тыс. м	**9525,1**									

В окрестностях полигона постоянно осуществлялся мониторинг состояния окружающей среды. Отбор проб почвогрунтов и техногенных образований производится в 21 точке, атмосферного воздуха в 10 точках, поверхностных вод (р. Дон и р. Девица, пруды и карьерные воды) – в 14 точках на удалении 100-3250 м. от полигона, подземных вод из 17 наблюдательных гидрогеологических и 1 эксплуатационной скважин, расположенных на расстоянии 50-3250 м от полигона, вод фильтрата в 2 точках. Мониторинговые исследования выявили существенное воздействие полигона на окружающую среду.

Полигон ТБО г. Воронеж в руднике «Средний» Семилукского района эксплуатировался с серьезным отступлением от требований нормативных документов. На начальной стадии захоронения ТБО отсутствовали водоотводные канавы. Пруды – испарители в весеннее время переполнялись и осуществлялся сток загрязненных вод из полигона. Происходит истечение фильтрата с территории полигона и накопление его в естественных понижениях рельефа [77]. Химический состав фильтрата чрезвычайно сложен. Многие соединения в нем встречаются в чрезвычайно высоких концентрациях: ХПК – 1500-51000 мг/л, БПК – 1500-4800 мг/л, сульфаты - 650-2900 мг/л, хлориды -650-2900 мг/л, железо - 200-1700 мг/л [75].

Техногенный горизонт (верховодка) в районе секции складирования ТБО основательно загрязнен фильтратом. Концентрации ингредиентов-индикаторов (хлориды, аммоний, железо общее) находятся на уровне концентрация этих ингредиентов в фильтрате и в десятки раз превышают ПДК для питьевой воды. Верховодка носит линзовый характер и не имеет направленного подземного потока, однако, нет препятствий для проникновения загрязнений в аптский горизонт (грунтовые воды).

В грунтовые воды в районе секции складирования ТБО и ниже по потоку поступают загрязненные воды фильтрата из техногенного горизонта, о чем свидетельствует повышение концентрации ингредиентов-индикаторов: сухой остаток (2,2 ПДК), хлориды (1,7 ПДК), железо общее (136 ПДК).

Результаты исследований показывают тенденцию к увеличению содержания в грунтовых водах загрязняющих компонентов (рис. 4.10).

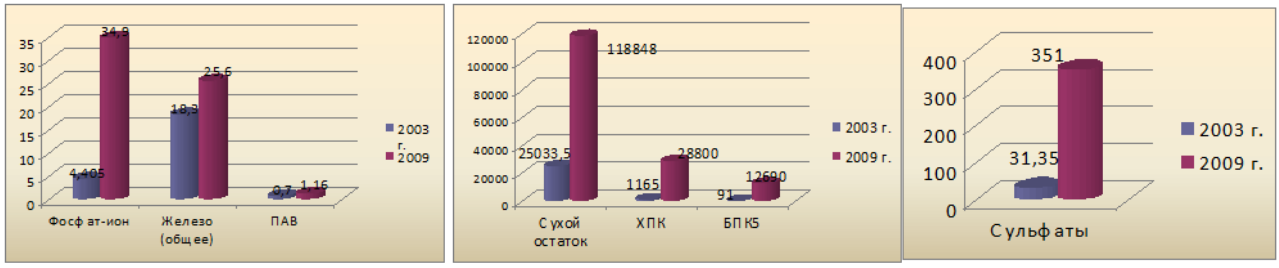


Рис. 4.10. Динамика загрязнения грунтовых вод полигона ТБО

Подземные воды также активно загрязняются фильтратом. В частности по тяжелым металлам ПДК превышены в сотни раз, а по фенолам в 50 раз [75, 78]. Через горизонты подземных вод возможно загрязнение воды в реках Девица и Дон [75].

Проведенные исследования показали, что из 41 контролируемого показателя исследования состояния подземных вод в скважинах на глубине до 5 м по 12 ингредиентам обнаружены превышения от 2 до 607 ПДК, а в скважинах на глубине до 18 м по 5 ингредиентам обнаружены превышения ПДК от 1 до 9 раз.

По результатам обследования периметра действующей секции складирования ТБО, установлено, что фильтрат в виде 3-х ручьев истекает из основания, изолированного пленкой, и накапливается в сборниках фильтрата. Всего таких сборников фильтрата насчитывается 10, и только 1 из них оборудован по проекту в открытом грунте. Остальные являются естественными углублениями рельефа местности и заполнены водами фильтрата. Всего, таким образом, поступает – 0,77 л/с или 24283 м^3/год фильтрата. Фильтрат имеет сложный состав (табл. 4.10).

Таблица 4.10

Состав фильтрата полигонов ТБО (мг/дм^3) (по различным источникам).

№ п/п	Наименование ингредиента	Полигон ТБО г. Воронеж	Другие полигоны ТБО
1	Водородный показатель	7,5-8,45	6-9,1
2	Взвешенные вещества	1243-2348	860-1600
3	Сухой остаток	9962-40105	1000-27940
4	Сульфаты	30-32,7	20-2900
5	Сульфиды	12,7	110
6	Хлориды	300-500	100-8875
7	ХПК, мгO_2/дм^3	370-1960	100-51000
8	БПК$_5$, мгO_2/дм^3	74-108	200-15000
9	Аммоний-ион	270-2323	20-4750
10	Нитрит-ион	12,5	20-500
11	Нитрат-ион	553,8-1860	20-500
12	Фосфат-ион	2,45-6,36	5-130
13	Железо общее	2,6-34	25-1700

Продолжение табл. 4.10

14	Медь	0,15-0,43	0,1-9
15	Никель	0,2-0,43	0,01-0,8
16	Цинк	2,82-5,23	1-135
17	Хром трехвалентный	0,26-22,11	0,05-0,5
18	Хром шестивалентный		
19	Марганец	1,7-9,09	--
20	Кадмий	0,061-0,04	0,01-0,5
21	Свинец	0,16-0,68	0,05-0,5
22	ПАВ	0,7	29-67
23	Нефтепродукты	275-380	--
24	Натрий	--	1500
25	Кальций	240	100-1200
26	Магний	76	150
27	Ртуть	0,005-0,0008	--

Постепенно проникая в подземные водоносные горизонты, фильтрат загрязнял их (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Максимальное превышение концентрации загрязняющих веществ в фильтрате и горизонте техногенных образований горизонте над м.р. ПДК

Вещества	Фильтрат				Техногенный водоносный горизонт					
					1998 г.		1999 г.		2000 г.	
	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	скв. 13	скв. 17	скв. 13	скв. 17	скв. 13	скв. 17
Аммоний	135-1161	135	1040	1126	64	53-107	124	42-560	3-4	607-971
Нитраты	12-413		< ПДК	< ПДК	85	1,3	< ПДК	< ПДК	< ПДК	< ПДК
Хлориды	1,4	2,9	13,2	14,6	3,2	6-7	12	13	2,8	12-13
Натрий			13,4	16-17	4,9	6-7	2-13	15	2,4	13-15
Железо	9-96	11	120	119-238	1273	3-40	243-577	167-225	ПДК	22-163
Марганец	17-90	9	1,6	22-36	21,7-146	1,6	6-36	31-90	6,1	3
Бор			26,1-28,9	48-49			3	22	2,3	23
Барий			50	50-60	1,4	2	20	10	30	40
Сухой остаток	10-40	6	20,7	21	2	7	1,1	12-15	3	15
ХПК	74-392	1419	292-308	278-316	2-14	30,4-35,8	80-101	95-394	13-20	120

Исследования, проведенные в 2009 г., выявили в водоносном горизонте техногенные образования спорадического распространения (ВГ $thQh^2$), развитое на свалке превышение ПДК по общей минерализации – 18,5 г/дм^3

(ПДК 1,0 г/дм^3), общей жесткости – 24,46 мг-экв/дм^3 (7,0 мг-экв/дм^3), окисляемости перманганатной 577,5 мг/дм^3 (5,0 мг/дм^3), аммиаку – 640,0 мг/дм^3 (2,0 мг/дм^3), хлоридам – 3616 мг/дм^3 (350,0 мг/дм^3), марганцу – 15,04 мг/дм^3, боратам – 2,0 мг/дм^3, барию – 5,0 мг/дм^3. В подземных водах ВГ thQh^2 превышены ПДК по общей жесткости, окисляемости перманганатной, железу общему, марганцу [127].

В водоносном горизонте нижнемеловых отложений (ВГ К1) превышены ПДК по общей минерализации, общей жесткости, окисляемости перманганатной, аммиаку, железу, хлоридам, боратам.

Загрязненный поток подземных вод имеет юго-восточное направление в сторону р. Дон. По прогнозным расчетам фронт загрязненных подземных вод достигнет реки к 2089 г (табл.4.12, табл. 4.13.).

Загрязнение поверхностных вод, родников, колодцев и скважин в населенных пунктах, расположенных севернее полигона, маловероятно, так как здесь на поверхности грунтовых вод проходит водораздел, препятствующий их распространению (рис. 4.11).

Таблица 4.12

Время продвижения загрязненных подземных вод аптского горизонта до объектов

№ п/п	Этап, объект	$V_{ист}$, м/сут.	L, м	Время прохождения этапа и достижения объекта	
				Сутки	годы
1	1 этап	0,07	625	8928	24,5
2	2 этап	0,12	750	6250	17,1
3	Пруд	--	1375	15178	41,6
4	3 этап	0,10	1500	15000	41,1
5	С. Подпольное	--	2875	30178	82,7
6	4 этап	0,14	700	5000	13,7
7	Р. Дон	--	3575	35178	96,4

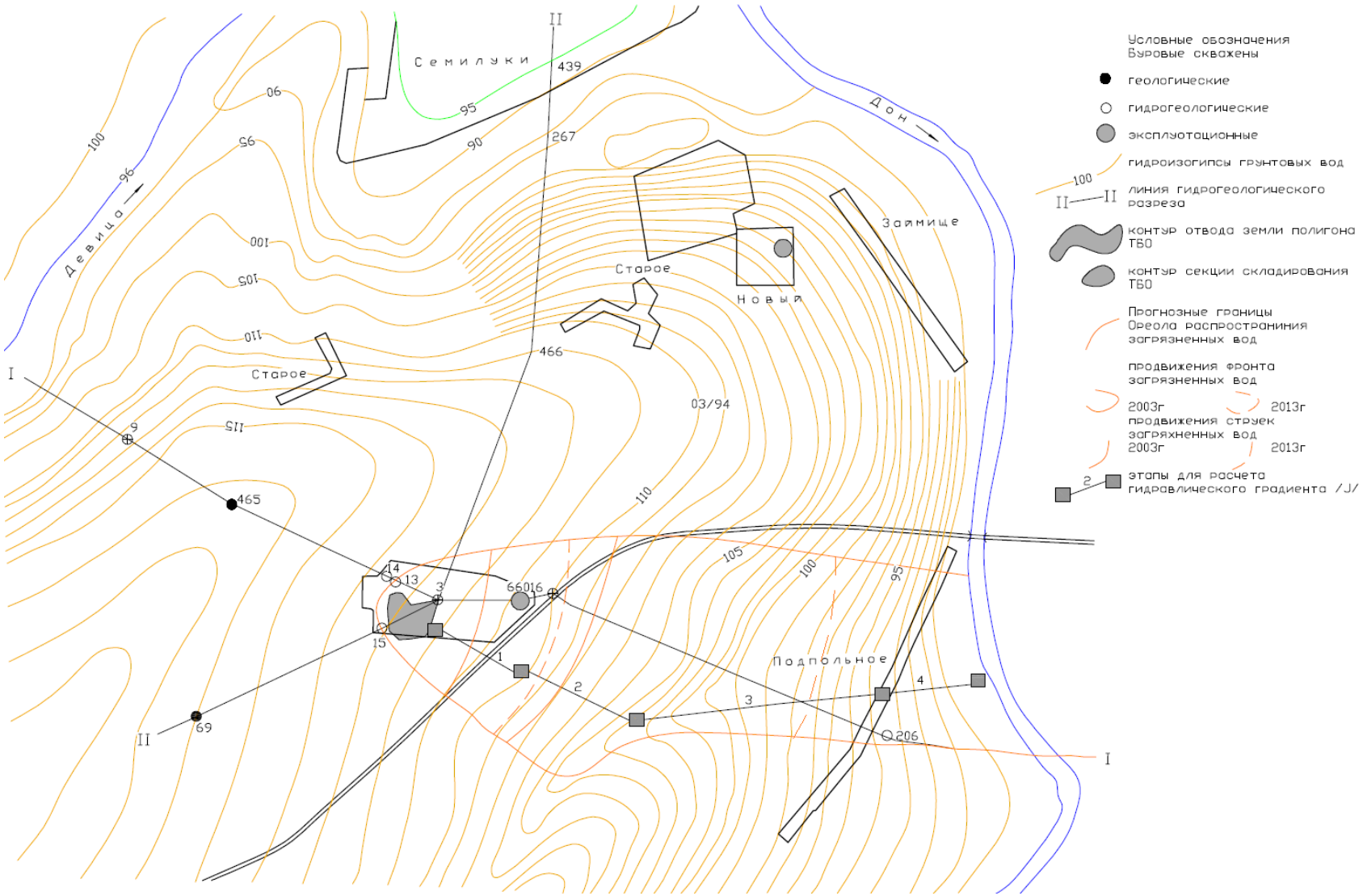


Рис. 4.11. Фронт загрязнения грунтовых вод в окрестностях полигона ТБО «Средний»

Согласно расчетам (см. методику расчетов в п. 1.6) к 2022 г. загрязненные подземные воды аптского водоносного горизонта подойдут к р. Дон. Фронт загрязненных подземных вод окажется здесь к 2089 г (табл. 4.13).

Таблица 4.13

Границы продвижения фронта загрязненных подземных вод аптского горизонта от полигона ТБО

№ п/п	Период	$V_{ист}$, м/сут.	Количество		Расстояние от полигона (граница), м
			лет	суток	
1	1993-2003	0,07	10	360	255
2	2003-2013	0,12	10	3650	438
3	1993-2013	0,095	20	7300	693
4	1993-2089	0,102	96,4	35178	3575

Результаты анализов проб воздуха в окрестностях полигона показали, что содержание вредных веществ в воздухе не превышают допустимых норм, однако в 1994 г. отмечено появление в воздухе фенолов в точке, находящейся в непосредственной близости от места размещения отходов, прием и складирование которых велись без соблюдения технологических и санитарно-гигиенических норм (табл. 4.14).

Таблица 4.14

Результаты анализа проб воздуха в окрестностях полигона (1994 г.)

Загрязняющее вещество	Минимальное и максимальное содержание загрязняющих веществ, мг/м^3		ПДК М.р., мг/м^3	ПДК Р.з., мг/м^3
	Ложе полигона	Прилегающая территория		
Оксид углерода	1,0 – 4,0	0,5 – 2,1	5	20
Диоксид азота	0,014 – 0,37	0,02 – 0,37	0,4	2
Аммиак	0,0024	Н/о*	0,2	20
Пыль	0,36 – 0,56	Н/о	0,5	4
Диоксид серы	0,05 – 0,2	0,035	0,5	10
Фенол	0,01 – 0,12	Н/о	0,01	0,3
Формальдегид	0,01	0,001	0,035	0,5

*- не обнаружен

Более поздние исследования (1998-2000 гг.) свидетельствуют, что содержание основных нормируемых ингредиентов в воздухе не превышают допустимых значений, диоксид серы (0,02 ПДК) и фенол (0,01 ПДК) обнаружены в следовых количествах, содержание метана в атмосферном воздухе не обнаружено. Отмечаемые превышения концентраций по пыли (4 ПДК) и сероводороду носят нестабильный характер (табл. 4.15).

