



Совершенствование системы  
управления твердыми бытовыми  
отходами в Донецкой области  
Украины

**Рабочая версия  
пособия  
по мониторингу  
полигонов ТБО**  
Март 2004 г.

# 1 Предисловие

## 1.1 Контекст и цели

Обращение с твердыми бытовыми отходами (ТБО) является одной из составных частей сферы обращения с отходами, имеющей свои особенности и социально значимые проблемы. Длительное отсутствие нормативно-правовой базы, регулирующей эту сферу, привело к накоплению экологических проблем.

В настоящее время органам власти необходимо решать проблемы, связанные с наличием нескольких сотен полигонов/свалок ТБО, имеющих на территории области.

Статус официального полигона/несанкционированной свалки зависит от наличия правоустанавливающих документов на землю под данный объект, наличия разрешения Госуправления экоресурсов на размещение на нем отходов и «паспортизации», определяемых нормативно-правовой базой Украины.

«Паспортизация» - длительная и дорогостоящая процедура, в результате чего по состоянию на начало 2003 г. «паспортизовано» всего лишь 7 полигонов/свалок. Цель, стоявшая до начала проекта программы Тасис, заключалась в том, чтобы провести «паспортизацию» всех полигонов, эксплуатируемых местными предприятиями, занятыми в сфере ТБО. Не противореча данной цели, проект программы Тасис вводит концепцию управления риском для существующих свалок и полигонов. Обычный метод, используемый для управления рисками, основан на классификации рисков. Наша задача заключается в том, чтобы обучить инспекторов управлять рисками, представляемыми свалками и полигонами.

На первом уровне управление рисками зависит от метода оценки рисков. Будучи воодушевленными аналогичным опытом, накопленным во Франции (в соответствии с законом, вышедшем в 1992 г., принято решение о том, чтобы до конца 2002 г. закрыть 6576 полигонов), мы предложили многоуровневую стратегию. На первом этапе предлагается провести оценку уровня опасности, представляемого полигоном, с минимальными средствами и минимальными затратами времени. На данном этапе будет выявлен небольшой % полигонов, степень опасности которых высока, и/или чрезвычайно опасных полигонов, для которых будут проводиться дополнительные исследования. Одновременно с этим данная работа позволит составить реестр существующих свалок и полигонов, подготовленный на должном профессиональном уровне.

Конечная цель состоит в подготовке полного реестра свалок и полигонов, расположенных на территории области. Данный реестр станет настоящей базой данных, а впоследствии, и географической базой данных, которая будет содержать перечень и оценку всех существующих свалок и полигонов. На первом этапе будут рассматриваться только бытовые и приравненные к ним отходы. Изучение отвалов горных пород и опасных отходов выходит за рамки задач действующего проекта программы Тасис.

Кроме того, в данном пособии определяются условия захоронения отходов. Цель пособия – собрать воедино все необходимые знания и актуализировать эти знания за счет периодического обновления информации.

## 1.2 Терминология

Свалка: место стихийного или спонтанного захоронения отходов; как правило, на свалках накоплено небольшое количество отходов

Полигон: место удаления отходов; как правило, полигон используется официально или о его существовании хорошо известно

Санитарный полигон: полигон, спроектированный, построенный и эксплуатируемый в соответствии с экологическими нормами ОЭСР (ОЕСД): Организация по экономическому сотрудничеству и развитию

КМПКЗ (IPPC): Комплекс мероприятий по предотвращению и контролю загрязнений

## 2 Твердые бытовые отходы и приравненные к ним

### 2.1 Нормативно-правовая терминология: украинская, европейская и международная

Необходимо помнить о том, что норматив – это не что иное, как кирпичик здания сложной конструкции, тем более, если речь идет об охране окружающей среды.

**Научные знания:** прежде всего, проблема должна быть идентифицирована как проблема, и научное сообщество должно привнести свои элементы в ее понимание. Одно дело подозревать молекулу в том, что она оказывает загрязнение. Однако для определения лимитов загрязнения необходимо описать механизм нанесения вреда здоровью организмов или балансу экосистем, установить дозу и определить условия.

**Технические решения:** после того, как проблема идентифицирована и определена, возникает необходимость в технических решениях.

**Производственные решения:** если технологии отрегулированы и утверждены, необходимо, чтобы предприятия (или организации) могли ими воспользоваться и цена технологий должна быть разумной.

**Нормативно-правовые рамки:** для обеспечения контроля над проблемой, в отношении которой получено необходимое понимание, могут определяться нормы и лимиты. Для этого необходимы испытанные технические решения, которые бы имелись в достаточном объеме и ассортименте на рынке и могли бы удовлетворить разного рода потребности предприятий, возникающие в связи с необходимостью соблюдения нормативов.

**Контроль:** необходимо обеспечить замеры выбросов в атмосферу или состояния принимающей среды. Измерение предполагает наличие аналитических средств, аналитических стандартов, лабораторий, способных реализовать эти меры.

**Действия по обеспечению соблюдения природоохранного законодательства:** должна существовать возможность контроля и взимания штрафов за нарушения. Никто не хочет инвестировать средства в охрану окружающей среды, нормативы применяются лишь тогда, когда есть риск быть пойманным. В связи с этим необходима инспекция (администрация), обладающая человеческие и материальные ресурсы для выполнения этой миссии.

**Санкции:** должна существовать система санкций с процедурами расследования, предоставления доказательств, судебного разбирательства. Что касается денежных штрафов, следует предусмотреть систему их взимания с постепенным ужесточением мер для неплательщиков.

**Право регресса:** все могут ошибаться, включая инспекции и суды, поэтому должны существовать апелляционный суд и верховный суд.

## 2.1.1 Определение «твердых бытовых отходов» и «муниципальных отходов»

### 2.1.1.1 Европа

Предполагалось, что в данном пособии будет использоваться понятие «муниципальные отходы», распространенное в отдельных странах-членах ЕС. Понятие «муниципальные отходы» в разных странах трактуется по-разному, что становится очевидным после прочтения отчета, подготовленного Университетом школы бизнеса Леван-ля-Нев (1998 г.), обращающего внимание на то, что «Тогда, как за управление бытовыми отходами несут ответственность практически все муниципалитеты, определение и ответственность за управление муниципальными твердыми небытовыми отходами, промышленными или строительными отходами заметно отличаются друг от друга, в зависимости от системы (страны)». Кроме того, европейский центр по вопросам отходов отметил расхождения в определениях, используемых странами-членами ЕС, а также тот факт, что термины «бытовые отходы» и «муниципальные отходы» часто используются так, как будто они взаимозаменяемы, несмотря на то, что означают разные вещи (*Christiansen u Munck-Kampmann, 2000 г.*).

Проблемы, связанные с различиями в определениях, усугубляются при попытках понять состав муниципальных отходов. Происходит это потому, что не всегда ясно, состав чего измеряется. Например, состав отходов, выставляемых домохозяйствами у ворот своих домов, будет довольно слабым отражением состава муниципальных отходов, включающих в себя большое количество отходов коммерческих структур, или состава отходов домохозяйств, широко использующих контейнерную систему.

### 2.1.1.2 Бытовые отходы во Франции

В данную категорию отходов входят бытовые отходы, возникающие в процессе повседневного ведения домашнего хозяйства, а также приравненные к ним отходы. Последние представляют собой отходы деятельности торговых, ремесленных, промышленных предприятий, а также офисов и подлежат сбору, выполняемому аналогично сбору бытовых отходов.

Объемы бытовых отходов в 1995<sup>1</sup> году оценивались во Франции в 26,3 млн. тонн, т.е. 434 кг на человека в год.

Данный средний показатель (434 т/чел/год) не является характерным для всей территории Франции. В зависимости от географических особенностей указанный показатель существенно колеблется. Представляется возможным выделить:

- городскую зону, где объемы бытовых и приравненных к ним отходов составляют 520 кг/чел/год,
- "полугородскую зону", где объемы бытовых и приравненных к ним отходов составляют 425 кг/чел/год,
- сельскую зону, где объемы бытовых и приравненных к ним отходов составляют 320 кг/чел/год.

Доля оберточных материалов в общем объеме бытовых отходов является весьма существенной (33% от общей массы). Развитие процедур отдельного сбора непосредственно в зданиях, устройство площадок с контейнерами для отдельного сбора отходов или полигонов с сортировочной станцией позволяет в 1999 г. обеспечить вторичное использование 50% оберточных материалов, что составляет более 2 млн. тонн утилизированного сырья.

<sup>1</sup> По данным ADEME, Основные показатели

### 2.1.1.3 Муниципальные отходы во Франции

Данная категория отходов включает различное сырье, а именно:

- прочие бытовые отходы (инертные, негабаритные, специфические бытовые отходы),
- отходы, возникающие при благоустройстве зеленых массивов (парков и садов),
- отходы, возникающие в процессе уборки территорий (рынков, улиц),
- отходы, связанные с обслуживанием и ремонтом автотранспорта (кузова, покрышки отработанное масло),
- отходы городской канализационной системы.