Таблица 4.15

Результаты анализа проб воздуха в окрестностях полигона (2000 г.)

Загрязняющее вещество	Минимальное и максимальное Содержание загрязняющих веществ, мг/м^3		ПДК М.р., Мг/м^3	ПДК р.з., мг/м^3
	Ложе полигона	Прилегающая территория		
Оксид углерода	1,0 – 4,7	1,0 – 3,0	5	20
Диоксид азота	0,013 – 0,05	0,01 – 0,04	0,4	2
Аммиак	0,01 – 0,06	0,01 – 0,03	0,2	20
Пыль		0,1 – 2,0	0,5	4
Сероводород	0,08 – 0,6	0,004 – 0,0113	0,008	10

Необходимо отметить, что за время эксплуатации полигона ТБО с 1993 года не отбирались пробы и не проводился химический анализ проб воздуха от прудов-испарителей, от инсинератора для сжигания промасленных ветоши и фильтров, от площадки биообезвреживания грунтов и опилок, загрязненных нефтепродуктами, от зоны разгрузки мусоровозов и складирования ТБО с помощью бульдозеров при одновременной работе мусоровозов и бульдозеров.

В период 1997-2000 гг. на полигоне был проведен комплекс природоохранных мероприятий, направленный на предотвращение возникновения аварийных ситуаций, прежде всего связанных с аварийными разливами и выдавливаниями фильтрата. Увеличена вместимость основного отстойника до 9500 м^3, построены: дополнительный отстойник и аварийный пруд-накопитель вместимостью 5600 м^3 и 7200 м^3 соответственно, нагорная водоотводная канава протяженностью 756 м, заградительные дамбы на юго-

востоке и северо-востоке ложа полигона. Это позволило в незначительной мере снизить техногенную нагрузку на окружающую среду.

Таким образом, можно утверждать, что характеризуемый полигон ТБО представляет и будет представлять в будущем серьезную экологическую опасность. Основная опасность заключается в загрязнении поверхностных и подземных вод образующимся фильтратом, в загрязнении воздуха во время пожаров. Кроме того полигон представляет значительную санитарно-эпидемиологическую опасность для местного населения. В настоящее время он должен пройти рекультивацию. Необходимо сооружение поверхностного защитного экрана. Проблема проникновения фильтрата в подземные воды пока не может быть решена.

4.4. Полигон ТБО г. Воронеж «Каскад»

Полигон для захоронения ТБО «Каскад» создан на территории Семилукского района в юго-восточной части карьера «Средний» глубиной до 50 м рядом с автодорогой «Курск-Воронеж» (рис. 4.12). Он предназначен для утилизации ТБО правобережной части г. Воронежа. Полигон рассчитан на 35 лет работы. Максимальная высота складирования отходов – 58 м.

Необходимость его строительства возникла в связи с тем, что существующий с 1993 г. полигон «Средний» не соответствует экологическим и санитарным нормам (рис. 4.12) [172]. В перспективе полигон планируется дополнить мусоросортировочным заводом.

Полигон был открыт в ноябре 2011 г. Его общая площадь – 61,5 га, в т.ч. для размещения отходов 34,9 га, для обслуживания – 26,6 га. Площадь зоны складирования 1-й очереди полигона – 108767,3 м^2. В его состав входят водоотводная канава, колодец для сбора фильтрата, дренажная система отвода фильтрата длиной 402 м.

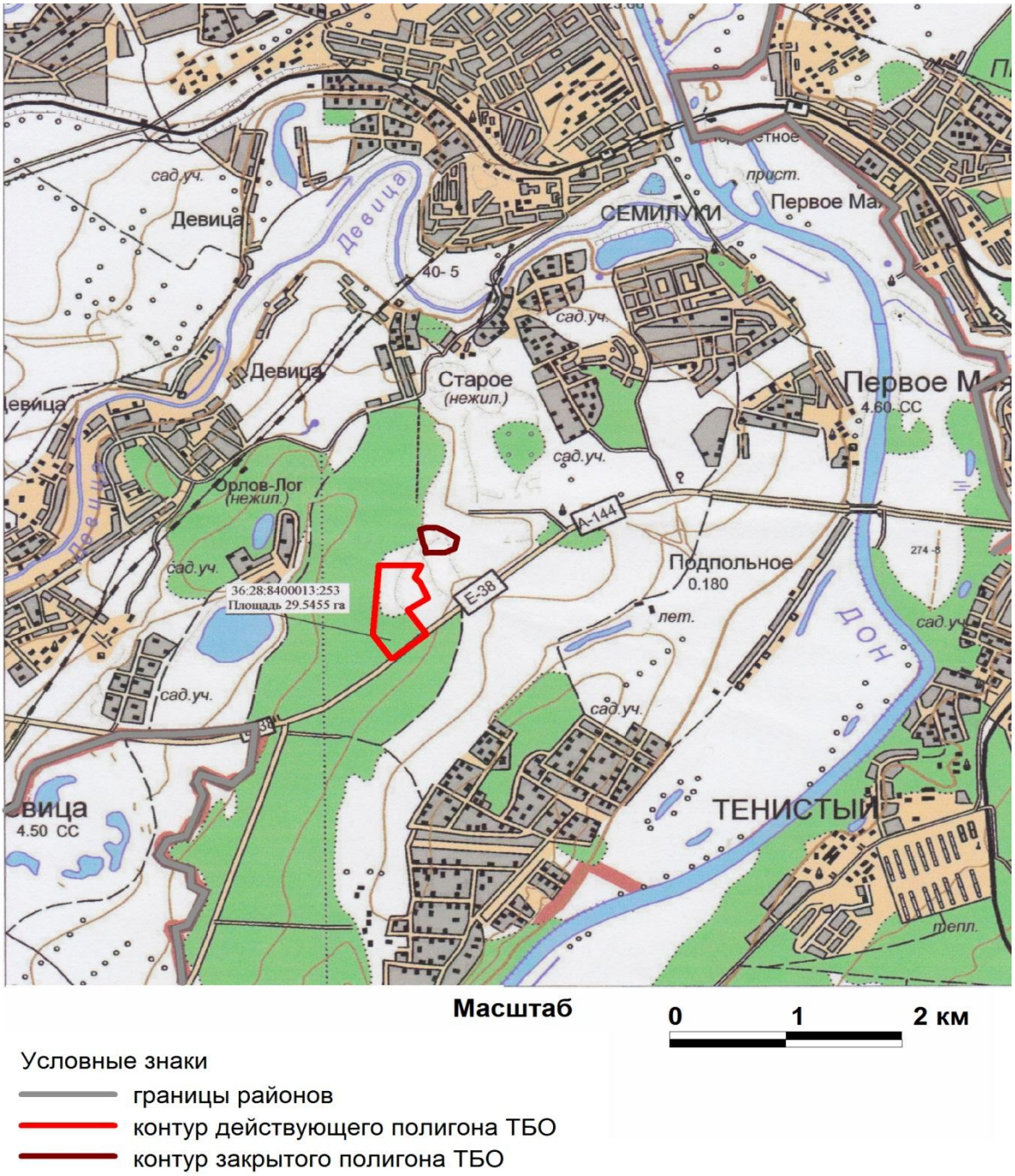


Рис. 4.12. Схема расположения закрытого и действующего полигонов ТБО в карьере рудника «Средний» Семилукского района Воронежской области.

Полигон оборудован двумя пожарными резервуарами по 50 м^3 воды и контрольной дезинфицирующей ванной площадью 24 м^2. Ближайший населенный пункт с. Старое находится в 2 км от границ полигона, до ближайших садовых участков – 1120 м (рис. 4.13).

Рис. 4.13. Космический снимок территории карьеров рудника «Средний» Семилукского района Воронежской области. (Google Earth, 30.05.2011)
Обозначения: 1 – полигона ТБО ООО «Каскад», 2 – закрытый полигон МКП «ПООО», 3 – место планируемой 2-й очереди полигона ТБО ООО «Каскад», 4 – полигон ООО «Воронеж ТБО».

Планируется, что полигон будет принимать 2,27 млн. м^3 или 425 тыс. т. отходов в год (от 400 до 450 тыс. т.) или 6219,2 м^3/сут. Расчетная вместимость полигона составила 9,475 млн. м^3 отходов.

Проект полигона предусматривает ряд мероприятий по защите окружающей среды. На его горизонтальном днище создается защитный экран из глины мощностью 0,5 м, поверх которого укладывается изолирующий слой из местного грунта толщиной 0,25 м. Глина защитного экрана, согласно расчетам проектировщиков, выдержит давление 600 кПа/м^2 или 60 т/м^2 от веса

58-метровой толщи мусора (Приложение 6). Предварительно были проведены анализы проб воды, воздуха и почвы в районе полигона (Приложение 7).

Также глиной уплотняются откосы полигона. Предусмотрена водоотводная канава по периметру полигона, предотвращающая стекание в полигон вод с поверхности, что снизит количество образующегося фильтрата. Мусор, поступающий на полигон, распределяется бульдозером и уплотняется катком по отведенной на данные сутки карте слоем 0,2-0,3 м. В результате плотность ТБО может достигать 1 т/м^3. После формирования слоя мощностью 2 м, он засыпается промежуточным изолирующим слоем мощностью 0,15 м из местного материала или строительных отходов, которые распределяются и уплотняются бульдозером. На полигоне имеется система сбора фильтрата. Верхний рекультивационный слой полигона (финальное покрытие) в будущем предполагается выполнить из глины (суглинка) с коэффициентом фильтрации не более 10^{-3} см/сут. Толщиной 0,4 м и насыпного слоя почвы толщиной 0,2 м.

Воздействие на окружающую среду в период строительства полигона незначительно (автомобильными выхлопами, пылью и др.). Общие выбросы около 13,8 т/год. В период эксплуатации полигон будет загрязнять воздух метаном, оксидами углерода, диметилбензолом, диоксидом азота, формальдегидом, диоксидом серы, этилбензолом, сероводородом, аммиаком, толуолом. Почти все работы здесь связаны с попаданием в атмосферу пыли. В целом в период эксплуатации полигона в атмосферу будут выбрасываться загрязняющие вещества 16 наименований, образующие 8 групп суммации. Валовой выброс загрязняющих веществ составит 1779,7511 т/год (по расчетам, выполнявшимся УПРЗА «Эколог» версия 3.0), максимальный разовый – 1622,4848 г/с. Предполагается, что превышения ПДК ни по одному из загрязняющих веществ не произойдет. Акустическое воздействие от полигона, оценивавшееся с помощью компьютерной программы «Шум» ЗАО НПП «Логус», на границе санитарно-защитной зоны полигона может достигать 20 дБа, на границе полигона 34 дБа, что не выше допустимых значений. Снижают

шум лесополосы, расположенные между полигоном и ближайшим населенным пунктом. Планируется, что защитные экраны на днище и стенках полигона предотвратят загрязнение подземных вод.

Полигон ТБО ООО «Каскад» открылся в конце 2011 г. и пока сложно однозначно оценивать его воздействие на окружающую среду. До настоящего времени серьезных нареканий у экологов его работа не вызывает. Данный полигон сооружен в соответствии с существующими экологическими требованиями. Информация об экологическом состоянии территории полигона, полученная на этапе строительства должна стать базой для дальнейшего мониторинга состояния окружающей природной среды.

4.5. Рекомендации по минимизации негативного воздействия полигонов на окружающую среду

Анализ ситуации, сложившейся в сфере обращения с отходами в Воронежской области, показал необходимость проведения комплекса природоохранных мероприятий. Полигоны ТБО требуют немалых площадей землеотводов и представляют значительную долговременную экологическую опасность для прилегающих территорий. Однако именно полигонное депонирование является наиболее распространенным, простым и недорогим способом обращения с отходами. Первоочередной задачей является разработка рекомендаций по минимизации негативного воздействия полигонов ТБО на окружающую среду, учитывающие природно-экологические особенности региона. Ситуация с утилизацией отходов, сложившаяся в различных природно-ландшафтных районах Воронежской области представлена в табл. 4.16.

Северо-западный район располагается на Среднерусской возвышенности. Для этого района характерно значительное овражно-балочное расчленение, что осложняет выбор места для полигона ТБО. Эрозионные формы рельефа обычно достигают карстующихся девонских известняков,

следовательно, размещать в них подобные объекты не рекомендуется. Оптимальный вариант размещения полигона – на водоразделах.

Таблица 4.16

Утилизация отходов в Воронежской области*

Район	Площадь, тыс. км^2	Общее кол-во отходов, тыс. м^3	Количество			Необходимое количество полигонов
			Полигонов	Санкционированных свалок	Несанкционированных свалок	
Северо-западный	2,3	58,5	3	33	4	1
Западный	13,2	43,5	4	41	60	2
Южный	11,2	42,1	1	88	4	2
Центральный	2,5	199,7	4	32	19	-
Северо-восточный	12,5	43,7	–	174	141	6
Юго-восточный	10,7	39,3	3	105	12	1
Итого	52,4	426,8	15	473	240	12

Особое внимание на полигонах этого района должно уделяться прочности водонепроницаемого основания. В случае если основание пленочное, следует ограничить давление на него отходов. Район опасен по карсту и дополнительное давление мусора может вызвать разрушение подземных полостей, прорыв пленки и поступление фильтрата в подземные воды. Для полигонов здесь лучше всего подходит мощное глинистое основание.

Северо-восточный район характеризуется наибольшим для области ГКО, т.е. здесь наиболее интенсивно образуется фильтрат, а учитывая опасность загрязнения им подземных вод, необходима расширенная программа мониторинга их состояния. Для полигона, построенного в районе, обязательны системы отведения фильтрата. Наблюдательные скважины должны сооружаться со всех сторон от полигона и на удалении от него вниз по потоку подземных вод

Повышенное внимание при проведении мониторинга здесь уделяют мониторингу складирования отходов, подземных вод и мониторингу состояния воздуха, т.к. преобладающий в области западно-восточный перенос переносит загрязненный воздух отсюда на территорию г. Воронеж.

Западный район также как и Северо-западный расположен на Среднерусской возвышенности и по характеру рельефа напоминает предыдущий район. Долинно-балочная сеть достаточно густая, она нередко вскрывает мела верхнемелового возраста и к флювиальным процессам присоединяется карст. Как следствие, большая часть балок является фильтрующими и непригодными для размещения полигонов. Полигоны здесь следует размещать на ровных участках со слабоводопроницаемыми грунтами. Полигоны должны иметь мощные глинистые защитные экраны. Для предотвращения деформации основания полигона из-за мелового карста рекомендуется создание дополнительного слоя основания из покрышек и песка. На севере района полигоны должны быть хорошо экранированы сверху для предотвращения загрязнения атмосферы.

При осуществлении мониторинга состояния полигона наибольшее внимание следует уделять изучению состояния подземных вод, создавая большее количество наблюдательных скважин. В районе не рекомендуется размещать высоконагружаемые полигоны из-за высокой опасности повреждения основания.

Южный район так же, как и предыдущие, располагается на Среднерусской возвышенности и во многом их напоминает. Долинно-балочная сеть нередко вскрывает мела верхнемелового возраста. Многие балки являются фильтрующими и непригодны для размещения полигонов. В связи с неблагоприятными гидрогеологическими условиями большей части территории повышенное внимание необходимо уделять мониторингу подземных и поверхностных природных вод.

Отличием от предыдущих районов является меньшее ГКО и, соответственно, меньшие величины образования фильтрата. Это снижает потенциальный риск загрязнения им окружающей среды. Наибольшие в области летние температуры воздуха при небольшом количестве осадков в летние месяцы способствуют активному испарению фильтрата. В летние

месяцы его количество может резко снизиться. Наибольшую опасность фильтрат здесь представляет весной. Летние засухи повышают риск возгорания отходов. Полигоны этого района должны иметь все необходимые средства пожаротушения, в т.ч. емкости с водой.

Характерной особенностью **Центрального района** является повышенная роль песчаных грунтов в геологическом строении. В этом районе находятся долины рек Дона и Воронежа с крупными поймами и террасами, сложенными древнеаллювиальными песками четвертичного возраста. Подобные участки крайне неблагоприятны для сооружения полигонов ТБО в геологическом и гидрогеологическом отношении, и поэтому не рекомендуется сооружать полигоны на террасах и в поймах рек района.

В то же время в районе имеются достаточно крупные населенные пункты, в которых образуются значительные объемы отходов и которые местные власти предпочитают размещать недалеко от них.

Для местных полигонов рекомендуется мощный нижний экран, не подверженный деформациям и стойкий к разрывам. В противном случае через трещины основания полигона фильтрат с него за короткий срок может достигнуть тек Воронеж и Дон. Поэтому повышенное внимание здесь должно уделяться мониторингу за состоянием поверхностных и подземных вод.

Северо-восточный район приурочен к Окско-Донской низменности с плоскими водоразделами и слабо врезанной овражно-балочной сетью. Большая часть района по особенностям рельефа и геологическому строению превосходно подходит для размещения полигонов ТБО. Среди рельефообразующих пород преобладают ледниковые четвертичные суглинки, хорошо защищающие подземные водоносные горизонты. Во многих частях района они являются естественным защитным экраном и искусственный не требуется. В то же время на Окско-Донской низменности нередко близко к поверхности находится верховодка, наблюдается переувлажнение земель и суффозия. Эти явления характерны для междуречного недренированного типа

местности, наименее подходящего в районе для размещения подобных объектов. Наиболее опасным временем для загрязнения вод фильтратом является весна, когда верховодка соединяется с поверхностными водами и может загрязняться фильтратом с полигонов. Снижает негативный эффект от этого небольшое количество фильтрата в это время, а также то, что основная масса отходов в начале половодья еще не успевает оттаять. Тем не менее важно предотвратить подобные явления. Для этого рекомендуется система дренажа верховодки вокруг полигона ТБО, а также сооружение защитных валов. Наблюдение за состоянием вод в районе можно проводить по сокращенной программе. Количество наблюдательных скважин (кроме районов развития верховодки) можно ограничить одной, находящейся ниже по потоку подземных вод. В данном районе допустимо создание высоконагружаемых полигонов.

Юго-восточный район находится на Калачской возвышенности. Среди рельефообразующих пород здесь преобладают ледниковые суглинки, пески и глины палеогена, мела верхнемелового возраста. Размещать полигоны рекомендуется в местах распространения четвертичных суглинков и палеогеновых глин. Затруднять строительство полигонов могут часто встречающиеся овражно-балочные комплексы. Так же, как и в Южной районе, ГКО невелико, что способствует менее интенсивному формированию фильтрата, но требует дополнительных средств пожаротушения.

По ограниченной программе в районе может проводиться мониторинг складирования отходов и состояния подземных вод. Здесь, как и в Северо-восточном районе, допустимо создание высоконагружаемых полигонов.

В целом об особенностях проведения мониторинга состояния полигонов ТБО в различных частях Воронежской области можно судить по данным таблицы 4.20

Таблица 4.17

Система геоэкологического мониторинга территорий полигонов ТБО в Воронежской области с учетом природно-ландшафтного районирования

Район	Система мониторинга полигона ТБО									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Северо-западный	+	++	+	+	++	++	++	+	+	+
Западный	+	++	+	+	++	++	++	+	+	+
Южный	+	+	+	+	+	++	++	+	+	+
Центральный	+	+	+	+	+	++	++	+	+	+
Северо-восточный	+	*	+	+	+	*	++	+	+	+
Юго-восточный	+	*	+	+	+	*	+	+	+	+

+ – мониторинг проводится по обычной программе;

++ – мониторинг проводится по расширенной программе;

* – мониторинг проводится по сокращенной программе.

1. Мониторинг поступающих отходов
2. Мониторинг складирования отходов
3. Мониторинг санитарно-защитной зоны
4. Мониторинг шумового загрязнения среды
5. Мониторинг состояния атмосферного воздуха
6. Мониторинг состояния подземных вод
7. Мониторинг поверхностных вод
8. Мониторинг почв
9. Мониторинг растительности
10. Мониторинг противоэпидемиологических мероприятий

К общим рекомендациям по размещению и эксплуатации полигонов в Воронежской области можно отнести следующие:

1. Необходимо отслеживать состав отходов, поступающих на полигон, избегая запрещенных к захоронению отходов.
2. Вокруг полигонов необходимо высаживать многорядные лесополосы, которые способствуют снижению уровня шума вокруг объекта,

удерживают снег, не давая ему проникать на полигон, улавливают легкие отходы разносимые ветром и пр.

3. Система землеустройства должна разрабатываться с учетом санитарно-защитных зона полигонов, в пределах которых недопустимо выращивание сельскохозяйственной продукции.
4. Для предотвращения загрязнения воздуха и распространения инфекций поверхность отходов в теплый период года следует покрывать грунтом, строительными или другими инертными отходами не реже 1 раза в 3 дня.
5. Поскольку полигон ТБО является объектом повышенной экологической опасности, необходимо осуществлять комплексный мониторинг его состояния.

Проблема утилизации и захоронения отходов является чрезвычайно актуальной для Воронежской области. Учитывая современные тенденции в решении этого вопроса в нашей стране и за рубежом, можно утверждать, что в ближайшей перспективе захоронение отходов на полигонах останется наиболее востребованным. На конец 2012 г. в области зарегистрировано 15 полигонов ТБО, 473 санкционированные свалки и 240 несанкционированных свалок. По нашему мнению, фактическое количество последних во много раз больше. В сельской местности практически отсутствует практика централизованной утилизации отходов, местные жители складируют их на территории и возле домовладений, в лесополосах и лесных массивах, ближайших оврагах и балках и т.п. В небольших районных центрах контейнеров для сбора мусора явно недостаточно. Вблизи крупных городов, в частности г. Воронеж, несанкционированных свалок также много. Практически везде захламлены места массового отдыха у рек, в лесных массивах и т.п.

Данная проблема требует быстрейшего решения. В области должна быть разработана централизованная схема утилизация мусора во всех населенных пунктах, сооружены новые полигоны ТБО, в местах отдыха следует установить

контейнеры для сбора ТБО, а также необходима агитационная и образовательная программа для населения.

Подробнее остановимся на вопросе создания новых полигонов. Их строительство должно быть увязано с демографическим прогнозом изменения численности населения в населенных пунктах области и, соответственно, величинами образования отходов.

Так как целью данной работы не является составление демографического прогноза, то примем упрощенный его вариант, по которому будет продолжать увеличиваться население г. Воронеж, будет расти или останется на современном уровне численность населения районных центров, относительно крупных городов и п.г.т., не являющихся райцентрами. Численность населения сельских населенных пунктов будет постоянно снижаться, и значительная часть небольших сел в ближайшее время полностью исчезнет. Следовательно, в полигонах достаточной вместимости нуждаются районные центры области. Город Воронеж в настоящее время ими обеспечен.

На рисунке 4.14 представлена предлагаемая автором принципиальная схема расположения полигонов в области, которые разделены на 4 группы.

1 группа – действующие полигоны, имеющие лицензию (11 полигонов). Почти все они нуждаются в реконструкции, в повышении безопасности складирования отходов. Если эти полигоны будут закрыты, что вероятнее всего, новые будут создаваться вблизи них.

2 группа – существующие полигоны, не имеющие лицензии (4 полигона). Они нуждаются в коренной реконструкции и получении лицензии. Ее отсутствие свидетельствует, в первую очередь, об экологических нарушениях в работе полигона.

3 группа – перспективные полигоны, построить которые необходимо прежде всего. Выбор их местоположения определяется существующей географией свалок ТБО в выделенных по однородным условиям их строительства районах и объемами накопления отходов.

Всего необходимо создать 11 полигонов, которые более равномерно покроют территорию области, позволив решить проблему утилизации отходов. Лучше всего обеспечены полигонами Западный и Центральный районы.

В Северо-Западном районе следует разместить один новый полигон у с. Землянск Семилукского района. На его санкционированной свалке накоплено около 12 тыс. м^3 отходов. Других полигонов не требуется из-за отсутствия крупных населенных пунктов и близости к границам района двух полигонов вблизи г. Семилуки.

Западный район неплохо обеспечен полигонами, их здесь 7, но практически все они находятся на востоке района. Здесь рекомендуется разместить 2 полигона ТБО. Первый у с. Репьевка (Репьевский район). В настоящее время здесь есть 2 несанкционированные свалки, одна из них объемом 20 тыс. м^3. Второй – у с. Нижнедевицк, где также зарегистрированы 2 несанкционированные свалки.

В Южном районе имеется 1 полигон. Рекомендуется создать еще 2. Первый у пгт. Кантемировка, где существующая санкционированная свалка, заполненная на 47%, содержит 560 тыс. м^3 ТБО. Второй у г. Богучар. Фактически здесь 2 санкционированных свалки с 300 и 248 тыс. м^3 ТБО соответственно.

В Центральном районе 4 полигона ТБО, а несколько полигонов находятся вблизи границ района. Считаем, что в данном районе создание новых полигонов нецелесообразно из-за неподходящих гидрогеологических и геологических условий.

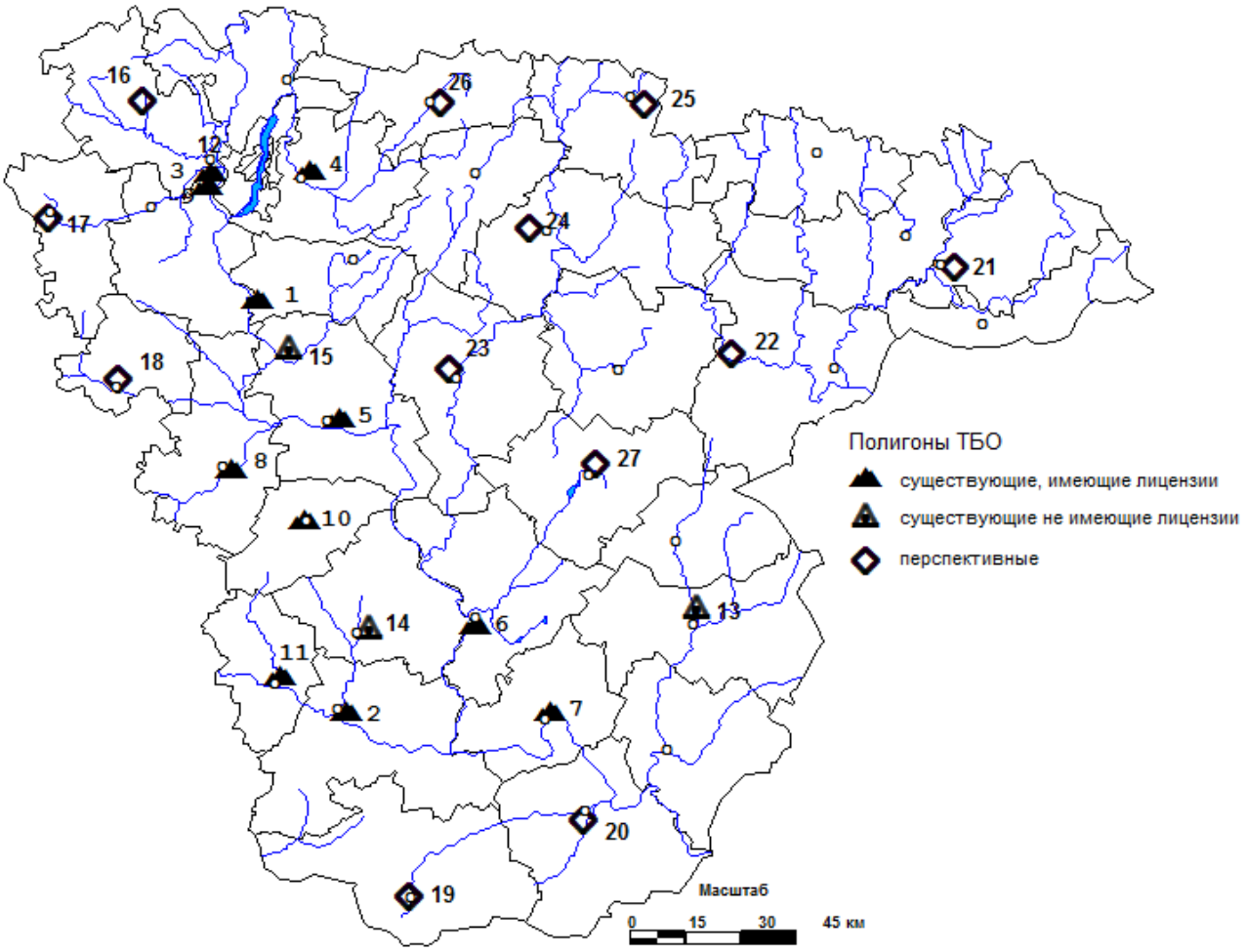


Рис. 4.14. Размещение существующих и перспективных полигонов в Воронежской области

Полигоны ТБО, имеющие лицензию	Полигоны ТБО, не имеющие лицензии	Перспективные полигоны ТБО
1) г. Нововоронеж; 2) МУП спецавтобаза «Коммунальник» г. Россошь; 3) ООО «Воронеж-ТБО»; 4) ООО «ПОЭТРО-ПОЛИГОН» с. Новая Усмань (обслуживает г. Воронеж); 5) МУП по уборке города г. Лиски; 6) МУП «Павловское ЖКХ» г. Павловск; 7) ООО «Жилсервис» с. Верхний Мамон; 8) МУП «Строитель» г. Острогожск; 9) ООО «Каскад» с. Девица, Семилукский р-н (обслуживает г. Воронеж); 10) ООО «Ресурс-ТБО» п.г.т. Каменка; 11) Полигон пгт. Ольховатка у п. Заболотовка.	12) закрытый но не рекультивированный Полигон МКП «ПООО», «Средний» Семилукского р-на; 13) Полигон ТБО г. Калач; 14) Полигон ТБО пгт. Подгоренский; 15) Полигон ТБО р.п. Давыдовка.	16) с. Землянск; 17) с. Нижнедевицк; 18) с. Репьевка; 19) пгт. Кантемировка; 20) г. Богучар; 21) г. Борисоглебск; 22) пгт. Елань-Коленовский; 23) г. Бобров; 24) пгт. Анна; 25) г. Эртиль; 26) с. Верхняя Хава; 27) г. Бутурлиновка.