Ежегодное количество, возникающих во Франции муниципальных отходов, составляет от 18 до 23 млн. т (по данным ADEME).

### 2.1.1.4 Украина

В настоящее время на Украине полный комплекс стандартов в сфере обращения с отходами, в том числе и с твердыми бытовыми, не создан. Наследованные от бывшего СССР разрозненные стандарты регламентируют отдельные требования и правила, они базируются на старых принципах отраслевого разделения объектов стандартизации и не отвечают действующему законодательству. Решение проблемы может обеспечить комплекс стандартов в области обращения с отходами (в том числе с твердыми бытовыми), являющейся составной частью системы стандартов охраны природы и направленная на ограничение образования отходов, их утилизацию, безопасное хранение и захоронение.

Потребность разработки комплекса стандартов и его гармонизация с новыми международными подходами в сфере обращения с отходами обуславливается тем, что в отличие от развитых стран ЕС (где политика и механизм управления отходами уже давно развиваются как составная часть рыночных взаимоотношений в условиях конкуренции) в Украине на структуру образования и накопления отходов имеется принципиально другой взгляд с точки зрения ресурсного и энергетического потенциала.

Энергоресурсоемкость продукции на Украине определяется не столько собственной продукцией предприятий, сколько замороженными в отходах значительной части ресурсного и энергетического потенциала. Все расходы ложатся именно на продукцию, и больше, чем 25 млрд. м<sup>3</sup> накопленных на Украине отходов (из них 5 млрд. м<sup>3</sup> твердых бытовых отходов) остаются вне сферы хозяйственной деятельности. Такой подход к товарному производству определяет незавершенность производственных циклов вообще, и в сфере обращения с отходами (в том числе и с твердыми бытовыми отходами) в частности.

Создание целостного и внутренне согласованного комплекса стандартов является насущной необходимостью не только для самих отходов, которые являются конечными продуктами антропогенных процессов, но и для всех аспектов производственной деятельности – технологий, систем контроля объектов обращения с отходами и др.

Работа по созданию такого комплекса стандартов серии «Охрана природы. Обращение с отходами» уже начата. С 2001 года в Украине введены в действие три Международных стандарта в сфере обращения с отходами:

## Міждержавні стандарти

Наказ Держстандарту України	«ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) Охорони природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін» від 08.09.1999 р. (введений в дію з 01.01.2001 р. на зміну ДСТУ 2195-93 (ГОСТ 17.0.0.05-93).
Наказ Держстандарту України	«ДСТУ 3910-99 (ГОСТ 17.9.0.1-99) Охорони природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів. Порядок найменування відходів за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій» введено в дію вперше з 01.01.2001 р.
Наказ Держстандарту України	«ДСТУ 3911-99 (ГОСТ 17.9.0.1-99) Охорони природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи. Загальні вимоги» введено в дію вперше з 01.01.2001 р.

Эти стандарты распространяются на все виды отходов.

Но обращение с ТБО является не только наиболее социально значимой но и проблемно обособленной частью сферы обращения с отходами, которая по объектам, структуре проблем и особенностям регулирования коренным образом отличается от сферы обращения с промышленными отходами.

Стандарты по сфере обращения с бытовыми отходами, отсутствуют. Что касается терминологии по отходам, то в Законе Украины “Об отходах” даны основные термины. Так в “Общих положениях” (раздел I) Закона определено около двадцати основных терминов, позволяющих, установит общий “язык” для всех субъектов, действующих в сфере обращения с отходами.

Так, например, определение термина “отходы”, “опасные отходы”, позволяет исключить многие спорные моменты в отнесении различных веществ к отходам, в том числе к опасным.:

**“відходи** - будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення”;

**“небезпечні відходи** - відходи, що мають такі фізичні, біологічні та інші властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними”.

Определены также понятия «производитель отходов», «обращение с отходами», «объекты обращения с отходами», «утилизация отходов отходов», «захоронение отходов», «отходы как вторичное сырье» и ряд других.

К сожалению, в Законе нет термина “твердые бытовые отходы”.

В украинских отраслевых нормативных документах терминология по бытовым отходам приведена в «Правилах оказания услуг по сбору и удалению твердых и жидких бытовых отходов», утвержденных приказом №54 от 21.03.2000 Госкомитета архитектуры и жилищной политики Украины и зарегистрированном в Минюсте.

Согласно этих правил:

**Твердые бытовые отходы (ТБО) - отходы, которые образуются в процессе жизнедеятельности человека и накапливаются в жилых домах, учреждениях соцкультбыта, общественных, учебных, лечебных, торговых и других**

**учреждениях (это - пищевые отходы, предметы домашнего обихода, мусор, опавшие листья, отходы от уборки и поточного ремонта квартир, макулатура, стекло, металл, полимерные материалы и т.д.) и не имеют дальнейшего использования по месту их образования.**

Согласно руководящего технического материала Госкомитета по жилищно-коммунальному хозяйству Украины «Рекомендовані норми накопичення твердого побутового сміття для населених пунктів України» от 1995 г., к твердым бытовым отходам относятся следующие виды мусора:

- от жилых домов, гостиниц, общежитий,
- от профилактических ремонтов, которые выполняются жителями домов,
- от печного отопления,
- мусор с улиц, дворов,
- зданий общественного питания,
- с рынков,
- с вокзалов, пляжей, парков,
- мусор большой габаритности (остатки старой мебели, холодильники, радиоприемники, телевизоры, новогодние елки и т.д.

Аналогичное определение твердых бытовых отходов было и ранее в бывшем СССР Так в книге Фурманенко А.С. «Уборка и санитарная очистка населенных мест», от 1991 г. приведен термин ТБО.

**Твердые бытовые отходы – отходы, которые образуются в результате жизнедеятельности человека и накапливаются в жилых домах, общественных, учебных, лечебных и других учреждениях, в связи с их пребыванием там.**

Понятие «муниципальные отходы» в Украине не применяется.

Однако, если сравнить, что входит в данную категорию отходов во Франции (раздел **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) и других странах ЕС с трактовкой ТБО в украинских документах, приведенных выше, то можно обнаружить их идентичность. Разница лишь в том, что во Франции к муниципальным отходам относятся также и осадки городских станций очистки сточных вод, шламы подготовки питьевой воды. В Украине эти виды отходов относятся к производственным отходам и не подлежат сбору коммунальными службами, занимающимися удалением ТБО.

Кроме термина ТБО, в «Правилах» приведены и другие термины - определения в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами:

Негабаритные отходы – твердые бытовые отходы, размеры которых превышают 50х50х50 см и не дают возможности собирать их в контейнеры вместимостью до 1.1 куб.м;

Жидкие бытовые отходы – хозяйственно-бытовые отходы (от мытья, стирки и т.д.) и канализационные стоки (за исключением промышленных) при отсутствии централизованного водоотведения;

Контейнеры – сборники для накопления твердых бытовых отходов; изготавливаются из металла и полимерных материалов; стандартные контейнеры вместимостью от 0.12 до 1.1 куб.м – предназначаются для твердых бытовых отходов, великогабаритные вместимостью от 8 до 16 куб.м. – для негабаритных бытовых отходов;

Система сбора и вывоза твердых и жидких бытовых отходов - последовательное выполнение технологических операций по извлечению, накоплению и размещению отходов в специально отведенных местах и их вывоз в пункты обезвреживания;



Планово – подворная система сбора твердых бытовых отходов – система в соответствии с которой собранные в контейнеры или мусороприемные камеры домов твердые бытовые отходы вывозят мусоровозами в пункты обезвреживания;

Планово – поквартирная (по домам) система сбора, которая не предусматривает наличия контейнеров, а потребитель самостоятельно загружает твердые бытовые отходы в мусоровоз, который прибывает по графику.

В 2002 году по заказу Госкомитета строительства, архитектуры и жилищной политики Украины украинским научно-исследовательским институтом прогрессивных технологий в коммунальном хозяйстве «УкркоммунНИИпрогресс» разработан проект «**Програма поводження з твердими побутовими відходами в Україні**», где авторами даны определения основных терминов в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами.

**Твердые бытовые отходы - отходы, которые образуются в процессе жизни и деятельности человека и накапливаются в жилых домах, учреждениях соцкультбыта, общественных учебных, лечебных, торговых и других учреждениях (это пищевые отходы, макулатура, стекло, металл, пластмасса, полимеры и другие).**

Обращение с твердыми бытовыми отходами - действия, направленные на предотвращение образованию твердых бытовых отходов, их сбор, вывоз, размещение, обработку, утилизацию, обезвреживание и захоронение, включая контроль за этими операциями и местами размещения.

Сбор твердых бытовых отходов – деятельность, связанная с извлечением, накоплением и размещением твердых бытовых отходов в специально отведенных местах или объектах, включая сбор отдельных компонентов, с целью их дальнейшей утилизации.

Переработка твердых бытовых отходов - осуществление любых технологических операций, связанных с изменением физических, химических, биологических свойств твердых бытовых отходов, с целью их экологически безопасного хранения, транспортировки, утилизации.

Утилизация твердых бытовых отходов - использование твердых бытовых отходов, как вторичные материальные или энергетические ресурсы.

Обезвреживание твердых бытовых отходов - уменьшение степени их опасности путем механической, физико-химической, химической или биологической обработки.

Что касается определения понятий «свалка ТБО», «полигон ТБО», то в условиях отсутствия стандартов по терминологии в сфере обращения с отходами приведем термины из нормативных документов действующих как в бывшем СССР, так и в Украине.

Так в руководящем документе УССР «Указаниях по организации и усовершенствованию контролируемых свалок (полигонов) для городов УССР» РДМУ 204 УССР 025-81:

- **свалка** – территория, на которой ТБО складировать без выполнения санитарных требований,
- **полигон** – территория, на которой ТБО складировать в соответствии с санитарными требованиями.

А в «Санитарных правилах устройства и содержания полигона твердых бытовых отходов» от 16.05.83 № 2811-83, действовавших в бывшем СССР и являющихся действующими для Украины полигон определен как:

- Полигоны твердых бытовых отходов (ТБО) являются специальными сооружениями, предназначенными для их изоляции и обезвреживания, гарантируют санитарную надежность в охране окружающей среды и эпидемиологическую безопасность для населения.

В руководящем документе Госкомитета жилищно-коммунального хозяйства Украины «**Порядок улаштування, утримання та експлуатації полігонів твердих побутових відходів**» от 1996 г.:

- **полигон** – специальное сооружение, предназначенное для захоронения и обезвреживания ТБО, условия устройства, содержания и эксплуатации которого должны предотвратить отрицательное влияние на окружающую природную среду, обеспечить санитарно–эпидемиологическую и экологическую безопасность населения.

Таким образом, когда мы употребляем термин “свалка ТБО”, то вкладываем понятие места удаления твердых бытовых отходов, на которое не разрабатывался проект, не оборудованного технически (в том числе противодиффузионным экраном) и не обеспечивающего экологическую и санитарную безопасность. Такой термин наиболее подходит к реально существующим местам удаления ТБО как в Донецкой области, так и Украины в целом.

В употребление термина «полигон» вкладывается понятие места удаления твердых бытовых отходов построенного по проекту, прошедшего экологическую экспертизу. Лишь в последние годы в области начали строить такие полигоны. В Донецкой области построены полигоны в г.г. Иловайске, Светлодарске, Угледаре, начато строительство еще нескольких.

## 2.1.2 Полигон

### Терминология

*Свалка - место стихийного или спонтанного захоронения отходов; обычно считается, что свалки содержат небольшое количество отходов,*

*Полигон - участок захоронения отходов; как правило, полигоны – это санкционированные или хорошо известные места захоронения отходов,*

*«Санитарный полигон» - полигон, спроектированный, построенный и эксплуатируемый в соответствии с санитарно-экологическими нормами*

Практика захоронения<sup>2</sup> отходов имеет многолетнюю историю. Все страны–члены ЕС и кандидаты на вступление в ЕС вывозят отходы на полигоны, несмотря на то, что некоторые из них накладывают или накладывали ограничения/запреты на захоронение муниципальных отходов, за исключением особых обстоятельств. В некоторых странах большинство муниципальных отходов вывозится на полигоны. Можно констатировать относительно небольшое количество препятствий технического характера. Тем не менее, необходимо признать, что термин «полигон» обычно используется при обозначении целого ряда объектов, расположенных в странах-членах ЕС, начиная от примитивных свалок до специально спроектированных и контролируемых полигонов (а иногда и полигонов, предназначенных для особых отходов). В некоторых рассматриваемых нами странах захоронение многих муниципальных отходов происходит стихийно на плохо или

<sup>2</sup> Приложения к заключительному отчету “Экономический анализ вариантов управления биоразлагающимися муниципальными отходами», исследование Eunomia Research & Consulting, ZREU, LDK, HDRA Consultants и Scuola Agraria del Parco di Monza (для ECOTEC Research & Consulting)

вообще неспроектированных участках. Вполне очевидно, что Директива о полигонах призвана улучшить положение дел в данной сфере. В статье 5 (2) даются предписания для стран -членов ЕС по сокращению количества биоразлагающихся муниципальных отходов (БМО), подлежащих захоронению на полигонах. Темпы снижения должны быть следующими:

- К 2006 г. - 75% от БМО, захороненных в 1995 г.;
- К 2009 г. - 50% от БМО, захороненных в 1995 г.;
- К 2016 г. - 35% от БМО, захороненных в 1995 г.

Для стран-членов ЕС, которые в 1995 г. захоранивали более 80% всех муниципальных отходов, определен 4-х летний период снижения. К таковым относятся:

- Греция,
- Ирландия,
- Италия,
- Португалия,
- Испания,
- Великобритания,
- Кипр,
- Эстония,
- Венгрия,
- Польша,
- Словения.

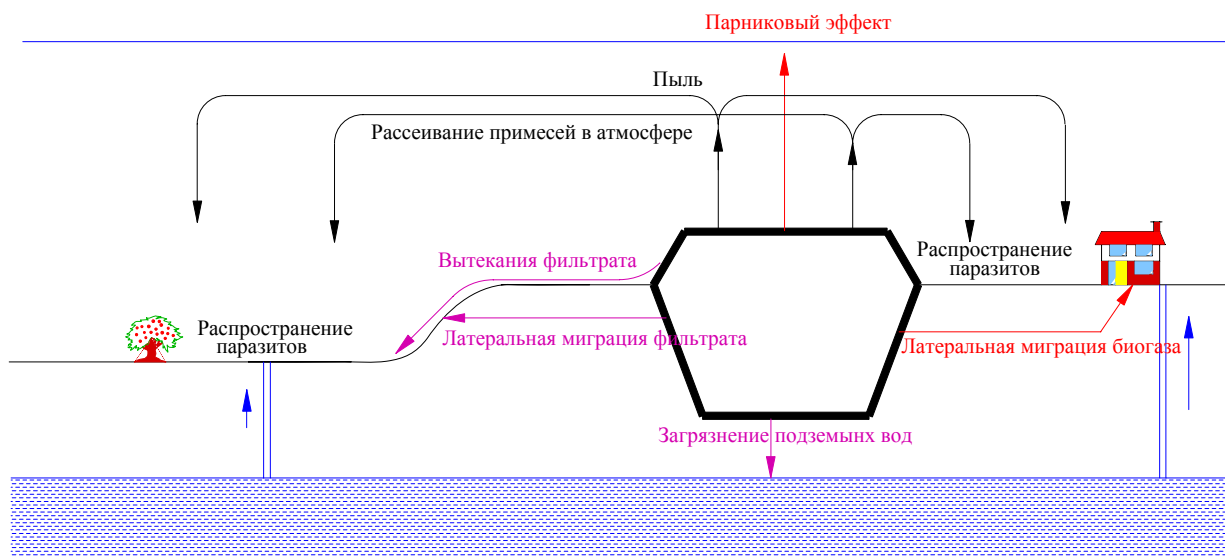
Полигоны *могут* принять все муниципальные отходы. Эти отходы, в зависимости от возможностей их разложения в условиях полигона, приводят к образованию различных эмиссий, усиливающих вредное влияние полигона на окружающую среду (см. Рис. 1). Кроме того, темпы разложения разных веществ разные, влияние отдельных фракций на образование фильтрата также будет разным. Вполне возможно, что через какое-то время фильтрат начнет оказывать вредное воздействие на подземные воды. Будет ли фильтрат представлять проблему, и если да, то когда, можно будет определить с помощью изолирующих слоев полигона и геологических характеристик участка.

Единственный «конечный продукт» полигонов - это биогаз, который, при обеспечении его сбора, может быть использован для выработки энергии. Такая энергия обретет свои рынки сбыта, в связи с чем некоторые страны активно поддерживают инициативы, связанные с производством энергии за счет биогаза. Великобритания выразила свою позицию открыто в рамках Обязательства по неископаемым видам топлива (NFFO) и будет продолжать действовать в том же направлении опосредованно (в будущем), освобождая от сбора за изменение климата (введенного для других источников энергии в 2001 г.).

Конечные остатки на полигонах состоят из неразложившегося (в условиях полигона) материала и остатков фильтрата, который может быть очищен, благодаря применению различных технологий. В первом может наблюдаться значительная концентрация углерода. С точки зрения того, что некоторые материалы, способные к разложению в аэробных условиях, не разлагаются на полигонах, полигоны могут

рассматриваться в качестве места чистого скопления углерода. В связи с этим Брамрид (1998 г.) сравнивал их с торфяниками.