Северо-восточный район вообще не имеет полигонов ТБО, а потребность в них значительная. Рекомендуем строительство новых полигонов

1. Г. Борисоглебск рассчитан на обслуживание г. Борисоглебск, г. Поворино, пгт. Грибановский и их административных районов.
2. Пгт. Елань-Коленовский, он будет обслуживать г. Новохоперск (2 санкционированные свалки) и пгт. Таловая (2 не санкционированные и 1 санкционированная свалки) и другие населенные пункты.
3. Г. Бобров – 1 свалка с 391 тыс. $м^3$ отходов (представляется, что данные занижены).
4. Пгт Анна – на санкционированной свалке накоплено 456 тыс. $м^3$ отходов.
5. Г. Эртиль – санкционированная свалка 190 тыс. $м^3$ отходов.
6. С. Верхняя Хава – несанкционированная свалка.

В Юго-Восточном районе существует 3 действующих полигона ТБО. Здесь следует реконструировать полигон г. Калач и построить полигон в г. Бутурлиновка, где имеется одна санкционированная свалка с 509 тыс. $м^3$ отходов.

4 группа полигонов. Полигоны в остальных районных центрах. Их сооружение позволит перехватывать большую часть образующихся отходов и дополнительно снизить затраты на перевозку ТБО к полигонам. Поскольку сооружение полигона ТБО имеет высокую стоимость, то данные объекты могут быть построены только в дальней перспективе.

Дополнительно к полигонам в области необходимо создать предприятия по термической переработке ТБО, которые смогут значительно уменьшить объемы захораниваемых на полигонах отходов, увеличить срок эксплуатации полигонов и в целом улучшить экологическую ситуацию в регионе.

В 2007 г. ООО «Уникум» был составлен бизнес-план строительства предприятия по переработке твердых коммунальных. Каждый модуль подобного завода может перерабатывать до 100 тыс. т/год ТБО (Приложение 8). Для Воронежской области необходимо несколько подобных модулей. Потому что только полигон «Каскад» рассчитан на 425 тыс. т. отходов в год. Это ТБО

образующиеся в правобережной части г. Воронеж. В перспективе, подобные заводы необходимо построить при каждом полигоне ТБО.

Как показывает анализ ситуации с захоронением и утилизацией отходов в Воронежской области, в ближайшей перспективе основная часть ТБО будет размещаться на полигонах. В настоящее время в области существует 15 полигонов. По нашему мнению, необходимо построить не менее 11 новых. На каждом из полигонов ТБО необходим строгий мониторинг его состоянии, включающий 10 направлений, несколько различающихся по районам Воронежской области.

Выводы по главе 4.

В соответствии с природно-ландшафтным районированием территории Воронежской области были определены и подробно исследованы представительные полигоны ТБО.

Полигон ТБО г. Лиски расположен на северо-восточной окраине г. Лиски, т.е. в Центральном районе, согласно природно-ландшафтному районированию Воронежской области. Полигон располагается в овраге и созданном карьере на террасах р. Дон. Анализ проб воздуха и почв не выявил превышения ПДК ни по одному показателю. Защитный экран на дне полигона предохраняет подземные воды от проникновения фильтрата. В то же время необходимо отметить, что граница полигона проходит по склону оврага. Это представляет опасность дальнейшего развития эрозионных процессов и поступление отходов в окружающую среду. В случае поступления фильтрата или загрязненных талых вод с территории полигона может произойти загрязнение воды в водозаборах, расположенных вниз от полигона по потоку грунтовых вод. Прогнозируемое время заполнения объекта 20 лет, но через 7 лет эксплуатации он оказался заполненным на 80%. Сложившаяся ситуация остро ставит вопрос о консервации и рекультивации существующего и строительстве нового

полигона ТБО, особенно в свете строительства Индустриального парка «Лискинский».

Полигон ТБО г. Россошь находится к востоку от города в балке «Яр Безымянный». Основанием полигона служат практически водонепроницаемые суглинки с $К_ф$ = 0,9 · 10^{-2} м/сут., карбонатные породы находятся на значительной глубине, искусственный защитный экран отсутствует.

В настоящее время общее состояние полигона не отвечает санитарным нормам. В результате проведенных исследований в почвах обнаружены повышенные концентрации кишечной палочки и фекального стрептококка. Обнаружено микробиологическое загрязнение подземных вод. Полигон практически полностью заполнен отходами. К лету 2012 г. здесь скопилось 3156 тыс. $м^3$, что составляет 98% от его емкости.

Крайне негативная ситуация складывается на законсервированном полигоне ТБО г. Воронеж в карьере рудника «Средний». В результате экспериментальных исследований установлено, что фильтрат, образующийся на полигоне, является основным источником загрязнения подземных вод. Многие соединения в нем встречаются в чрезвычайно высоких концентрациях: ХПК – 1500-5100 мг/л, БПК – 1500-4800 мг/л, сульфаты – 650-2900 мг/л, хлориды – 650-2900 мг/л, железо – 200-1700 мг/л. Концентрации ингредиентов-индикаторов (хлориды, аммоний, железо общее) в верховодке находятся на уровне концентрации этих ингредиентов в фильтрате и в десятки раз превышают ПДК для питьевой воды. Результаты исследований показывают тенденцию к увеличению содержания в грунтовых водах загрязняющих компонентов. Загрязненный поток подземных вод по прогнозным расчетам достигнет реки Дон к 2089 г. К 2012 г. полигон был заполнен на 232% от проектных величин. Даже после закрытия он представляет значительную санитарно-эпидемиологическую опасность для местного населения и нуждается в рекультивации. На нем должен быть сооружен поверхностный защитный

экран. Проблема проникновения фильтрата в подземные воды пока не может быть решена.

В связи с острой необходимостью утилизации отходов г. Воронеж рядом со «Средним», был открыт новый полигон – «Каскад». Его проект был составлен в соответствии с нормами с открытия полигона, нареканий по его работе высказано не было. Информация о геоэкологическом состоянии территории полигона, полученная на этапе строительства должна стать базой для дальнейшего мониторинга состояния окружающей природной среды.

В результате проведенного анализа геоэкологической ситуации на прилегающих к полигонам ТБО территориях разработана система геоэкологического мониторинга объектов, включающая мониторинг поступающих отходов, мест складирования отходов, санитарно-защитной зоны, шумового загрязнения среды, состояния атмосферного воздуха, подземных вод, поверхностных вод, почв, растительности, противоэпидемиологических мероприятий. Программы мониторинга и его приоритетные направления должны учитывать природно-ландшафтные особенности региона, в частности Воронежской области.

Одним из главных элементов полигона являются защитные экраны. Они предохраняют отходы от контакта с подземными и поверхностными водами, с атмосферным воздухом. Экраны необходимо сооружать на основании полигона и поверх мусора, кроме того следует изолировать слои мусора в теле полигона.

В целом существующих в Воронежской области полигонов недостаточно. Необходимо построить еще 11 новых полигонов ТБО, преимущественно в Северо-восточном районе, наиболее благоприятном по геоэкологическим показателям.

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Мировой опыт в сфере управления отходами производства и потребления позволяет использовать различные методы и технологии их утилизации. Однако, наиболее распространенным способом обращения с твердыми бытовыми отходами в нашей стране является их депонирование на полигонах. Складирование ТБО, имеющих неоднородный компонентный состав, на ограниченной территории оказывает значительное негативное воздействие на состояние окружающей природной среды.

2. В результате изучения природных условий и ландшафтов Воронежской области выделено шесть районов с разными условиями для размещения полигонов ТБО. Неблагоприятные условия сложились в северо-западном районе, где рельефообразующими породами являются верхнедевонские известняки; западном – четвертичные пески, глины и суглинки, мела и мергели верхнемелового возраста; южном - мела верхнемелового возраста; центральном – пески древнеаллювиальные четвертичного возраста; благоприятные условия наблюдаются в северо-восточном районе – ледниковые четвертичные суглинки - и юго-восточном – ледниковые суглинки, пески и глины палеогена, мела верхнемелового возраста.

3. Полигон является своеобразной геоэкологической системой со сложной внутренней структурой и активным длительным взаимодействием с окружающей средой. Характер, направление и скорость процессов, протекающих в теле полигона, обусловлен как компонентным составом отходов, так и природно-климатическими условиями региона. Взаимодействие полигона с окружающей природной средой не прекращается после закрытия объекта, что требует проведения рекультивационных мероприятий и геоэкологичекого мониторинга.

4. Разработана методика оценки геоэкологических условий влияния полигона ТБО на окружающую среду с построением прогноза развития

негативных процессов. Верификация разработанной методики проводилась на представительных полигонах, выбранных на основе природно-ландшафтного анализа. Проведен большой объем экспериментальных исследований, который позволил определить уровень и ареалы загрязнения атмосферы, грунтов, подземных вод. Наибольших значений достигает загрязнение подземных вод на территории, прилегающей к полигону «Средний» превышение ПДК по общей минерализации в 18,5 раз, общей жесткости – в 3,5 раза, окисляемости перманганатной – в 115 раз, аммиаку – 320 раз, хлоридам – в 10 раз. Прогнозирование развития ситуации предполагает существенное расширение ареала загрязнения.

5. Анализ территориального размещения мест хранения отходов в Воронежской области показал, что полигоны расположены в Северо-Западном, Западном и Центральном районах, отличающихся неблагоприятными геоэкологическими условиями для размещения такого рода объектов, в соответствии с проведенным природно-ландшафтным районированием области.

6. Рекомендации по минимизации негативных последствий воздействия полигонов ТБО на окружающую среду, разработанные на основе применения предложенной методики:

- система изучения состояния полигона ТБО и ближайших территорий должна основываться на разработанной методике комплексной геоэкологической оценки территорий;

- анализ ситуации в сфере обращения с отходами в Воронежской области показал необходимость строительства как минимум 11 новых полигонов ТБО;

- система размещения новых полигонов должна базироваться на проведенном природно-ландшафтном районировании региона и разработанной системе геоэкологического мониторинга: поступающих отходов; мест складирования отходов; санитарно-защитной зоны; шумового загрязнения

среды; состояния атмосферного воздуха; состояния подземных и поверхностных вод, почв, растительности; противоэпидемиологических мероприятий; для обеспечения устойчивого и рационального природопользования при сохранении основных функций природных ландшафтов;

- геоэкологический анализ состояния прилегающих территорий представительных полигонов ТБО, проведенный с использованием предлагаемой методики, показал, что важнейшим условием экологически безопасной эксплуатации полигонов является создание защитных экранов – барьеров на пути распространения загрязнения, а также проведение рекультивационных работ после закрытия полигона.

- дополнительно к полигонам в области необходимо создать предприятия по термической переработки ТБО, которые смогут значительно уменьшить объемы складируемых на полигонах отходов, увеличить срок эксплуатации полигонов и в целом улучшить экологическую ситуацию в регионе.

Список литературы

1. Аболин А. А. Двухэтапная система транспортировки ТБО / А. А. Аболин // ЖКХ – 2003. – № 10, ч. 1. С. 39-45.
2. Аболин А. А. Станции мусоросортировки – развитие и становление / А. А. Аболин // ЖКХ – 2006. - № 3, ч. 1. – С. 58-60
3. Агроклиматические ресурсы Воронежской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 108 с.
4. Адерихин П. Г. Почвы Воронежской области, их генезис, свойства и краткая характеристика / П. Г. Адерихин. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1963. – 264 с.
5. Анализ различных технологий термической переработки твердых бытовых отходов / Эскин Н. Б. [и др.] // Энергетик. – 1994. - № 9. – С. 6-8.
6. Андреева И. П. Технологии переработки бумажных отходов / И. П. Андреева, Е. В. Карцева, И. И. Потапов // Экологические системы и приборы. – 2000. - № 7. – С. 15-22.
7. Антоненко Л. П. Оценка пригодности различных марок макулатуры для переработки в бумажную продукцию / Л. П. Антоненко, Д. П. Сас, И. В. Трембус // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2007. - № 2. – С. 39-43.
8. Апшина О. Дорогой наш ТБО [Электронный ресурс] / О. Апшина // The chemical journal. URL: http://www.tcj.ru/2010/8/TBO.pdf (дата обращения 28.08.2012).
9. Археологи научили спутники находить древние поселения по типу почвы [Электронный ресурс] // Географический портал. URL: <http://geo-site.ru/index.php/2011-08-22-13-03-34/137-2011-10-02-09-00-18/1013-2012-03-21-15-13-12.html 1 (дата обращения 23.03.2012)>.
10. Атлас Воронежской области. – Воронеж, 1994. – 48 с.
11. Ахтырцев А. Б. Локальное переувлажнение как фактор деградации земель в Черноземном центре / А. Б. Ахтырцев, Б. П. Ахтырцев // Природные

ресурсы Воронежской области, их воспроизводство, мониторинг и охрана. – Воронеж: Петровский сквер, 1995. – С. 39-42.

12. Ахтырцев Б. П. Влияние искусственного дождя на физические свойства и увлажнение чернозёмов / Б. П. Ахтырцев, И. А. Лепилин // Гидротехника и мелиорация. – 1982. – №3 – С. 42-43.
13. Ахтырцев Б. П. Лугово-черноземные почвы центральных областей русской равнины / Б. П. Ахтырцев, П. Г. Адерихин, А. Б. Ахтырцев. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1981. – 174 с.
14. Ахтырцев Б. П. Природные ресурсы ЦЧЭР, перспективы их использования и охрана / Б.П. Ахтырцев, В.А. Бугаев, К.Ф. Хмелев. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985. – 200 с.
15. Ашихмина Т. В. Воздействие полигонов твердых бытовых и промышленных отходов на состояние окружающей природной средой / Т. В. Ашихмина, Т. В. Овчинникова, В. И. Федянин. – Вестник ВГТУ, Т. 4, № 6, 2008. – С. 14-17.
16. Ашихмина Т. В. Проблемы обращения с твердыми отходами в Воронеже / Т. В. Ашихмина, С. А. Гладков, Т. В. Овчинникова // Межвузовский сборник научных трудов «Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях» ВГТУ, 2006. – С. 203-207.
17. Ашихмина Т. В. Современные технологии обезвреживания и ликвидации полигонов ТБО / Т. В. Ашихмина, Т. П. Проскурина, Ю. З. Иншаков // «Актуальные проблемы обеспечения безопасности в биосфере и техносфере». Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: Научная книга, 2008. – С. 201-204.
18. Ашихмина Т. В. Экологические проблемы хранения и переработки опасных твердых отходов в Воронеже / Т. В. Ашихмина // Вестник ВГТУ, Т. 3, № 2, 2007. – С.
19. Бабанин И. Раздельный сбор ТБО в России – миссия выполнима / И. Бабанин // Коммунальщик. – 2007. - № 10. – С. 49-52.

20. Бартоломей А. А. Основы проектирования и строительства хранилищ отходов / А. А. Бартоломей, Х. Брандл, А. Б. Пономарев. – М.: АСВ, 2004. – 144 с.
21. Безотходная утилизация и экологически чистый процесс получения электроэнергии твердых коммунальных отходов // Менеджер-эколог. – 2009. - № 3. – С. 32-36.
22. Беручашвили Н. Л. Методы комплексных физико-географических исследований / Н. Л. Беручашвили, В. К. Жучкова. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 320 с.
23. Бикбау М. Я. Новые подходы к переработке ТБО / М. Я. Бикбау // Экологический вестник России. – 2006. - № 12. – С. 48-51.
24. Бобович Б. Б. Переработка промышленных отходов. Учебник для вузов. – М.: «СП Интермет Инжиниринг», 1999. – 445 с.
25. Бобович Б. Б. Переработка отходов производства и потребления / Б. Б. Бобович, В. В. Девяткин. – М.: «СП Интермет инжиниринг», 2000. – 494 с.
26. Брылев С. Н. Выбор оптимальных способов утилизации и обезвреживания твердых бытовых отходов / С. Н. Брылев // Электронная промышленность. – 2006. - № 1. – С. 74-76.
27. Будрейко Е. Н. Экология городов. Отходы производства и потребления [Электронный ресурс] // Образовательный портал Слово URL: http://www.portal-slovo.ru/impressionism/41496.php?PRINT=Y (дата обращения 25.12.2009).
28. Будущее, которого мы хотим. Резолюция Генеральной ассамблеи ООН [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООН URL : http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/LTD/N12/436/90/PDF/N1243690.pdf?Open Element (дата обращения 5.08.2012)
29. Вдовина Т. Н. Управление отходами на региональном уровне. – Омск: Наследине, Диалог-Сибирь, 2000. – 89 с.

30. Вишневский Ю. Г. России нужна технология безопасности. Российская газета, 19 июня 2004 г. № 152 (3529), С. 2.
31. В местах отдыха населения Воронежа и области исследованы 342 пробы воды водоемов [Электронный ресурс] // ИА Воронеж-медиа [Воронеж, 2012]. URL: http://news.mail.ru/inregions/center/36/society/9999479/?frommail=1 (дата обращения 23.08.2012)
32. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1967. – 200 с.
33. Волынкина Е. П. Утилизация, переработка и захоронение бытовых отходов (Принципы и методы комплексного управления твердыми бытовыми отходами): учеб. Пособие / Под ред. В. В. Сенкуса . – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2003. – 117 с.
34. Воронежская область. Официальный портал органов власти. Ключевые данные. http://www.govvrn.ru/wps/portal/AVO/wcmContent?WCM_ QUERY =/voronezh/avo/main/vizitcard/stat230620111510 (дата обращения 14.08.2012).
35. Воронежская область. Официальный портал органов власти. Социально-экономические параметры. http://www.govvrn.ru/wps/portal /AVO/wcmContent?WCM_QUERY=/voronezh/avo/main/vizitcard/stat230620 111550 18.08. (дата обращения 13.08.2012).
36. Воронцов А. П. Рациональное природопользование: Учебное пособие / А. П. Воронцов. – М.: Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ» Изд-во ЭКМОС, 2000. – 304 с.
37. Вронский В. А. Основы палеогеографии / В. А. Вронский, Г. В. Войткевич. – Ростов н/Д: изд-во «Феникс», 1997. – 576 с.
38. В России не могут наладить утилизацию мусора // Экологический вестник России. – 2007. - № 10. – С. 22-23.
39. Гарин В. М. Утилизация твердых отходов / В. М. Гарин. – Ростов-н/Д: изд-во «Феникс», 2004. – 146 стр.

40. Географическое и эколого-географическое положение Воронежской области http://36.geo-site.ru/2011-08-04-10-42-08/2011-09-01-17-19-46.html (дата обращения 1.06.2012).
41. География России: энциклопедический словарь / под. ред. А. П. Горкина. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1998. – 800 с.
42. Гигиенические требования к обустройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов: Санитарные правила и нормы. – М.: Федеральный центргоссанэпидемнадзора Минздрава России, 1999. – 16 с.
43. Глен Д. Проблема бытовых отходов в Америке / Д. Глен // Чистый город. – 1999. - № 2. – С. 43-48.
44. Горбачева Л. А. Зарубежный опыт мусоросжигания / Л. А. Горбачева // Энергия: экономика, техноогия, экология. – 2009. - № 7. – С. 49-54.
45. Горшков С. П. Концептуальные основы геоэкологии / С. П. Горшков. – М.: Желдориздат, 2001. – 592 с.
46. ГОСТ 16482-70. Металлы черные вторичные. Термины и определения (с Изменением № 1) [Электронный ресурс]. URL: http://www.waste.ru /modules/documents/item.php?itemid=199 (дата обращения 5.09.2012).
47. ГОСТ 17.0.0.04. Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения [Электронный ресурс]. URL: <http://doc-load.ru/SNiP/Data1/4/4709/index.htm> (дата обращения 5.10.2012).
48. ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения [Электронный ресурс]. URL: < http://www. stroyplan.ru /docs.php?showitem=4719> (дата обращения 15.09.2012).
49. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. [Электронный ресурс]. URL: < http://www.bestpravo.ru/sssr/gn-gosudarstvo/w9r.htm> (дата обращения 23.09.2012).

50. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. [Электронный ресурс]. URL: <http://law.rufox.ru/view/standarti/2724.htm>(дата обращения 5.10.2012).
51. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stroyplan.ru/docs.php?showitem=8931> (дата обращения 12.10.2012).
52. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ [Электронный ресурс]. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-17.4.3.06-86> (дата обращения 12.10.2012).
53. ГОСТ 17.5.1.01. Рекультивация земель. Термины и определения [Электронный ресурс]. URL: < http://www.stroyoffis.ru/gost_ohrana_pr/ gost_17_5_1_01_83/gost_17_5_1_01_83.php> (дата обращения 12.10.2012).
54. ГОСТ 17.5.1.02-85. Классификация нарушенных земель для рекультивации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.docload.ru /Basesdoc/4/4728/index.htm> (дата обращения 22.10.2012).
55. ГОСТ 17.5.3.04-83. Общие требования к рекультивации земель [Электронный ресурс]. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-17.5.3.04-83> (дата обращения 1.10.2012).
56. ГОСТ 18978-73. Лом и отходы цветных – металлов и сплавов. Термины и определения [Электронный ресурс]. URL: <http://gostexpert.ru /gost/gost-18978-73> (дата обращения 12.10.2012).
57. ГОСТ 30166-95.Ресурсосбережение. Основные положения [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200019848> (дата обращения 15.10.2012).
58. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения [Электронный ресурс]. URL: <

http://www.waste.ru/modules/documents/item.php?itemid=127> (дата обращения 15.10.2012).

59. ГОСТ 30773-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9872/index.htm> (дата обращения 12. 08.2012).
60. ГОСТ 30774-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отхода. Основные требования [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stroyplan.ru/docs.php?showitem=9873> (дата обращения 12.10.2012).
61. ГОСТ 30775-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.waste.ru /modules/documents/item.php?itemid=147> (дата обращения 11.10.2012).
62. ГОСТ Р 51768-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методика определения ртути в ртутьсодержащих отходах производства и потребления. Основные положения [Электронный ресурс]. URL: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog/catalog.cgi?i=6734&l=> (дата обращения 13.10.2012).
63. ГОСТ Р 51769-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Документирование и регулирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления. Основные положения [Электронный ресурс]. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-51769-2001> (дата обращения 12.10.2012).
64. ГОСТ Р 52104-2003. Ресурсосбережение. Термины и определения положения [Электронный ресурс]. URL: <http://files.stroyinf.ru /Data1/41/41087/> (дата обращения 13.10.2012).
65. ГОСТ Р 52105-2003. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов

положения [Электронный ресурс]. URL: <http://files.stroyinf.ru /Data1/41/41088/> (дата обращения 14.10.2012).

66. ГОСТ Р 52106-2003. Ресурсосбережение. Основные положения [Электронный ресурс]. URL: <http://snipov.net/c_4702_snip_106093.html> (дата обращения 10.09.2012).
67. ГОСТ Р 52107-2003. Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей [Электронный ресурс]. URL: <http://files.stroyinf.ru /Data1/41/41085/index.htm> (дата обращения 2.10.2012).
68. ГОСТ Р 52108-2003. «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения» [Электронный ресурс]. URL: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog/catalog.cgi?i=4922&l=> (дата обращения 17.10.2012).
69. Гринин А. С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – М.: Фаир-Пресс, 2002. – 336 с.
70. Гумарова Ж. Ж. Эколого-гигиеническая опасность химического загрязнения твердых бытовых отходов / Ж. Ж. Гумарова // Гигиена и санитария. – 2006. - № 2. – С. 22-25.
71. Дарулис П. В. Отходы областного города. Сбор и утилизация / П. В. Дарулис. – Смоленск: Смядынь, 2000. – 520 с.
72. Демина Л. А. Теплоэлектростанции на твердых бытовых отходах (европейский опыт) / Л. А. Демина // Энергия: экономика, технология, экология. – 2005. - № 5. – С. 23-29.
73. Доклад о государственном надзоре и контроле за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2005 году / В. И. Ступин, Г.С. Сейдалиев и др. – Воронеж: ГУП ВО «Воронежская областная типография – изд-во им. Е. А. Болховитинова, 2006. – 112 с.

74. Доклад о государственном надзоре и контроле за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2006 году / В. И. Ступин, Г.С. Сейдалиев и др. – Воронеж: Изд-во им. Е. А. Болховитинова, 2007. – 140 с.
75. Доклад о государственном надзоре и контроле за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2008 году / Н. В. Стороженко, В. И. Ступин и др. – Воронеж: ГУП ВПО «Воронежская областная типография – издательство им. Е.А. Болховитинова», 2009. – 256 с.
76. Доклад о государственном надзоре и контроле за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2010 году / Н. В. Стороженко, В. И. Ступин и др. – Воронеж: ГУП ВПО «Воронежская областная типография – издательство им. Е.А. Болховитинова», 2009. – 131 с.
77. Доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых, водных, лесных ресурсов, состоянии и охране окружающей среды Воронежской области в 2003 году / В. С. Маликов [и др.] / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 2004. – 192 с.
78. Доклад о государственном надзоре и контроле за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2011 году / Под ред. В.И.. Ступина. – Воронеж: Управление Росприроднадзора по Воронежской области, 2012. – 95 с.
79. Доклад об экологической обстановке в Воронежской области в 2008 году / Б. П. Алпатов, Л. Г. Калинина, И. В. Кукушкина [и др.]. – Воронеж: ЗАО ИД «Свободная пресса», 2009 г. – 128 с.
80. Долгополов А. Я. Комплексная оценка состояния земель в районах с интенсивным антропогенным воздействием на природную среду / А. Я. Долгополов, В. М. Смольянинов, Т. В. Овчинникова. – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 1997. – 126 с.

81. Долгополов К. В. Центрально-Чернозёмный район (экономико-географическая характеристика) / К. В. Долгополов. – М : Государственное изд-во географ. литер. – 1961. – 416 с.
82. Доусон Г. Обезвреживание токсичных отходов / Г. Доусон, Б. Мерсер. – М.: Стройиздат, 1996. – 228 с.
83. Жиленков В. Н. Опыт исследования фильтрационных и геомеханических свойств твердых бытовых отходов / В. Н. Жиленков // геоэкология. – 2002. - № 3. – С. 275-280.
84. Житин Ю. И. Агроэкологический мониторинг / Ю. И. Житин, Л. В. Прокопова. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2004. – 154 с.
85. Журкович В. В. Отходы: Научное и учебно-методическое справочное пособие / В. В. Журкович, А. И. Потапов. – СПб.: Гуманистика, 2001. – 578 с.
86. Зальцберг Э. Мониторинг качества подземных вод в целях предотвращения аварийных ситуаций в районах свалок (на примере Канады) / Э. Зальцберг // Водные ресурсы. – 1997. - № 5. – С. 630-633.
87. Земельный фонд Воронежской области [Электронный ресурс] // Управление федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Воронежской области [Воронеж, 2012]. URL:<http://36.rpn.gov.ru/node/3357> (дата обращения 17.08.2012).
88. Игнатович Н. И. Что нужно знать о твердых бытовых отходах / Н. И. Ингатович, Н. Г. Рыбальский // Экологический вестник России. – 1998. - № 1. – С. 53-60.
89. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 371 с.
90. Интерактивная карта Воронежской области [Электронный ресурс] // Официальный сайт Администрации Воронежской области. URL: <http://map.govvrn.ru/maps/> (дата обращения 26.08.2012).

91. Инструкция по проектированию и эксплуатации полигонов для твердых бытовых отходов. – М.: Стойиздат, 1983. – 39 с.
92. Инструкция по проектированию и эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. – М.: Минстрой РФ, 1998. – 46 с.
93. Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды / А. Г. Исаченко. М.: Мысль, 1980. – 264 с.
94. Камышев Н. С. Растительный покров Воронежской области и его охрана / Н. С. Камышев, К. Ф. Хмелев / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 1976. – 184 с.
95. Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации. – М.: Госстрой России, 1999. – 21 с.
96. Коробко В. И. Твердые бытовые отходы. Экономика. Экология. Предпринимательство / В. И. Коробко, В. А. Бычкова. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 131 с.
97. Котляров Д. А. Территориальная организация автотранспортного обслуживания АПК Воронежской области: афтореф. дис. канд. геогр. наук: 25. 00. 24. / Д.А. Котляров; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 2004. – 24 с.
98. Кочуров Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б. И. Кочуров. – Смоленск, 1990. – 86 с.
99. Кузнецова Е. В. Потери биогенных элементов от эрозии почв в условиях Воронежской области: автореф. дис. канд. сельскохозяйственных наук / Е. В. Кузнецова. – Воронеж, 1998. – 26 с.
100. Курдов А. Г. Водные ресурсы Воронежской области: формирование, антропогенное воздействие, охрана и расчеты / А. Г. Курдов / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 1995. – 224 с.
101. Курдов А. Г. Реки Воронежской области (водный режим и охрана) / А. Г. Курдов / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 1984. – 164 с.

102. Ландшафтная организация территории: учебное пособие / Лопырев М. И. [и др.] / Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2004. – 170 с.

103. Лившиф А. Б. Современная практика управления твердыми бытовыми отходами / А. Б. Лившиц // Чистый город. – 1999. - № 1. – С. 2-14.

104. Лобынцев М. А. Отчёт о геолого-гидрогеологических исследованиях по изысканию источников водоснабжения для г. Лиски Воронежской области, проведённых в 1992-1994 г.г., Воронеж. Фонды ГГП «Воронежгеология».

105. Майорова О. В. Геоэкологические проблемы и пути их решения в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО) Московской области: Дис. … канд. геогр. наук: 25.00.36. / Москва ФГУП МИИГАиК. – Москва, 2012. – 233 с.

106. Матросов А. С. Управление отходами. Учебник / А. С. Матросов. – М.: Гардарики, 1999. – 480 с.

107. МДС 13-8.2000. Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации. Постановление Госстроя России от 22.12.1999 № 17 [Электронный ресурс]. URL: <http://base .consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=345232> (дата обращения 19.10.2012).

108. Межгосударственный стандарт «Ресурсосбережение. Обращение с отходами» (ГОСТ 30772-2001) [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=EXP;n=422183 (дата обращения 25.08.2012).

109. Мельников А. А. Проблемы окружающей среды и стратегия ее сохранения: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Академический проект; Гаудеамус, 2009. – 720 с.

110. Мильков Ф. Н. География Воронежской области / Ф. Н. Мильков, В. Б. Михно, Ю. В. Поросенков. – Воронеж, 1994. – 130 с.

111. Мильков Ф. Н. Калачская возвышенность (Опыт ландшафтно-типологической характеристики) / Ф. Н. Мильков, Н. И. Ахтырцева, Б. П. Ахтырцев / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 1972. – 180 с.

112. Мирный А. Н. Санитарная очистка и уборка населенных мест / А. Н. Мирный [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 413 с.