**Рис. 1 Выбросы в атмосферу, поступающие с полигона, и их воздействие на окружающую среду**



Можно выделить две основные стратегии создания полигонов. Традиционные полигоны не контролируются, в результате чего фильтрат беспрепятственно попадает в почвы, находящиеся поблизости с полигоном. Тем не менее, этот метод «разжижения и рассеивания» больше не считается приемлемым для эксплуатации, учитывая серьезную опасность, представляемую фильтратом для подземных вод, и возможность неконтролируемого скопления биогаза. Поэтому на более современных полигонах МБО обеспечен контроль и эксплуатируются они по принципу «сдерживания распространения загрязняющих веществ». Захороненные отходы отделяются от окружающей среды путем изолирующих слоев, а фильтрат и биогаз собираются и очищаются, такая деятельность ведется и после закрытия полигона. Предложено проводить изоляцию отходов и эксплуатировать полигон как большой «биореактор». Речь идет об эксплуатации полигона, направленной на ускорение процессов разложения, так, чтобы фильтрат и биогаз образовывались как можно раньше, когда еще работают системы сбора и очистки (Брамрид, 1998 г.). Механическая биологическая очистка (МБО) имеет важное значение для предварительной обработки отходов до их захоронения. Такая предварительная очистка приводит к тому, что подлежащий захоронению материал становится относительно благоприятным для генерирования метана и фильтрата (МБО рассматривается ниже).

Схема процесса приводится ниже на рисунке Рис. 2:

**Рис. 2 Схематическое изображение веществ, поступающих и образующихся на полигоне**



*Примечание:*

*Красными стрелочками изображены остаточные продукты*

*Синими стрелочками изображены “негативные продукты” (экологический ущерб)*

*Зелеными стрелочками изображены “позитивные продукты” (экологическая польза)*

Знания, которыми мы располагаем, все еще не позволяют определять влияние полигонов на здоровье человека. Недавно проведенные в Великобритании исследования говорят о возможности (несмотря на отсутствие четко прослеживаемых причин и следствий) влияния полигонов на рождение в близлежащих районах детей с какими-либо дефектами (см. Elliott et al, 2001 г.). По данному направлению ведутся исследования.

## 2.2 Нормативно-правовая база, регулирующая обращение с отходами в Европе и Украине

### 2.2.1 Европейская нормативно-правовая база по отходам (за исключением отходов атомной промышленности)

Для иллюстрации структуры нормативно-правовой базы ниже дается перечень нормативно-правовых актов по отходам. Представляется возможным выделить два типа регулирования, так называемое, регулирование вертикального и горизонтального типа. Иногда, когда речь идет об определенном типе отходов или некотором способе размещения на полигоне, сложно определить какой именно нормативно-правовой документ должен применяться. Существует нормативно-правовая база, регулирующая обращение со всеми типами отходов или применение технологий, которые могут использоваться при переработке отходов всех типов. Такие нормы и правила позволяют осуществлять горизонтальное регулирование. С

другой стороны существуют нормативные документы, касающиеся обращения с определенным типом отходов и регулирующие функционирование всей последовательности операций, начиная от сбора и заканчивая захоронением. Такое регулирование получило наименование вертикального. Можно составить своеобразную матрицу, отражающую нормативно-правовое поле регулирования вертикального и горизонтального уровней. Такая матрица облегчает поиск определенного нормативного документа, применимого к некоторой ситуации в области обращения с отходами.

### 2.2.1.1 Нормативно-правовые акты "горизонтальной оси" (по отходам в целом или типам полигонов)

Руководящая директива 75/442/СЕЕ Совета от 15 июля 1975 года, касающаяся **отходов** (Официальный Бюллетень Европейского Сообщества (*далее - ОБЕС*), 25 июля 1975 г.), измененная в соответствии с положениями директивы 91/156/СЕЕ от 18 марта 1991 года (ОБЕС, 26 марта 1991), дополненная решением Комиссии 94/3/СЕ от 20 декабря 1993 года, оговаривающим перечень отходов, подлежащих обязательному удалению (ОБЕС, 3 января 1994 г.).

Директива 91/689/СЕЕ Совета от 12 декабря 1991 г., касающаяся **опасных отходов** (ОБЕС, 31 декабря 1991 г.), дополненная решением Совета (94/904/СЕ) от 22 декабря 1994 г., оговаривающим перечень опасных отходов (*предложения относительно изменений находятся на стадии подготовки*) (ОБЕС, 31 декабря 1994 г.).

Правила Совета 259/93 от 1 февраля 1993 г., регулирующие надзор и контроль процесса **перевозки отходов** из/в ЕС (*постоянно дополняются*) (ОБЕС, 6 февраля 1993 г.).

Директива 89/369/СЕЕ от 8 июня 1989 г., касающаяся предупреждения атмосферного загрязнения, возникающего в результате деятельности **новых мусоросжигательных заводов, перерабатывающих муниципальные отходы** (ОБЕС, 14 июня 1989 г.).

Директива 89/429/СЕЕ Совета от 21 июня 1989 г., касающаяся сокращения уровня атмосферного загрязнения, возникающего в результате деятельности **существующих мусоросжигательных заводов, перерабатывающих муниципальные отходы** (ОБЕС, 15 июля 1989 г.).

Директива 94/67/СЕ от 16 декабря 1994, касающаяся **сжигания опасных отходов** (ОБЕС, 31 декабря 1994 г.). Предложения по подготовке директивы по **сжиганию муниципальных отходов** (*в настоящее время обсуждаются в комитете регионов*).

Директива № 1999/31/СЕ от 26 апреля 1999 г., касающаяся процедур размещения отходов на полигоне (ОБЕС № L 182 от 16 июля 1999, а также изменения, опубликованные в ОБЕС № L 282 от 5 ноября 1999 г.).

### 2.2.1.2 Нормативно-правовые акты "вертикальной оси" (по типам отходов)

Директива Совета 75/439/СЕЕ от 16 июня 1975, регулирующая удаление **отработанных масел** (ОБЕС, 18 июня 1975 г.).

Рекомендации Совета 81/972/СЕЕ от 3 декабря 1981 г., относительно повторного использования макулатуры и утилизации **бумаги, изготовленной из бумажных отходов** (ОБЕС, 10 декабря 1981 г.).

Директива Совета 86/278/СЕЕ от 12 июня 1986, касающаяся охраны окружающей среды и почв в процессе использования **шламов очистных сооружений** в сельском хозяйстве (ОБЕС, 4 июля 1986).

Директива Совета 91/157/СЕЕ от 18 марта 1991 г., касающаяся удаления отработавших **батареек и аккумуляторов**, содержащих некоторые опасные вещества (ОБЕС, 26 марта 1991 г.).

Директива Парламента и Совета ЕС 94/62/СЕ от 20 декабря 1994 г., касающаяся **упаковочных материалов** и отходов упаковочных материалов (ОБЕС, 31 декабря 1994).

Директива Совета 96/59/СЕ от 16 сентября 1996, относительно удаления **ПХД и ПХТ** (ОБЕС, 24 сентября 1996 г.).

### 2.2.1.3 Перспективы

Представляется важным указать на разницу между «предложениями» и «проектами». Предложение директивы, представленное Комиссией является официальным нормативным (юридическим) актом, подлежащим публикации в ОБЕС. Проект представляет собой некоторый документ, находящийся на стадии обсуждения. Дополнительная информация может быть получена в соответствующих службах Комиссии (DG XI).

Предложение Директивы Совета, касающейся **сжигания отходов**, представленное Комиссией 20 октября 1998 года (документ за номером СОМ (98) 558, окончательный вариант).

Предложение Директивы Совета, касающейся **размещения отходов на полигонах**, представленное Комиссией 10 марта 1997 года (документ за номером СОМ (97) 105, окончательный вариант, ОБЕС, 24 мая 1997 г.).

Предложение Директивы Парламента и Совета, касающееся **маркировки упаковочных материалов**, представленное Комиссией 25 ноября 1996 года (документ за номером СОМ (96) 191, окончательный вариант).

Предложение Директивы Совета, касающейся **вышедшего из строя автотранспорта**, представленное Комиссией 3 июля 1997 года (документ за номером СОМ (97) 358, окончательный вариант).

Предложение Директивы по удалению **отходов электрических и электронных приборов**.

Предложение Директивы по удалению **батареек и аккумуляторов** (батарейки всех типов).

Предложение Директивы по удалению **опасных бытовых отходов**.

Предложение Директивы по **компостированию и повышению качества** (удобрения) **шламов**.

Помимо вышеуказанных нормативных документов, ЕС также подготовил в 1996/97 гг. новую *"стратегию ЕС в области управления отходами"*, которая логически вытекает из стратегии, разработанной в 1989/90 гг.

Положения, касающиеся отходов, относятся, главным образом, к политике охраны окружающей среды и, таким образом, подпадают под статью 130 Соглашения. За истекший с 1975 года период (разработка первых положений природоохранной политики ЕС), роль Европарламента, ранее ограничивавшаяся лишь консультативной поддержкой (одно чтение), постоянно росла. Решающий шаг был сделан в 1992 году в момент подписания Маастрихтского Соглашения и перехода к

процедуре сотрудничества (два чтения). Амстердамское Соглашение ознаменовало начало третьего этапа, поскольку решения, касающиеся большинства мероприятий, связанных с природоохранной деятельностью, в частности с управлением отходами, будут отныне приниматься совместно Европарламентом и Советом Европы (три чтения).

#### **2.2.1.4 Концепция управления отходами во Франции**

Закон № 92-646 от 13 июля 1992 г., регулирующий удаление отходов, а также деятельность объектов, призванных обеспечивать требуемый уровень экологической безопасности, дополняет и ужесточает положения закона № 75-663 от 15 июля 1975 (об управлении отходами) и закона № 76-663 от 19 июля 1976 г. (об экологически чистых объектах коммунального хозяйства).

*"Положения настоящего закона ставят целью:*

- Предупредить возникновение отходов и сократить их опасность для здоровья человека, в частности путем воздействия на процесс производства и распределения продукции;
- Наладить перевозку отходов и ограничить дистанцию транспортировки и объемы перевозимых отходов;
- Использовать отходы путем повторного применения, утилизации или иным способом, позволяющим получить в процессе переработки отходов вторсырье или энергию;
- Ознакомить общественность с воздействием на окружающую среду и здоровье человека технологических процессов, ведущих к возникновению отходов, и процедур их удаления на основании соблюдения законодательных требований, предъявляемых к конфиденциальной информации, а также повысить уровень осведомленности в области мероприятий, направленных на предотвращение или устранение отрицательных последствий.

Провозглашение данных принципов говорит о том, что **основополагающим принципом управления отходами, вступившим в силу с 1 июля 2002 года, является запрет на размещение на полигоне отходов, не прошедших предварительной переработки.**

**2002 год принят в качестве конечного срока для обеспечения 75%-ой утилизации бытовых упаковочных материалов.** Решение данной задачи возложено на ряд сертифицированных компаний и главным образом на компанию Eco Emballages.

#### **2.2.1.5 Понятие "конечных отходов"**

Начиная с 1 июля 2002 года объекты, обеспечивающие складирование отходов, имеют право на прием лишь "конечных отходов". В последнем абзаце Статьи 1 закона от 13 июля дается определение "конечных отходов", под которыми понимаются *"отходы, являющиеся или нет продуктом переработки, которые не подлежат дальнейшей переработке в текущих технических и экономических условиях, в частности, путем утилизации некоторой их части или снижения уровня отрицательного воздействия на окружающую среду и здоровье человека"*.

Циркуляр Министра Вуанэ (Voynet) от 28 апреля 1998 года уточняет понятие "конечных отходов": *"Конечные отходы, которые могут быть размещены на полигоне после июля 2002 года, представляют собой не подлежащую утилизации"*



*фракцию, а не только остатки процесса сжигания. Тем не менее, должны быть удовлетворены два предварительных условия:*

- полигон должен отвечать требованиям Постановления Кабинета Министров от 9 сентября 1997 года, касающегося складирования бытовых и приравненных к ним отходов;
- полигон не может принимать отходы, не прошедшие переработку, то есть не подвергшиеся разделительному сбору и сортировке..."

### **2.2.1.6 Развитие процедур утилизации**

Начиная с 1 января 1993 года каждый промышленный производитель, выпускающий на рынке продукцию, конечными пользователями которой являются бытовые потребители (семьи), обязан принять соответствующие меры по удалению упаковочных материалов или меры, способствующие удалению таковых.

В указе №92-337 от 1 апреля 1992 года оговорены три возможности, которыми располагает производитель: обеспечение складирования отходов упаковочных материалов, удаления отходов упаковочных материалов или вступление в организацию, которая возьмет на себя эти обязанности.

В директиве ЕС 94/62/СЕ от 20 декабря 1994 года указаны цели, которые страны-члены ЕС должны достичь к 2001 году:

- утилизация минимум 50 % и максимум 65 % общей массы отходов упаковочных материалов,
- повторное использование минимум 25 % и максимум 45 % массы всех упаковочных материалов, входящих в отходы упаковочных материалов, при повторном использовании минимум 15% массы каждого материала.
- Для отходов упаковочных материалов, возникающих у потребителей, отличных от бытовых, в указе №94-609 от 13 июля 1994 года предусмотрено положение, обязывающее предприятия, выпускающие упаковочные материалы в объеме, превышающем 1100 литров в неделю, обеспечить меры по их удалению.

Циркуляр от 28 апреля 1998 г. оговаривает дополнительно необходимость утилизации городских отходов. В соответствии с данным документом на государственном уровне ставится цель достичь утилизации городских отходов на уровне 50% от общей массы (включая шлам очистных сооружений).

### **2.2.1.7 Право на информацию**

Указанное право состоит в следующем:

*"создание на каждом объекте по переработке или складированию отходов (по инициативе либо представителя государственной власти, либо муниципального совета коммуны, на территории которой расположен данный объект, или соседней коммуны) местной комиссии по информации и надзору, в состав которой на равных правах войдут представители заинтересованных административных органов, эксплуатирующей организации, территориальных образований, природоохранных организаций, представитель государства, который станет во главе комиссии и будет обеспечивать по ее запросу проведение необходимых с ее точки зрения контрольных мероприятий..."*

### **2.2.1.8 Закрытие свалок**

Положения циркуляра №97-94 от 10 ноября 1997 г., требующие закрытия свалок отходов, не прошедших переработку, были подтверждены положениями циркуляра Voynet от 28 апреля 1998 года. В последнем документе подчеркивается, что данное требование является основополагающим в связи с тем, что оно конкретизирует главную цель, оговоренную в законе от 13 июля 1992 г.

Циркуляр уточняет, что для каждой включенной в перечень свалки необходимо определить:

- существующие или возможные в будущем альтернативные варианты, обеспечивающие устранение соответствующих потоков отходов;
- будущее свалки: закрытие или продолжение эксплуатации в соответствии с положениями действующего законодательства.

Операторы объекта по размещению отходов должны предоставить финансовые гарантии обеспечения контроля состояния полигона, проведения мероприятий, осуществляемых в случае аварии до или после закрытия, восстановления территории после закрытия объекта.

### **2.2.1.9 Директива № 1999/31/СЕ от 26 апреля 1999 г., касающаяся процедур размещения отходов на полигоне**

Основным нормативно-правовым актом, регулирующим размещение отходов на полигонах в странах Европейского Союза является «Директива № 1999/31/СЕ от 26 апреля 1999 г., касающаяся процедур размещения отходов на полигоне», которая ниже приводится в полном объеме.

## **Директива № 1999/31/СЕ от 26 апреля 1999 г., касающаяся процедур размещения отходов на полигоне**

(ОБЕС № L 182 от 16 июля 1999, а также изменения, опубликованные в ОБЕС № L 282 от 5 ноября 1999 г.), Совет Европейского Союза,

### **УЧИТЫВАЯ**

положения Соглашения, провозглашающего создание Европейского Сообщества, и в частности, статьи 130 S, параграф 1,

предложение Комиссии (1),

заключение Комитета по социальным и экономическим вопросам (2),

и действуя на основании процедуры, оговоренной в статье 189 С Соглашения (3),

(1) ОБЕС 156 от 24 мая 1997, с. 10.

(2) ОБЕС 355 от 21 ноября 1997. с. 4.

(3) Заключение Европейского Парламента от 19 февраля 1998 (ОБЕС 80 от 16.3.1998, с. 196), общая позиция Совета от 4 июня 1998 (ОБЕС 333 от 30 октября 1998, с. 15) и решение Европейского Парламента от 9 февраля 1999 (ОБЕС 150 от 28 мая 1999, с. 78).

### **ПРИНИМАЯ ВО ВНИМАНИЕ, ЧТО**

- 1) Резолюция Совета от 7 мая 1990 г. в области политики управления отходами (4) одобрила и утвердила стратегию ЕС и предлагает Комиссии разработать критерии и нормы удаления отходов, путем размещения на полигонах;
- 2) В своей резолюции от 9 декабря 1996 г. о политике в области управления отходами Совет считает, что в будущем захоронение отходов в ЕС будет осуществляться исключительно на безопасных и контролируемых полигонах;
- 3) Необходимо способствовать предупреждению возникновения отходов, повторному использованию и утилизации отходов, а также применению вторсырья и энергии, в целях охраны природных ресурсов и эффективной эксплуатации земель;
- 4) Необходимо продолжить разработку вопросов сжигания муниципальных отходов и безопасных отходов, компостирования, метанизации и переработки ила от дноуглубительных и очистных работ;
- 5) Основываясь на принципе "платит тот, кто загрязняет", следует, среди прочего, учитывать все экологические последствия размещения отходов на полигонах;
- 6) Процедуры захоронения, как и все прочие формы переработки отходов, должны подвергаться контролю и соответствующим образом управляться в целях предупреждения или сокращения их отрицательного воздействия на окружающую среду и здоровье человека;
- 7) Необходимо принять соответствующие меры по предупреждению выброса, свалки или неконтролируемого удаления отходов; обеспечить в этих целях возможность контроля полигонов на предмет содержания в размещаемых на них отходах вредных веществ; максимально точно прогнозировать реакции этих веществ;