113. Михно В. Б. Ландшафтно-экологические особенности водохранилищ и прудов Воронежской области / В. Б. Михно, А. И. Добров. – Воронеж: изд-во ВГПУ, 2000 – 185 с.

114. Мишон В. М. Река Воронеж и ее бассейн: ресурсы и водно-экологические проблемы. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – 296 с.

115. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест от 05.02.1999 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mhts.ru/BIBLIO/SNIPS/mu/2.1.7.730-99.htm> (дата обращения 12.10.2012).

116. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. Обзорная информация. – М.: ВИНИТИ, 1997. – Вып. 1. – 120 с.

117. Негуляева Е. Ю. Оптимизация системы обращения с твердыми коммунальными отходами как фактор безопасности геоэкологической среды : диссертация … кандидата технических наук : 25.00.36. – Санкт-Петербург, 2005. – 151 с.

118. Николаев А. В. Ландшафтоведение: Эстетика и дизайн: Учеб. Пособие / В. А. Николаев. – М.: Аспект пресс, 2003. – 176 с.

119. Об утверждении стратегии обращения с отходами производства на территории Воронежской области [Электронный ресурс] // Региональное

законодательство <http://www.regionz.ru/index.php?ds=1079312> (дата обращения 10.04.2013).

120. Общественность одобрила хранилище радиоактивных отходов в Нововоронеже [Электронный ресурс] // Газета Моё. URL:< http://www.moe-online.ru/news/view/243594.html> (дата обращения 20.06.2012).

121. Овчинникова Т. В. Условия возникновения и особенности чрезвычайных ситуаций в Центрально-Черноземном регионе: Монография / Т. В. Овчинникова, В. М. Смольянинов, В. И. Федянин, Н. Н. Фролова. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2007. – 230 с.

122. Окско-Донское плоскоместье. / под ред. Ф. Н. Мильков / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 1976. – 176 с.

123. Определение морфологического состава твердых бытовых отходов на бишкекской городской санкционированной свалке и на местах сбора мусора в г. Ош [Электронный ресурс] // Окружающая среда и устойчивое развитие в Центральной Азии и России. URL: <www.caresd.net/img/docs/6567.pdf> (дата обращения 28.08.2012).

124. О проблеме очистки фильтратов полигонов для захоронения твердых бытовых отходов / А. Ю. Бекетов [и др.] // Экологическая химия. – 1998. - № 7. – С. 217-228.

125. Отходы производства и потребления [Электронный ресурс] // Медико-экологический атлас Воронежской области URL: <http: //ecoatlas.e-reg36.ru/index.php?id=154> (дата обращения 25.04.2012).

126. Отчёт об инженерно-геологических и гидрогеохимических исследованиях на территории свалки ТБО в г. Лиски Воронежской области. Стадия РП. ТОО «Геолог», Воронеж, 1999.

127. Оценка прочности и деформативности искусственного однослойного глиняного экрана, предусмотренного проектом «Полигон для захоронения ТБО в Семилукском районе Воронежской области.

Заключение технико-строительной экспертизы. ООО «Генпроектстрой», Воронеж, 2011.

128. Пальгунов П. П. Утилизация промышленных отходов / П. П. Пальгунов, М. В. Сумароков. – М.: Стройиздат, 1990. - 352с.

129. Подворонежье / под ред. Ф.Н. Милькова / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 1973. – 208 с.

130. Пособие по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при разработке технико-экономических обоснований (расчетов) инвестиций и проектов строительства народнохозяйственных объектов и комплексов. – М., 1992. – 77 с.

131. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.05.2001 № 16 Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.referent.ru/1/45682> (дата обращения 10.10.2012).

132. Постановление правительства РФ № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2007/03/15/ekspertiza-dok.html> (дата обращения 10.04.2013).

133. Постановление Правительства РФ № 524 «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов» от 26 августа 2006 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.lider1.ru /waste/article/62> (дата обращения 10.10.2012).

134. Прихопёрье / под ред. Ф. Н. Милькова / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 1979. – 164 с.

135. Проблема ТБО: ее история и современные масштабы [Электронный ресурс] // Общественный экологический Internet-проект EcoLife.

URL:<http://www.eclife.ru/education/apress/tbo/gl1.php> (дата обращения 5.11.2009).

136. Проект на переоценку эксплуатационных запасов подземных вод на водозаборе «Богатое» для водоснабжения г. Лиски Воронежской области. Воронеж, 1997. Фонды ГГП «Воронежгеология».

137. Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение МУП Спецавтобаза «Коммунальник» / ЭКО центр, г. Воронеж, 2003г., – 103 с.

138. Пустозеров М. Г. Возможности геофизических методов при изучении свалок твердых отходов / М. Г. Пустозеров // Геоэкология. – 2002. - №2. – С. 182-191.

139. Разнощик В. В. Защита грунтовых вод на полигонах для твердых бытовых отходов. Санитарная очистка городов и охрана окружающей среды / В. В. Разнощик, Н. Ф. Абрамов // Сб. науч. тр. – М., 1983. – С. 22-32.

140. Разнощик В. В. Проектирование и эксплуатация полигонов для твердых бытовых отходов. – М.: Стройиздат, 1981. – 104 с.

141. Раскатов Г. И. Геоморфология и неотектоника территории Воронежской антиклизы / Г. И. Раскатов. – Воронеж: Изд-во Воронежск. ун-та, 1969. – 164 с.

142. Расчет полигона твердых бытовых отходов: методические указания / сост. Е.Ю. Колесников. Йошкар-Ола: МарПИ, 1994. – 40 с.

143. Рекомендации по сбору, очистке и отведению сточных вод полигонов твердых бытовых отходов. – М.: Госстрой РФ, 2003. – 45 с.

144. Рязанцев В. К. Формирование половодья малых равнинных водотоков / В. К. Рязанцев, В. Н. Жердев / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 1991. – 184 с.

145. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Справочник / Под ред. А. Н. Мирного. – М.: АКХ им К.Д. Памфилова, 1997. – 303 с.

146. СанПиН 1746-77 Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения неутилизируемых промышленных отходов [Электронный ресурс]. URL: <http://document.ua/docs/tdoc8450.php> (дата обращения 5.10.2012).

147. СанПиН 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов: Санитарные правила и нормы. - М.: Минздрав России, 2001. – 12 с.

148. СанПиН 42-128-4433-87 Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_530.html> (дата обращения 5.10.2012).

149. Смольянинов В. М. Географические подходы при землеустроительном проектировании в регионах с интенсивным развитием природных и техногенных чрезвычайных ситуаций / В. М. Смольянинов Т. В. Овчинникова. Воронеж: Истоки, 2010 – 230 с.

150. Смольянинов В. М. Комплексная оценка антропогенного воздействия на природную среду при обосновании природоохранных мероприятий / В. М. Смольянинов, П. С. Русинов, Д. Н. Панков. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 1996. – 126 с.

151. Смольянинов В. М. Подземные воды Центрально-Черноземного региона: условия их формирования, использование: монография / В. М. Смольянинов. – Воронеж: Истоки, 2003. – 250 с.

152. СНиП 2.01.28-85 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию [Электронный ресурс]. URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/2/2960/index.htm> (дата обращения 5.10.2012).

153. Технико-экономическое обоснование строительства полигона ТБО г. Лиски Воронежской области. АООТ ПИИ «Тракторопроект», Волгоград, 1996.

154. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса: Учебное пособие / А. В. Гриценко [и др.]. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 340 с.

155. Управление твердыми бытовыми отходами. Разный сбор и сортировка отходов. Материалы проекта INTERREG IIIA «Кооперация в совместном создании системы управления отходами в Псковской области». – Псков, 2008. – 97 с.

156. Федеральная целевая программа «Отходы» // Российская газета, 25 сентября 1996 г., С. 5.

157. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=131956> (дата обращения 25.08.2012).

158. Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: < http://www.consultant.ru/popular/okrsred/> (дата обращения 25.08.2012).

159. Федеральный закон РФ № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 (с изм. от 30.12.2008 г.) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosteplo.ru /Npb_files/npb_shablon.php?id=624> (дата обращения 25.08.2012).

160. Федеральный классификационный каталог отходов [Электронный ресурс] // Гарант – информационно-правовой портал URL : http://base.garant.ru/12129508/ (дата обращения 25.08.1012).

161. Федоров П. М. Исследование и моделирование биохимических процессов, происходящих в полигонах твердых бытовых отходов / П. М. Федоров, Е. Ю. Негуляева, Е. Р. Покровская // Комплексная переработка ТБО – наиболее передовая технология. РАН, СПб, 2001. – С. 62-72.

162. Федоров П. М. Мониторинг геоэкологической системы «Полигон твердых бытовых отходов» на примере г. Санкт-Петербурга»: Дис. …

канд. технич. наук. / Санкт-Петербург. гос. политехнич. ун-т. – С-Пб, 2005. – 121 с.

163. Федотов В. И. Погода и климат / В. И. Федотов, К. С. Затулей // Земля Воронежская – России черноземный край http://www.govvrn.ru/wps/portal/AVO/wcmContent?WCM_QUERY=/Voronezh/AVO/Main/Vizitcard//book/&book=Voronezh/_04_chapter3_11 (дата обращения 13.08.1012).

164. Физико-географическое районирование Центрально-Черноземных областей / под. ред. Ф. Н. Милькова. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1961. – 266 с.

165. Хруцкий С. В. Альбом геологических разрезов Центрально-Черноземных областей / С. В. Хруцкий, В. М. Смольянинов, Э. В. Косцова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1974. – 176 с.

166. Цинберг М. Б. Образование метана на свалке твердыых бытовых отходов г. Оренбурга / М. Б. Цинберг // Чистый город. – 1998. - № 4. – С. 33-36.

167. Черемисин А. В. Методика расчета теплового режима искусственных геосистем (на примере полигонов твердых бытовых отходов). Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. СПб. – 2004. – 18 с.

168. Щербина Е. В. Экологическая безопасность полигонов тверждых бытовых отходов на основе оптимизации конструкций защитных экранов. Диссертация … кандидата технических наук : 25.00.36. – Москва, 2001. – 104 с.

169. Щербо А. П. Актуальные эколого-гигиенические вопросы обезвреживания бытовых отходов / А. П. Щербо // Гигиена и санитария. – 1991. - № 9. – С. 29-30.

170. Экологические последствия эрозии на пахотных землях / Г. А. Ларионов [и др.] // Рациональное природопользование в условиях

техногенеза: сб. научн. тр. / под ред. А. В. Хабарова, и В. Д. Скалабана. – М. : Папирус ПРО, 2000. – С. 44-56.

171. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? / Под ред. В. И. Данилова-Данильяна. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. – 330 с.

172. Экологически чистый полигон захоронения ТБО для г. Воронеж / Управление по охране окружающей среды г. Воронеж, научно-производственная фирма «ОВЕН», группа проекта № ENURUS 9901 TACIS. – Воронеж, 2002.

173. Эколого-географические районы Воронежской области / Ф. Н. Мильков, В. Б. Михно, В. И. Федотов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1996. – 216 с.

174. ENVIRONMENTAL INDICATOR REPORT 2012 ECOSYSTEM RESILIENCE AND RESOURCE EFFICIENCY IN A GREEN ECONOMY IN EUROPE. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012. - 151 pp.

175. EUROSTAT, 2002. Material use in the European Union 1980-2000: indicators and analysis. Statistical Office of the European Union, Luxembourg, 2001. – 241 pp.

176. European Union emission inventory report 1990–2010 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012. – 143 pp.

177. Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integrationinto policies using monitoring systems. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. – 138 pp.

178. OECD (2004), «Recommendation on Material flows and resource productivity», Adopted by the OECD Council on 21 April 2004. Paris: OECD.

179. MATERIAL RESOURCES AND WASTE — 2012 UPDATE MATERIAL RESOURCES AND WASTE — 2012 UPDATE. - EEA, Copenhagen, 2012. - 47 pp.

180. The OECD Environmental Data Compendium 2002 / Organisation for Economic Co-Operator and Development. – Paris: OECD, 2003. – 27 pp.

181. The nature of landfill gas and his environmental impact / Campbeil D.J.V. // Wast Manag. – 1989. - № 4. – P. 201-208.

182. Бизнес-план строительства предприятия по переработке твердых бытовых отходов. Модуль мощностью 100 тыс. т/год. ООО Уникум. Воронеж, 2007. – 53 с.

Приложения

Приложение 1

Сравнение принципов законодательного регулирования обращения с отходами в российской и зарубежной практике [105]

Краткое содержание принципа управления отходами за рубежом	Краткое содержание принципа управления отходами в России
Требование раздельного сбора отходов.	Практически отсутствует.
Запрещается захоранивать отходы, представляющие вторичное сырье.	В отдельных субъектах РФ.
Размещение неиспользуемых отходов допускается только при соблюдении природоохранных норм.	Аналогичное положение прописано в законодательных актах, однако на практике около 90% полигонов действует с нарушением природоохранных норм.
Государственное регулирование обращения с отходами.	Обращение с отходами регулируется на уровне органов власти.
На предпринимательскую деятельность по сбору, хранению, транспортировке и переработке отходов требуется разрешение местных органов власти.	Указанная деятельность лицензируется Федеральным органом исполнительной власти (Ростехнадзором).
Все предприятия обязаны вести учет в области обращения с отходами и представлять информацию об этом органам власти.	Обязанность ведения учета в области обращения с отходами декларирована в Федеральном законе. Положение о порядке учета до сих пор не разработано (Ростехнадзор). Учет и отчетность в области обращения с отходами находятся в ведении Федерального органа исполнительной власти.
Информация по обращению с отходами должна быть доступна для всех заинтересованных лиц и населения.	Статистическая информация находится в ведении Федерального органа исполнительной власти (Ростехнадзора) и фактически недоступна для заинтересованных лиц и населения.
Ответственность производителя за утилизацию продукции, вышедшей из употребления. Перечень продукции, на которую распространяется этот принцип, постоянно расширяется и сегодня включает тару и упаковку; автомобили, электрические и электронные приборы, элементы питания и др. Вводятся нормы утилизации вышедшей из употребления продукции и штрафные санкции за их несоблюдение.	Указанный принцип отсутствует в законодательных актах.
Государственная поддержка реализации продукции с использованием отходов.	Госзаказ и муниципальный заказ в России не предусматривают подобных

Краткое содержание принципа управления отходами за рубежом	Краткое содержание принципа управления отходами в России
	требований.
Нормирование содержания отходов в отдельных видах продукции.	Подобных норм не содержится в законодательных актах
Наложение ограничений на использование первичных материалов или продукции из них, если имеются аналогичные материалы или продукция с использованием отходов.	-
Кредитование и субсидирование деятельности по обращению с отходами на льготных условиях.	-
Льготное налогообложение предприятий, осуществляющих деятельность по обращению с отходами.	-
Льготные тарифы на транспортирование вторсырья.	-
Введение залоговой стоимости на некоторые виды продукции (с целью увеличения уровня сбора после ее выхода из употребления).	-
Штрафные санкции за ненадлежащее обращение с отходами (причем размер штрафа оказывает регулирующее действие).	Штрафные санкции предусмотрены законодательными актами, однако их размер таков, что они не оказывают регулирующего воздействия.