- 8) Объемы и уровень опасности отходов, подлежащих размещению на полигоне, должны быть снижены, или, по крайней мере, процедуры обращения с ними должны быть облегчены, а утилизация подлежит всяческому поощрению; необходимо стимулировать к переработке отходов в целях обеспечения условий захоронения отходов, соответствующих целям настоящей директивы; сортировка входит в процесс переработки;
- 9) Необходимо, чтобы страны-участницы ЕС были в состоянии внедрить принципы близости расположения и самодостаточности в целях обеспечения удаления своих отходов на уровне сообщества и отдельных государств, в соответствии с положениями директивы Совета 75/442/СЕЕ от 15 июля 1975 г., касающейся управления отходами (5); необходимо решать задачи, установленные в данной директиве, путем создания интегрированной и адекватной сети сооружений, обеспечивающих удаление отходов, с учетом высокого уровня защиты окружающей среды;
- 10) Несоответствие между техническими нормами удаления отходов путем размещения на полигонах и соответствующими низкими расходами может привести к увеличению объемов отходов, размещаемых на полигонах с низким уровнем защиты окружающей среды, что может весьма отрицательно сказаться на экологической обстановке в силу неоправданно больших дистанций при транспортировке, а также неадекватных приемов удаления;
- 11) Таким образом, необходимо на уровне Сообщества определить технические нормы захоронения отходов с тем, чтобы обеспечить охрану окружающей среды и улучшение экологической обстановки в странах ЕС;
- 12) Следует четко оговорить требования, предъявляемые к расположению и оборудованию полигонов, их управлению, контролю, закрытию и мероприятиям, направленным на предупреждение риска и последствий любого негативного воздействия на окружающую среду в кратко- и среднесрочной перспективе, особенно в области предотвращения загрязнения подземных вод по причине инфильтрации щелочи в почву;
- 13) С учетом вышесказанного следует ясно определить типы полигонов и виды отходов, подлежащие размещению на каждом из них;
- 14) Объекты, обеспечивающие временное размещение отходов должны отвечать требованиям директивы 75/442/СЕЕ;
- 15) В соответствии с положениями директивы 75/442/СЕЕ утилизация инертных и соответствующих неопасных отходов в целях осуществления строительных, ремонтных работ или работ по благоустройству или возведению насыпей может не рассматриваться как захоронение;
- 16) В частности, в целях предотвращения глобального потепления климата необходимо принять меры по сокращению уровня выброса в атмосферу метана на свалках, за счет снижения объемов захоронения отходов, подверженных биологическому разложению, а также обязательства внедрить процедуры контроля уровня выбросов газов на полигонах;
- 17) Необходимо, чтобы меры, направленные на сокращение объемов размещения отходов, подлежащих биологическому разложению, на полигонах способствовали также внедрению процедур раздельного сбора отходов такого вида и в целом процедур сортировки, утилизации и повторного использования;
- 18) В силу специфика технологии захоронения необходимо разработать схему выдачи разрешения на удаление отходов на полигоны различных типов в соответствии с общими требованиями к разрешениям, оговоренными ранее в

директиве 75/442/СЕЕ, и общими положениями директивы Совета 96/61/СЕ от 24 сентября 1996 года, касающейся предупреждения и сокращения уровня загрязнения (6); в рамках инспектирования компетентным органом, проводимым перед началом операций по захоронению необходимо проверять соответствие полигона указанному разрешению;

- 19) В каждом отдельном случае следует осуществлять проверку возможности размещения отходов на конкретном полигоне, в частности, когда речь идет об опасных отходах;
- 20) С тем чтобы предотвратить отрицательное воздействие на окружающую среду, необходимо ввести единую процедуру принятия отходов на базе классификации отходов, принимаемых полигонами различного типа, которая оговаривала бы нормируемые предельные показатели; с этой целью, а также для облегчения внедрения положений настоящей директивы должна быть установлена комплексная регламентируемая система идентификации, отбора проб и анализа отходов; критерии принятия на полигон инертных отходов должны быть особенно четкими;
- 21) В ожидании внедрения таких методов анализа, а также введения предельных показателей, необходимых для идентификации, страны-члены ЕС могут, в целях претворения в жизнь положений настоящей директивы, подготовить свои перечни отходов, принимаемых или нет к захоронению, или определить критерии и, в частности, предельные величины, аналогичные тем, которые были оговорены в настоящем документе для единой процедуры принятия;
- 22) Комитет по техническим вопросам должен разработать критерии, обеспечивающие принятие некоторых опасных отходов к размещению на полигонах для неопасных отходов;
- 23) Необходимо установить общие процедуры надзора за полигонами в процессе их эксплуатации и после их закрытия, что позволит определить все нежелательные последствия для окружающей среды и предпринять адекватные корректирующие действия;
- 24) необходимо определить время и условия вывода полигона из эксплуатации, а также обязанности и полномочия, которыми наделяется оператор на данном участке после закрытия полигона;
- 25) Положения настоящей директивы, касающиеся процедур вывода из эксплуатации, не распространяются на полигоны, которые были закрыты до вступления в силу данного документа;
- 26) Следует регламентировать условия эксплуатации существующих полигонов в будущем в целях принятия в оговоренные сроки мер, направленных на их адаптацию к требованиям настоящей директивы на основании плана восстановления (благоустройства) участка;
- 27) Операторы существующих полигонов, которые, в соответствии с жестким национальным законодательством, отвечающим требованиям статьи 14 настоящей директивы, уже представили пакет документов, оговоренный в статье 14, пункт а) настоящего документа, до его вступления в силу и которые получили от компетентного органа разрешение на дальнейшую эксплуатацию, освобождаются от обязанности повторного представления документации или получения нового разрешения компетентного органа;
- 28) Эксплуатирующая организация должна представить финансовую гарантию или иную другую гарантию того, что все обязательства, возникающие вследствие выдачи разрешения, будут выполнены, в частности те, которые касаются

процедуры выведения полигона из эксплуатации и дальнейшего управления площадкой;

- 29) Необходимо принять меры, обеспечивающие установление цен на услуги по удалению отходов путем их захоронения на уровне, позволяющем покрыть общие затраты по строительству и эксплуатации полигона, включая, по возможности, покрытие финансовой гарантии или аналогичного обязательства, требуемого от эксплуатирующей организации, а также расходы по сметной стоимости закрытия полигона, включая выполнение необходимых мероприятий после закрытия.
- 30) В том случае, если компетентный орган сочтет, что полигон не будет представлять риска для окружающей среды по истечении некоторого периода, прогнозируемые затраты, подлежащие включению в стоимость, выставяемую оператором, могут ограничиваться расходами, которые будут понесены в течение данного периода;
- 31) Следует контролировать правильное применением положений, касающихся внедрения требований данной директивы на всей территории ЕС, и создать условия, обеспечивающие необходимый уровень компетенции операторов полигонов путем обучения и проведения переподготовки персонала.
- 32) Представляется необходимым, чтобы Комиссия разработала стандартную процедуру принятия отходов на полигон и подготовила единую классификацию отходов, принимаемых на захоронение, в соответствии с процедурой комитета, предусмотренной в статье 18 директивы 75/442/ССЕ;
- 33) Адаптация содержания приложений настоящей директивы к уровню развития науки и техники и требованиям стандартных (нормализованных) методов контроля, отбора проб, а также методик проведения анализа должна осуществляться на основании применения той же процедуры комитета;
- 34) Страны-члены ЕС регулярно представляют Комиссии отчеты о применении положений данной директивы, уделяя особое внимание государственным стратегиям, которые должны определяться в соответствии с положениями статьи 5; на основании данных отчетных документов Комиссия представляет на рассмотрение в Парламент и Совет соответствующий отчет,

Принимает нижеследующее решение:

- (4) ОБЕС 122 от 18 мая 1990, с. 2.
- (5) ОБЕС 194 от 25 июля 1975, с. 39.
- (6) ОБЕС 257 от 10 октября 1996, с. 26.

## **Статья 1 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### ***Общая цель***

С тем, чтобы удовлетворить требованиям директивы 75/442/ССЕ, в частности, статей 3 и 4, настоящей директивой ставится задача определения на основании четких технических и эксплуатационных требований, применяемых к управлению отходами и полигонами, мероприятий, процедур и направлений развития, которые рассчитаны на весь период эксплуатации полигона и ориентированы на предупреждение или на максимально возможное сокращение отрицательного воздействия захоронения отходов на окружающую среду и, в частности, на качество поверхностных, подземных вод, на почву и атмосферный воздух и в целом на общую экологическую

обстановку на Земле, включая парниковый эффект, а также возникающий в связи с ним риск для здоровья человека.

В сфере технических параметров полигонов настоящая директива устанавливает для полигонов, деятельность которых регулируется положениями директивы 96/61СЕ, технические требования, необходимые для претворения в жизнь общих требований указанной директивы. Основопологающие требования директивы 96/61СЕ считаются удовлетворенными, если удовлетворяются требования настоящей директивы.