Приложение 2

Формирование и захоронение ТБО в Воронежской области

Название муниципального района	Полигоны		Санкционированные свалки		Несанкционированные свалки		Количество размещенных отходов, тыс. $м^3$
	кол-во	площадь, га	кол-во	площадь, га	кол-во	площадь, га	
2	3	4	5	6	7	8	9
Городской округ г.Воронеж (* на 2)	3	45,0535	0	0,00	10	25	28449,154
Городской округ г.Нововоронеж (*)	1	10,8374	0	0,00	0	0,00	1745,741
Городской округ г.Борисоглебск	0	0	28	26,60	3	1,50	971,63
Аннинский муниципальный район	0	0	36	53,35	0	0,00	580,44
Бобровский муниципальный район	0	0	30	26,20	0	0,00	407,16
Богучарский муниципальный район	0	0	43	60,03	0	0,00	350,52
Бутурлиновский муниципальный район	0	0	8	23,00	19	14,45	573,945
Верхнемамонский муниципальный район (*)	1	4	20	9,20	0	0,00	680,1
Верхнехавский муниципальный район	0	0	1	3,0	2	4,2	101,848
Воробьевский муниципальный район	0	0	19	10,5	0	0	677,326
Грибановский муниципальный район	0	0	15	19,70	3	2,50	131,8371
Калачеевский муниципальный район	1	5,5	28	62,45	0	0,00	343,772
Каменский муниципальный район (*)	1	3,68	1	3,70	6	1,78	202,05
Кантемировский муниципальный район	0	0	19	19,10	2	1,30	716,94
Каширский муниципальный район	0	0	0	0,00	3	1,50	0
Лискинский муниципальный район (* на 1)	2	14,7	0	0	13	6,70	343,4
Нижнедевицкий муниципальный район	0	0	13	9,07	19	9,22	8,9
Новоусманский муниципальный район (*)	1	9,36	7	9,00	1	1,20	404,55
Новохоперский муниципальный район	0	0	34	23,50	0	0,00	163,1
Ольховатский муниципальный район (*)	1	4	0	0	0	0	149,91
Острогожский муниципальный район (*)	1	4,4	22	1,42	0	0,00	60,426
Павловский муниципальный район	1	10,6	19	36,00	0	0,00	10952,7

Название муниципального района	Полигоны		Санкционированные свалки		Несанкционированные свалки		Количество размещенных отходов, тыс. $м^3$
	кол-во	площадь, га	кол-во	площадь, га	кол-во	площадь, га	
2	3	4	5	6	7	8	9
(*)							
Панинский муниципальный район	0	0	20	24,7	6	4,87	91,35
Петропавловский муниципальный район	0	0	12	20,50	0	0	19,4
Поворинский муниципальный район	0	0	10	33,00	0	0	230,765
Подгоренский муниципальный район	1	4	0	0,00	13	11,42	75,005
Рамонский муниципальный район	0	0	23	35,60	0	0,00	478,195
Репьевский муниципальный район	0	0	0	0,00	1	3,20	19,918
Россошанский муниципальный район (*)	1	14,8	37	29,47	0	0,0	3424,12
Семилукский муниципальный район	0	0	23	20,55	0	0	20,944
Таловский муниципальный район	0	0	1	7,5	29	22,2	1673,1
Терновский муниципальный район	0	0	0	0,00	18	19,15	72,52
Хохольский муниципальный район	0	0	10	11,75	3	2,1	231,65
Эртильский муниципальный район	0	0	0	5,5	56	44,6	229,24
ИТОГО:	***15***	***130,9309***	***479***	***584,39***	***207***	***176,89***	***54 581,66***

Таблица составлена по данным Управления по экологии и природопользованию Воронежской области.

Таблица составлена по данным Управления по экологии и природопользованию Воронежской области.

Приложение 3

Установки по переработке отходов производства

Условные обозначения

С/Х отходы

«Сахарный дефекат»

Отходы черных и цветных металлов (в т.ч. аллюминиевые банки)

Отходы (осадки) при обработке сточных вод

Отходы строительных материалов

Отходы бумаги и картона

Древесные отходы (щепа)

Отработанные аккумуляторные батареи

Отходы полимерных материалов

Отходы стекла

Масла отработанные

Отходы электрооборудования

Отходы промасленных материалов, опилки, загрязненные нефтепродуктами

Отработанные люминесцентные лампы и т.п.

Таблица составлена по данным Управления по экологии и природопользованию Воронежской области.

Приложение 4

Ожидаемое количество накопления ТБО и промотходов по годам эксплуатации и требуемая вместимость полигона ТБО г. Лиски

Годы	Количество накопления ТБО и промотходов, $м^3$	Проектная (требуемая) вместимость полигона, $м^3$
2005	87932,13	20745
2006	177592,7	42495
2007	271817,5	67473
2008	368864,3	89287
2009	468977,3	114465
2010	571981,8	139689
2011	-	168733
2012	-	197971
2013	-	228565
2014	-	260845
2015	-	294820
2016	-	330483
2017	-	368166
2018	-	407837
2019	-	449445
2020	-	493475
2021	-	539376
2022	-	588122
2023	-	639473
2024	-	694141

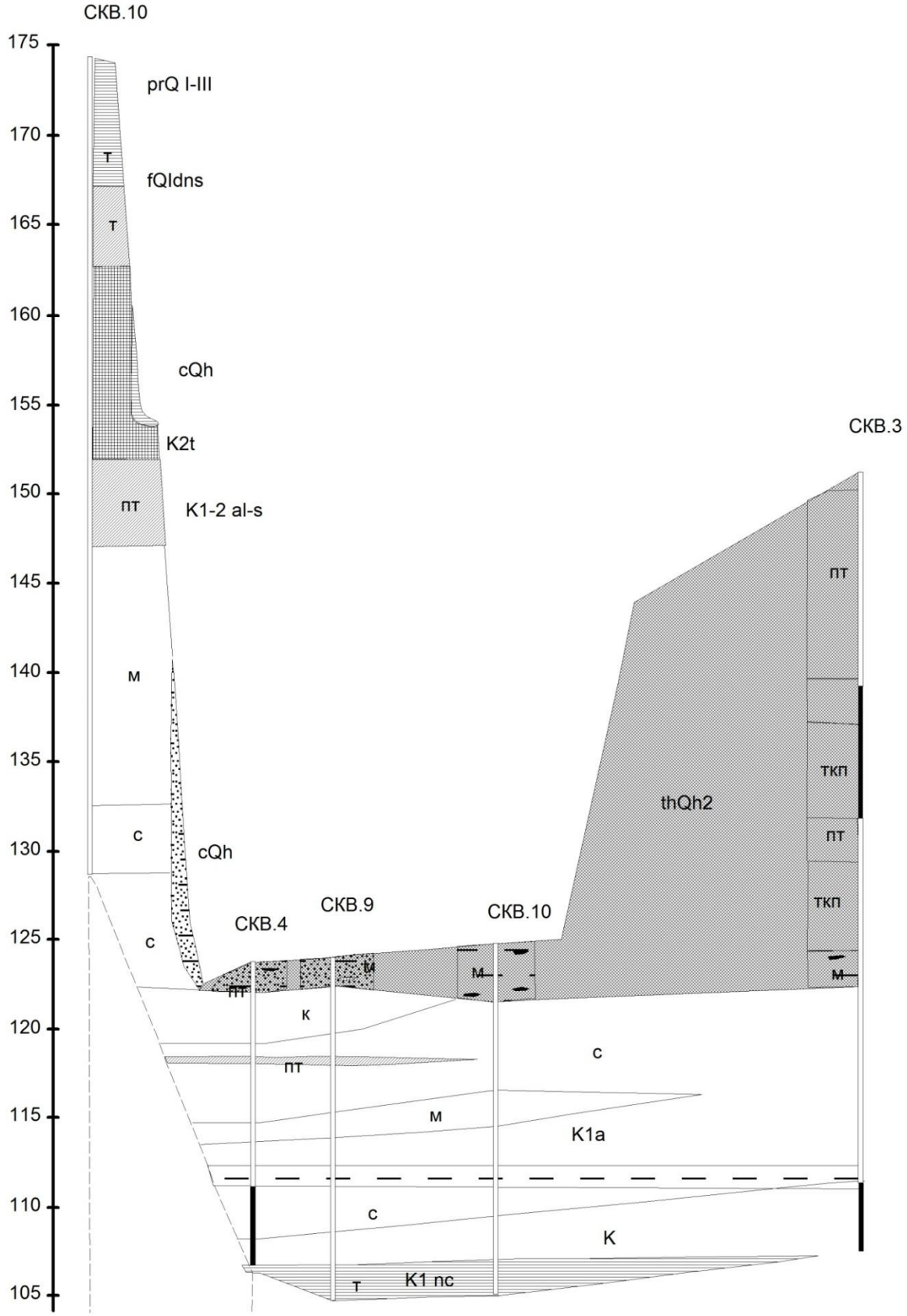
Приложение 5

Размещенные отходы на полигоне по годам эксплуатации и требуемая вместимость полигона ТБО г. Россошь

Года	Количество накопления ТБО и промотходов, $м^3$	Проектная вместимость полигона, $м^3$
1986	0	0
1987	109619	45000
1988	210189	90000
1989	300689	135000
1990	420789	180000
1991	540789	225000
1992	662189	270000
1993	794609	315000
1994	927009	360000
1995	1059414	405000
1996	1191815	450000
1997	1324225	495000
1998	1589025	540000
1999	1721429	585000
2000	1853829	630000
2001	1986229	675000
2002	2118629	720000
2003	2251029	765000
2004	2383429	810000
2005	2515829	855000
2006	2648229,1	900000
2007	2753704,6	900000
2008	2862500,04	900000
2009	2977862,04	900000
2010	3092308,44	900000

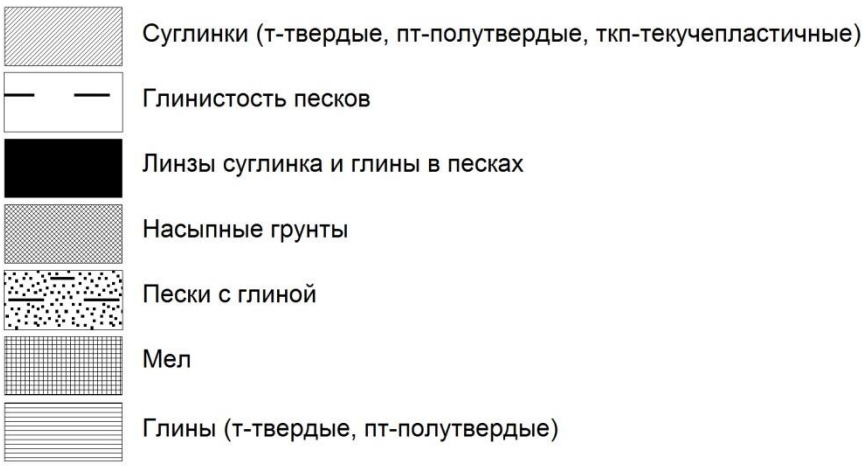
Приложение 6

Полигон ТБО ООО «Каскад» в карьере рудника «Средний»
Общий вид литологического разреза карьера рудника «Средний»



Условные обозначения

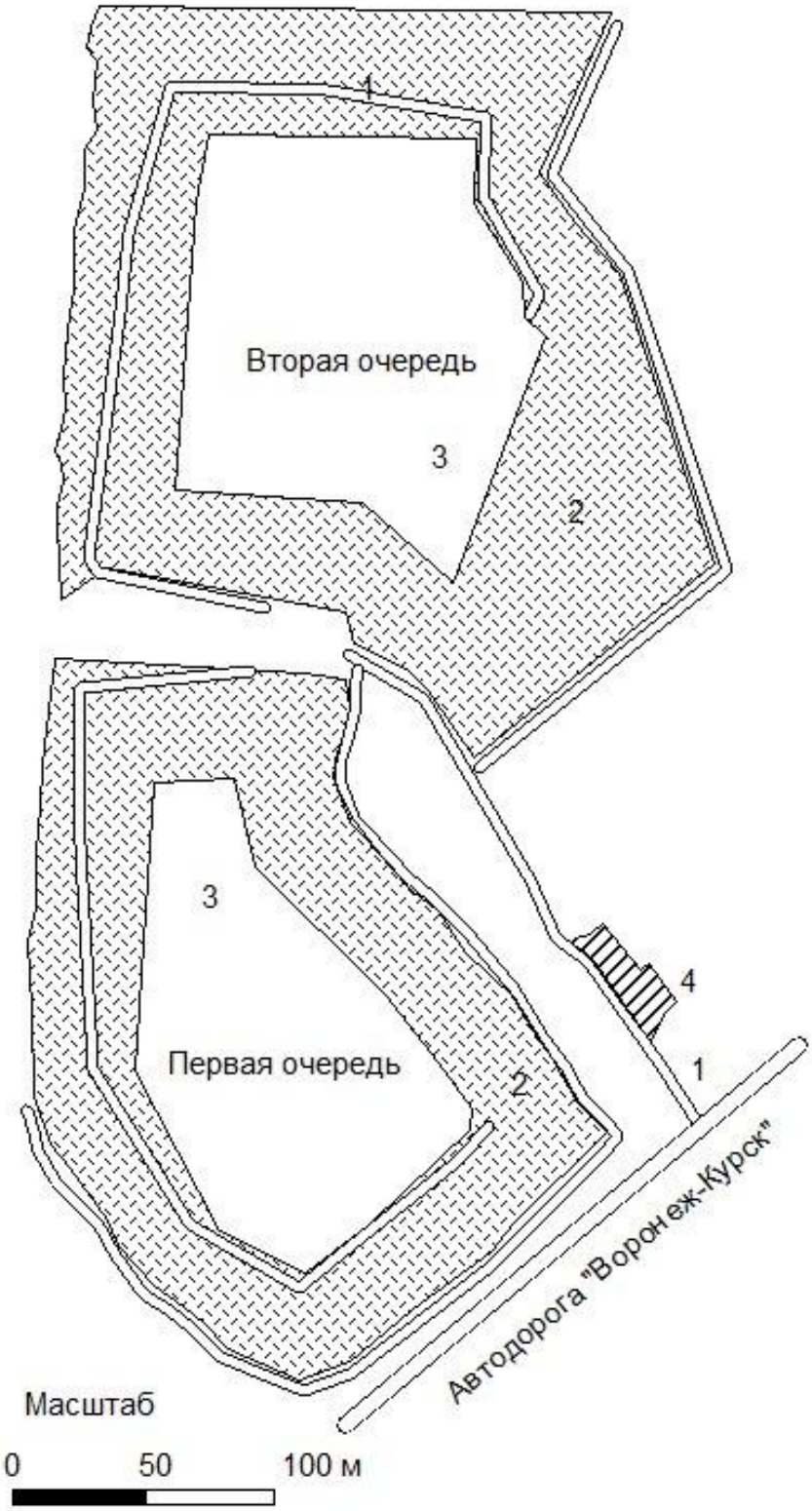
Литологические разновидности грунтов



Возраст горных пород

Q – четвертичная система.
Qh – современные отложения.
thQh2 – техногенные образования: слежавшиеся (время образования более 5 лет).
cQh – отложения оползней, обвалов, продуктов водной эрозии.
Q I-III – нижне-верхнечетвертичные отложения.
prQ I-III – покровные образования.
fQIdns – флювиогляциальные образования донского языка Днепровского оледенения.
К – меловая система.
К2 – верхний отдел.
К1-2 – нерасчлененные нижнее-верхнемеловые отложения.
К1-2al-s – отложения альб-сеноманского яруса.
К1а – отложения аптского яруса.
К1nc – отложения неокомского надъяруса.