## **Статья 2 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### ***Определения***

Понятия, используемые в данной директиве, имеют следующие определения:

- а) отходы – любая субстанция или объект, которые попадают в сферу применения директивы 75/442/СЕ;
- б) муниципальные отходы – бытовые отходы, а также прочие, сходные с бытовыми по своему происхождению или составу;
- в) опасные отходы – любой тип отходов, оговоренный в статье 1, параграф 4 директивы Совета 91/689/СЕЕ от 12 декабря 1991 г., касающейся опасных отходов (7);
- г) не-опасные отходы- все отходы, отличные от указанных в пункте в);
- д) инертные отходы – отходы, не подверженные каким-либо значительным физическим, химическим или биологическим изменениям. Инертные отходы не разлагаются, не горят, не вступают в химические или физические реакции, не разрушаются под действием бактерий, не наносят вреда другим веществам, с которыми вступают в контакт и которые могли бы нанести вред окружающей среде или здоровью человека. Объемы возникающей фильтрационной воды и уровень содержания загрязняющих веществ в таких отходах, а также экологическая опасность фильтрационных вод должны быть незначительны и, в частности, не должны сказываться на качестве поверхностных и/или подземных вод;
- е) подземное размещение – размещение отходов глубоко под землей (геологические пустоты), например, в шахтах по добыче соли или калия;
- ж) полигон – участок, куда удаляются отходы, размещаемые либо на поверхности земли, либо под землей, в том числе:
  - внутренние полигоны, т.е. полигоны, расположенные в непосредственной близости от производственного участка, куда производитель самостоятельно удаляет свои отходы и
  - постоянные площадки, т.е. работающие в течение периода более одного года и предназначенные для временного размещения отходов,за исключением
  - площадок, где отходы подлежат перегрузке для подготовки к дальнейшей транспортировке в целях утилизации, переработки или удаления на другой участоки
  - площадок складирования отходов перед утилизацией или переработкой в течение, как правило, менее трех летили

- участков размещения отходов перед удалением в течение более одного года;
  - з) переработка – физические, термические, химические или биологические процессы, включая сортировку, которые приводят к изменению характеристик отходов, а именно их объема или уровня опасности, а также облегчают обращение с ними или способствуют утилизации;
  - и) фильтрационные воды – любая жидкость, просачивающаяся из отходов, размещенных на полигоне, и вытекающая или нет за пределы полигона;
  - к) газ из отходов - любой газ, выделяющийся из отходов, размещенных на полигоне;
  - л) элюат – раствор, получаемый в процессе проведения лабораторных анализов на выщелачивание;
  - м) эксплуатирующая организация (оператор) – физическое или юридическое лицо, несущее ответственность за эксплуатацию полигона в соответствии с национальным законодательством страны-члена ЕС; на этапе подготовки к закрытию и этапе управления площадкой после вывода полигона из эксплуатации в качестве оператора могут выступать различные лица;
  - н) отходы, разлагающиеся под действием бактерий – любые отходы, подверженные анаэробному или аэробному разложению, такие как пищевые отходы, отходы зеленой массы, а также бумага и картон;
  - о) держатель отходов – производитель отходов или физическое или юридическое лицо, владеющее данными отходами;
  - п) заявитель – лицо, ходатайствующее о выдаче разрешения на эксплуатацию полигона на основании положений настоящей директивы;
  - р) компетентный орган – орган, назначаемый Государством-членом ЕС, на который возложены обязанности, вытекающие из данной директивы;
  - с) жидкие отходы – любые отходы в жидком виде, а именно, сточные воды, за исключением шламов;
  - т) изолированная местность – зона,
    - население, которой насчитывает не более 500 человек на одно муниципальное образование или один населенный пункт и не более 5 человек на квадратный километр
- и
- расстояние от которой до ближайшей городской агломерации с населением не менее 250 чел/км<sup>2</sup> составляет минимум 50 км или которая располагает лишь одним подъездным путем (автодорога), соединяющим ее с ближайшими агломерациями, движение по которому затруднено в течение большей части года в силу суровых климатических условий
- (7) ОБЕС 377 от 31 декабря 1991, с. 20.

## **Статья 3 декларации от 26 апреля 1999 г.**

### ***Область применения***

1. Страны-члены ЕС применяют положения настоящей директивы ко всем полигонам, под которыми понимаются сооружения, оговоренные в пункте ж) статьи 2.
2. С учетом положений действующего европейского законодательства из области применения настоящей директивы исключаются:



- разливание в целях удобрения шламов на почву, включая шламы очистных сооружений и ил от дноуглубительных работ, а также аналогичные вещества,
  - использование на полигонах инертных отходов в целях выполнения работ по благоустройству, ремонту, возведению насыпей или строительных работ,
  - размещение ила, квалифицируемого как не-опасные отходы дноуглубительных работ, вдоль небольших водных путей, а также сброс не-опасных шламов в поверхностные воды, включая русла рек и их поддонную часть,
  - размещение незагрязненного грунта или инертных отходов, возникающих в процессе геологической разведки или добычи, переработки или складирования минеральных ископаемых, а также эксплуатации карьеров.
3. С учетом положений директивы 75/442/СЕЕ, страны-члены ЕС вправе заявить, что размещение не-опасных отходов (перечень которых должен быть подготовлен комитетом, образованным во исполнение положений статьи 17 настоящей директивы), отличных от инертных, возникающих вследствие геологической разведки и добычи, переработки или складирования минеральных ископаемых, а также эксплуатации карьеров и размещаемых с соблюдением экологических требований, может не регулироваться положениями Приложения I (пункты 2, 3.1, 3.2, 3.3) настоящей директивы.
4. С учетом положений директивы 75/442/СЕЕ, страны-члены ЕС вправе заявить, что статья 6, пункт г), статья 7, пункт и), статья 7, пункт а) iv), статья 10, статья 11, параграф 1, пункт а), б) и в), статья 12, пункт а) и в), а также приложение I, пункт 3 и 4, приложение II за исключением пункта 3, уровень 3, и пункта 4 и приложения III, пункты 3 – 5 настоящей директивы не применимы частично или полностью по отношению к:
- а) площадкам размещения не-опасных или инертных отходов общей мощностью максимум 15 000 т или принимающих ежегодно не более 1000 т отходов, которые обслуживают островные территории в случае, если данная площадка является единственным полигоном на острове и предназначена для размещения отходов, возникающих исключительно на данном острове. В случае использования мощностей полигона в полном объеме, любая новая площадка, сооружаемая на острове, должна отвечать требованиям настоящей директивы;
  - б) площадкам для удаления не-опасных или инертных отходов, расположенным в изолированной местности, если полигон предназначен для приема отходов, возникающих исключительно в данной изолированной местности.
- Не позднее чем через два года с момента, оговоренного в статье 18, параграф 1, страны-члены ЕС передают Комиссии перечень островов и изолированных местностей, на которые не распространяются вышеуказанные положения данной директивы. Комиссия должна обнародовать данный перечень.
5. С учетом положений директивы 75/442/СЕЕ, страны-члены ЕС вправе заявить, что подземное размещение, как оно определяется в статье 2, пункт е) настоящей директивы, может не регулироваться положениями, оговоренными в статье 13, пункт г), в приложении I, статья 2, кроме первого тире, пунктов 3,4,5, в приложении III, пункты 2,3 и 5 настоящей директивы.

## **Статья 4 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### *Типы полигонов*

Каждый полигон относится к какому-либо из нижеуказанных типов:

- полигоны для опасных отходов,
- полигоны для не-опасных отходов,
- полигоны для инертных отходов.

## **Статья 5 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### *Типы отходов и переработки, запрещенные к приему/осуществлению на полигонах*

1. Страны-члены разрабатывают государственную стратегию, направленную на сокращение объемов отходов, подверженных биологическому разложению при захоронении, не позднее, чем через два года с момента, указанного в статье 18, параграф 1 и передают стратегию на рассмотрение в Комиссию. Данная стратегия должна предусматривать мероприятия, направленные на решение задач, оговоренных в параграфе 2, в частности, путем повторного использования, компостирования, производства биогаза или утилизации сырья/утилизации с получением энергии.

По истечении 30 месяцев с момента, оговоренного в статье 18, параграф 1, Комиссия представляет Парламенту и Совету отчет, в котором кратко изложены стратегии различных государств.

2. Данной стратегией предусмотрены следующие моменты:

а) не позднее чем через 5 лет с момента, оговоренного в статье 18, параграф 1, количество муниципальных отходов, подверженных биологическому разложению и удаляемых на полигоны, должно быть сокращено до 75% от общей массы муниципальных отходов данного типа, возникших в 1995 г. или в течение последнего года, предшествующего 1995 году, по которому в Eurostat имеются статистические данные;

б) не позднее чем через 8 лет с момента, оговоренного в статье 18, параграф 1, количество муниципальных отходов, подверженных биологическому разложению и удаляемых на полигоны, должно быть сокращено до 50% от общей массы муниципальных отходов данного типа, возникших в 1995 г. или в течение последнего года, предшествующего 1995 году, по которому в Eurostat имеются статистические данные;

в) не позднее чем через 15 лет с момента, оговоренного в статье 18, параграф 1, количество муниципальных отходов, подверженных биологическому разложению и удаляемых на полигоны, должно быть сокращено до 35% от общей массы муниципальных отходов данного типа, возникших в 1995 г. или в течение последнего года, предшествующего 1995 году, по которому в Eurostat имеются статистические данные.