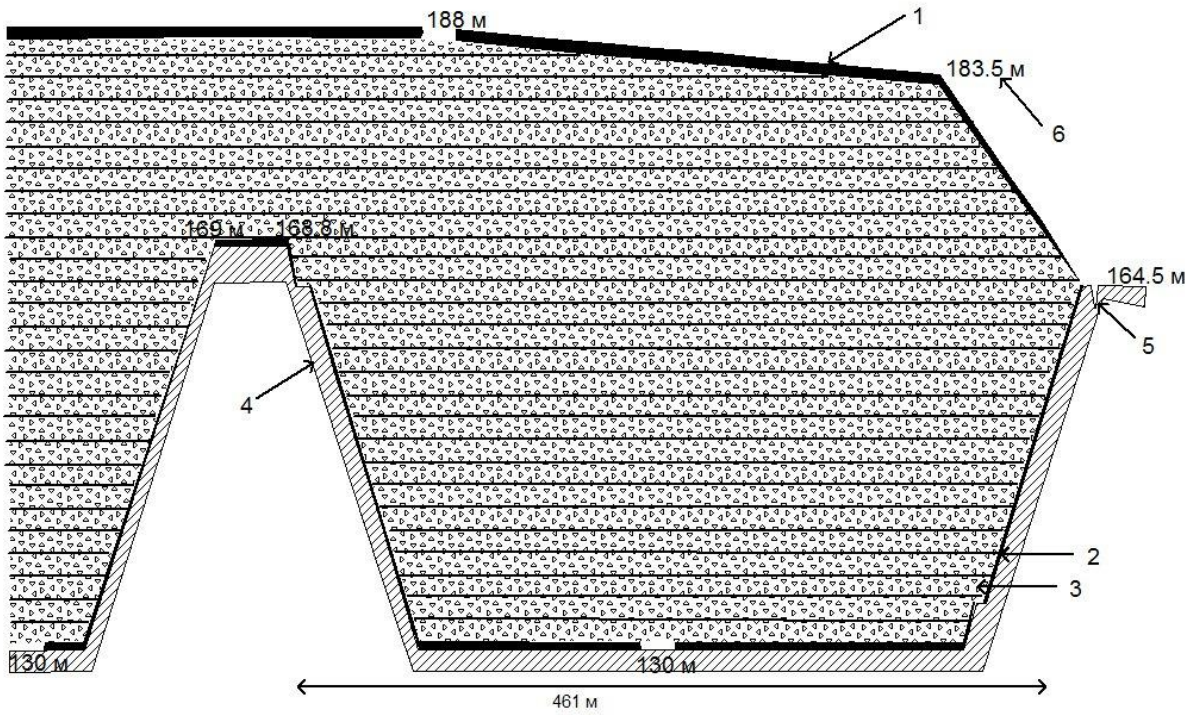
Общий вид схемы планировки полигона ООО «Каскад»



Условные обозначения

1. Автодороги.
2. Стенки карьера с насыпным грунтом.
3. Днище карьера с защитным экраном.
4. Хозяйственные постройки, ванна для мытья мусоровозов, автостоянка.

Схематический разрез первой очереди полигона ООО «Каскад».



Условные обозначения

1. Защитные глиняные экраны;
2. Промежуточный изолирующий слой мощностью 0,15 м;
3. Слой мусора мощностью 2 м.;
4. Коренной грунт;
5. Водоотводная канава;
6. Абсолютные высоты.

Приложение 7

Таблица 1

Результаты лабораторных исследований проб воды полигона «Каскад»
Пробы отбирались на днище карьера «Средний» 11 сентября 2009 г.

№ п/п	Определяемый показатель	Результаты исследований, единицы измерения
1.	Запах	2 балла неопр.
2.	Цветность	10,8±2,2 градусов
3.	Мутность	52,1±7,2
4.	pH (водородный показатель)	8,1 единицы pH
5.	Сухой остаток	347,7±31,3 мг/дм^3
6.	Жесткость общая	5,5±0,8°Ж(мг-экв/л)
7.	Окисляемость перманганатная	2,10±0,06 мг/дм^3
8.	Нефтопродукты, суммарно	0,24±0,06 мг/дм^3
9.	Анионоактивные ПАВ	<0,015 мг/дм^3
10.	Алюминий	<0,04 мг/дм^3
11.	Бор (B, суммарно)	<0,2 мг/дм^3
12.	Общее железо	0,39±0,09 мг/дм^3
13.	Кадмий	<0,0005 мг/дм^3
14.	Марганец	<0,01 мг/дм^3
15.	Медь	<0,01 мг/дм^3
16.	Молибден	<0,01 мг/дм^3
17.	Мышьяк	<0,05 мг/дм^3
18.	Никель	<0,01 мг/дм^3
19.	Нитрат-ион	16,3±2,9 мг/дм^3
20.	Свинец	<0,005 мг/дм^3
21.	Стронций	<0,5 мг/дм^3
22.	Сульфат-ион	40,3±6,0 мг/дм^3
23.	Фтор (F)	<0,08 мг/дм^3
24.	Хлориды	9,4±1,5 мг/дм^3
25.	Хром (Cr^{6+})	<0,01 мг/дм^3
26.	Цианиды	<0,01 мг/дм^3
27.	Цинк	<0,05 мг/дм^3
28.	Ион аммония	<0,05 мг/дм^3
29.	Нитрит-ион	<0,02 мг/дм^3
30.	Магний	18,2±3,3 мг/дм^3
31.	Гидрокарбонат-ион	317,3±38,1 мг/дм^3
32.	Кальций	80,2±3,7 мг/дм^3

Таблица 2

Результаты лабораторных исследований проб воды полигона «Каскад»
Проба воздуха отбиралась на полигоне ТБО «Каскад». Проба воздуха отбиралась 4 сентября 2009.

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований; погрешность	Гигиенический норматив	Единицы измерения
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №4				
1.	Азота диоксид	0,013±0,003	0,2	мг/м^3
2.	Азота диоксид	0,013±0,003	0,2	мг/м^3
3.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
4.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
5.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
6.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
7.	Взвешенные вещества (пыль)	0,16±0,04	0,5	мг/м^3
8.	Взвешенные вещества (пыль)	0,16±0,04	0,5	мг/м^3
9.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
10.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №1				
11.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
12.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
13.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
14.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
15.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
16.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
17.	Взвешенные вещества (пыль)	0,16±0,04	0,5	мг/м
18.	Взвешенные вещества (пыль)	0,16±0,04	0,5	мг/м
19.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м
20.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №5				
21.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
22.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
23.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
24.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
25.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
26.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
27.	Взвешенные	0,12±0,03	0,5	мг/м^3

	вещества (пыль)			
28.	Взвешенные вещества (пыль)	0,12±0,03	0,5	мг/м^3
29.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
30.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №6,				
31.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
32.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
33.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
34.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
35.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
36.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
37.	Взвешенные вещества (пыль)	0,12±0,03	0,5	мг/м^3
38.	Взвешенные вещества (пыль)	0,14±0,04	0,5	мг/м^3
39.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
40.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №29				
41.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
42.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
43.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
44.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
45.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
46.	Формальдегид	,менее 0,008	0,035	мг/м^3
47.	Взвешенные вещества (пыль)	0,18±0,05	0,5	мг/м^3
48.	Взвешенные вещества (пыль)	0,20±0,05	0,5	мг/м^3
49.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
50.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №28				
51.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
52.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
53.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
54.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
55.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
56.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
57.	Взвешенные вещества (пыль)	0,19±0,05	0,5	мг/м^3
58.	Взвешенные вещества (пыль)	0,20±0,05	0,5	мг/м^3

59.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
60.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №25				
61.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
62.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
63.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
64.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
65.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
66.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
67.	Взвешенные вещества (пыль)	0,22±0,06	0,5	мг/м^3
68.	Взвешенные вещества (пыль)	0,22±0,06	0,5	мг/м^3
69.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
70.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №26				
71.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
72.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
73.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
74.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
75.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
76.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
77.	Взвешенные вещества (пыль)	0,19±0,05	0,5	мг/м^3
78.	Взвешенные вещества (пыль)	0,20±0,05	0,5	мг/м^3
79.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
80.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №21				
81.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
82.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
83.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
84.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
85.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
86.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
87.	Взвешенные вещества (пыль)	0,22±0,05	0,5	мг/м^3
88.	Взвешенные вещества (пыль)	0,23±0,06	0,5	мг/м^3
89.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
90.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №20				

91.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
92.	Азота диоксид	менее 0,012	0,2	мг/м^3
93.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
94.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
95.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
96.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
97.	Взвешенные вещества (пыль)	0,20±0,05	0,5	мг/м^3
98.	Взвешенные вещества (пыль)	0,22±0,06	0,5	мг/м^3
99.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
100.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №59				
101.	Азота диоксид	0,015±0,004	0,2	мг/м^3
102.	Азота диоксид	0,016±0,004	0,2	мг/м^3
103.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
104.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
105.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
106.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
107.	Взвешенные вещества (пыль)	0,22±0,06	0,5	мг/м^3
108.	Взвешенные вещества (пыль)	0,25±0,06	0,5	мг/м^3
109.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
110.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №60				
111.	Азота диоксид	0,013±0,003	0,2	мг/м^3
112.	Азота диоксид	0,012±0,003	0,2	мг/м^3
113.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
114.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
115.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
116.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
117.	Взвешенные вещества (пыль)	0,23±0,06	0,5	мг/м^3
118.	Взвешенные вещества (пыль)	0,22±0,06	0,5	мг/м^3
119.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
120.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №55				
121.	Азота диоксид	0,013±0,003	0,2	мг/м^3
122.	Азота диоксид	0,015±0,004	0,2	мг/м^3
123.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3

124.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
125.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
126.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
127.	Взвешенные вещества (пыль)	0,25±0,06	0,5	мг/м^3
128.	Взвешенные вещества (пыль)	0,26±0,06	0,5	мг/м
129.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
130.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
Атмосферный воздух в карьере грунтов полигона ТБО: точка №56				
131.	Азота диоксид	0,012±0,003	0,2	мг/м^3
132.	Азота диоксид	0,013±0,003	0,2	мг/м
133.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
134.	Сера диоксид	менее 0,1	0,5	мг/м^3
135.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м^3
136.	Формальдегид	менее 0,008	0,035	мг/м
137.	Взвешенные вещества (пыль)	0,26±0,07	0,5	мг/м^3
138.	Взвешенные вещества (пыль)	0,23±0,06	0,5	мг/м^3
139.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3
140.	Углерод оксид	менее 1,30	5,0	мг/м^3

Приложение 8

Предложения по строительству в Воронежской области предприятия по термической переработке твердых коммунальных отходов [182]

Удельные инвестиции по основному производству составляют в ценах 2006 г. 3094 руб. или 115 $ на тонну перерабатываемых ТКО. Удельные инвестиции, исходя из суммарных затрат на строительство предприятия, составят ~ 6447 руб./т или 238 $/т. Уровень рентабельности производства – 56%. Срок окупаемости производства 7 лет.

Назначение предприятия – предварительная подготовка и термопереработка ТКО с получением сырья для жидкого топлива. Мощность – 100 000 т/год по поступающим ТКО. Режим работы – 300 дней, 24 часа в сутки. Прием ТКО осуществляется 12 часов в сутки.

Переработка твердых коммунальных отходов (ТКО) с получением сырья для дизельного топлива включает в себя следующие основные операции:

1. прием ТКО;
2. пневматическая сепарация ТКО и первичное дробление до фракции 30 мм;
3. вторичное дробление ТКО до фракции 10мм;
4. сушка ТКО;
5. термическое обезвреживание ТКО (процесс пиролиза);
6. конденсация парогазовой смеси от пиролизного барабана.

На территории предприятия располагаются:

Объекты основного производственного назначения: разгрузочная площадка со съездом; отделение приема ТКО с бункерным складом; отделение сепарации и первичного дробления; отделение вторичного дробления со складом извести; склад дробленого ТКО; сушильное отделение; перегонное отделение с дымовой трубой; конденсационное отделение; факельное хозяйство.

Таблица 1

Основные технико-экономические показатели по генплану

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество
1	2	3	4
1	Площадь территории в ограждении	га	8,3
2	Площадь застройки	$м^2$	30600
3	Коэффициент застройки	%	36,9
4	Площадь покрытия	$м^2$	20700
5	Площадь озеленения	$м^2$	9000
6	Коэффициент использования территории	%	72,7

Производственная программа

Строительство модуля по переработке ТКО предусматривается осуществлять в течение 1,5-2 лет. Освоение проектной мощности в первый год эксплуатации принято на уровне 60%. Во второй год эксплуатации предусматривается полное освоение проектных показателей предприятия.

Планируется, что на предприятии будет работать 167 чел. в т.ч. административно-управленческий персонал – 31 чел., производственные рабочие – 136 чел.

Таблица 2

Основные технико-экономические показатели предприятия

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Величина показателя
1	2	3	4
1	Количество ТКО, поступающих на	тыс.т	100
	переработку	тыс.$м^3$	500
2.	Годовая реализация товарной продукции в натуральном выражении		
2.1.	Смола	т	12 250
2.2.	Черный металлолом	т	800
3.	Отходы производства, подлежащие захоронению на полигоне		
3.1.	Зола	т	28 080

3.2.	Камни, стекло	t	5 400
4.	Общая выручка предприятия от реализации товарной продукции и услуг по переработке ТКО	млн. руб.	199,63
	в том числе:		
4.1. t	от поступающих ТКО по цене приема 463 руб./т (92,60 руб./м^3)	млн. руб.	46,30
4.2.	от реализации товарной продукции	млн. руб.	153,33
5.	Производственные издержки	млн. руб.	127,69
6.	Годовая потребность в энергоресурсах		
6.1.	Вода техническая	м^3	137 100
6.2.	Вода хоз.-питьевая	м^3	6 786
6.3.	Вода обессоленная	м^3	21 600
6.4.	Электроэнергия	тыс. кВтч	14 500
6.5,	Сжатый воздух	тыс. нм^3	2 246
7.	Численность обслуживающего персонала	чел.	167
8.	Инвестиционные издержки в строительство		
8.1.	Всего, с Зачетом НДС	млн. руб.	644,64
8.2.	Всего, без учета НДС	млн. руб.	546,31
	в том числе:		
8.2.1.	строительно-монтажные работы	млн. руб.	313,40
8.2.2.	оборудование	млн. руб.	211,10
8.2.3.	прочие затраты	млн. руб.	21,80
9.	Удельные инвестиционные издержки		
9.1.	С учетом НДС	руб./т	6 446,43
9.2.	Без учета НДС	руб./т	5 463,07
10.	Стоимость основных фондов	млн. руб.	534,40
11.	Амортизационные отчисления	млн. руб.	38,48
12.	Валовая прибыль	млн. руб.	71,94
13.	Чистая прибыль (на 1-й гсщ полного освоения проектных мощностей)	млн. руб.	47,02
14.	Уровень рентабельности производства к себестоимости	%	56
14.	Срок окупаемости инвестиций чистой прибылью и амортизацией		
14.1.	с начала эксплуатации предприятия	лет	-
14.2.	с начала строительства предприятия	лет	9
15.	Точка безубыточности	тыс. т	60
		тыс. м^3	300