По истечении двух лет с момента, указанного в пункте в) Совет выполняет оценку ранее поставленной цели на основании результатов отчета Комиссии, в котором изложен накопленный в странах-членах ЕС практический опыт в области решения задач, оговоренных в пунктах а) и б) и при необходимости сформулировано предложение, призванное подтвердить или изменить указанную цель с тем, чтобы обеспечить высокий уровень защиты окружающей среды.

Страны-члены, в которых в 1995 году или в течение последнего года, предшествующего 1995 г. и по которому Eurostat располагает статистическими

данными, было размещено на полигонах более 80% муниципальных отходов, могут отсрочить на не более чем 4 года дату решения задач, оговоренных в пунктах а), б) и в). Страны, планирующие воспользоваться такой возможностью заблаговременно сообщают об этом в Комиссию. Комиссия доводит свои решения до сведения других стран-членов ЕС и Европарламента.

Использование возможности, указанной в предыдущем абзаце не является основанием для отсрочки решения задачи, оговоренной в пункте в), более чем на 4 года по отношению в моменту, указанному в данном пункте.

3. Страны-члены ЕС принимают необходимые меры, препятствующие размещению на полигонах следующих отходов:

а) жидких отходов;

б) отходов, которые после размещения на полигоне становятся взрывоопасными, подвержены коррозии, горению, быстро воспламеняются, в соответствии с приложением III директивы 91/689/СЕЕ;

в) отходов медицинских учреждений, возникающих в результате деятельности поликлиник, больниц и т.д. или ветеринарных лечебниц, которые являются инфицированными (категория Н9, приложение III), как это трактуется в директиве 91/689/СЕЕ, а также отходы категории 14, приложение IA данной директивы;

г) использованных не измельченных покрышек, по истечении двух лет с момента, указанного в статье 18, параграф 1, за исключением покрышек, используемых в качестве материала; а также использованных измельченных покрышек, по истечении 5 лет с указанного момента, за исключением в обоих случаях велосипедных покрышек и покрышке, внешний диаметр которых превышает 1400 мм;

д) других типов отходов, не отвечающих критериям, изложенным в приложении II.

4. Запрещено прибегать к растворению или смешиванию отходов с единственной целью удовлетворить критериям, предъявляемым к отходам, принимаемым на полигон.

## **Статья 6 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### ***Отходы, принимаемые на полигоны различных типов***

Страны-члены ЕС принимают соответствующие меры, чтобы:

а) на полигоне размещались только переработанные отходы. Данное положение не распространяется на инертные отходы, которые с технической точки зрения не подлежат переработке, а также на иные типы отходов, переработка которых не способствует достижению целей, оговоренных в настоящей директиве в статье 1, путем сокращения объема отходов или риска для здоровья человека и окружающей среды;

б) на полигоне для опасных отходов размещались исключительно те опасные отходы, которые оговорены в приложении II;

в) полигоны для не-опасных отходов, использовались для размещения:

і) муниципальных отходов;

- ii) не-опасных отходов любого другого происхождения, удовлетворяющих критериям принятия к захоронению не-опасных отходов, установленным в соответствии с положениями приложения II;
- iii) опасных стабильных отходов, например, превращенных в твердое состояние или стекло, которые приводят к образованию таких же объемов фильтрационных вод, что и не-опасные отходы, оговоренные в пункте ii) и которые отвечают критериям принятия на полигон, установленным в соответствии с положениями приложения II. Данные опасные отходы не размещаются на участках, отведенных для захоронения не-опасных отходов, подверженных биологическому разложению;
- г) полигоны для инертных отходов использовались исключительно для размещения инертных отходов.

## **Статья 7 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### *Заявка на получение разрешения*

Страны-члены ЕС принимают соответствующие меры, чтобы заявка на получение разрешения на эксплуатацию полигона содержала данные, касающиеся, по крайней мере, следующих моментов:

- а) данные о заявителе и, если речь идет о двух различных лицах, об операторе;
- б) описание типов отходов, подлежащих размещению и их общих объемов;
- в) мощности полигона;
- г) описание площадки, включая гидрогеологические и геологические характеристики;
- д) предлагаемые методы предупреждения и снижения уровня загрязнения окружающей среды;
- е) план эксплуатации, надзора и контроля;
- ж) предлагаемый план мероприятий по выводу из эксплуатации и управлению после закрытия полигона;
- з) если, в силу требований директивы 85/337/СЕЕ от 27 июня 1985 г. необходимо выполнить оценку воздействия на окружающую среду некоторых проектов государственного и частного сектора (8), заказчик должен представить информацию, оговоренную в статье 5 указанной директивы;
- и) финансовая гарантия заявителя или иное аналогичное поручительство, требуемое статьей 8, пункт а) iv).

По завершении процедур выдачи разрешения данная информация передается при необходимости и по их запросу соответствующим государственным органам или органам ЕС, отвечающим за сбор статистических данных.

(8) ОБЕС 175 от 5 июля 1985, с. 40.

## **Статья 8 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### *Условия выдачи разрешения*

Страны-члены принимают необходимые меры, чтобы:

- а) разрешения выдавались компетентным органом лишь в случае удовлетворения следующих условий:

- i) с учетом положений статьи 3, параграф 4 и 5, проект полигона должен отвечать всем требованиям настоящей директивы, включая содержание приложений;
  - ii) управление площадкой для размещения отходов доверяется физическому лицу, располагающим необходимыми техническими знаниями и навыками; при этом обеспечивается эксплуатация, профессиональная и техническая подготовка операторов и персонала полигона;
  - iii) эксплуатация полигона осуществляется при соблюдении мер экологической безопасности;
  - iv) перед началом размещения отходов на полигоне заявитель предоставит финансовую гарантию или иное аналогичное поручительство в соответствии с процедурами, установленным странами-членами ЕС, свидетельствующее о том, что обязательства, включая требования к управлению после вывода из эксплуатации, взятые на основании разрешения, выданного в соответствии с положениями настоящей директивы, будут выполнены, а процедуры закрытия полигона, установленные в статье 13, будут соблюдены. Данная гарантия или аналогичное поручительство будут оставаться в силе столько, сколько того потребуют операции по обслуживанию и управлению участком бывшего полигона, в соответствии с положениями статьи 13, пункт г). Страны-члены ЕС могут, по своему усмотрению, заявить, что настоящий пункт не распространяется на полигоны для инертных отходов;
- б) проект полигона соответствовал плану и основополагающим планам управления отходами, оговоренным в статье 7 директивы 75/442/СЕЕ;
- в) перед началом операций по удалению отходов, компетентный орган провел инспектирование площадки на предмет установления соответствия оговоренным в разрешении условиям, что никоим образом не умаляет ответственность оператора по обязательствам, накладываемым выданным разрешением.

## **Статья 9 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### *Содержание разрешения*

В целях объяснения и дополнения положений статьи 9 директивы 75/442/СЕЕ и статьи 9 директивы 96/61/СЕ, в разрешении содержится, по крайней мере, следующая информация:

- а) тип полигона;
- б) перечень типов отходов и их общее количество, допускаемое к размещению на полигоне;
- в) требования, которым должны удовлетворять подготовительные работы, операции по размещению отходов на полигоне и процедуры надзора и контроля, включая условия, указанные в планах действий (приложение III, пункт 4. Б), а также временные требования, регулирующие операции по выводу полигона из эксплуатации и последующего управления участком;
- г) обязательство заявителя представлять компетентному органу, по крайней мере, раз в год отчет о типах и количествах удаленных отходов и результатах осуществления программы надзора, предусмотренной статьями 12 и 13 приложения III.

## Статья 10 директивы от 26 апреля 1999 г.

### *Расходы по размещению отходов на полигоне*

Страны-члены ЕС принимают необходимые меры для того, чтобы все расходы, связанные со строительством и эксплуатацией полигона, включая, по мере возможности, затраты по предоставлению финансовой гарантии или аналогичного поручительства, оговоренных в статье 8, пункт а) iv), а также затраты, связанные с выводом полигона из эксплуатации и обслуживанием участка после закрытия полигона в течение, по меньшей мере, 30 лет покрывались устанавливаемой оператором ценой на услуги по размещению отходов различных типов на данном полигоне. С учетом положений директивы Совета 90/313/СЕЕ от 7 июня 1990 г., касающейся свободного доступа к информации в области охраны окружающей среды (9), страны-участницы обеспечивают прозрачность в области сбора и использования всех данных, относящихся к затратам.

(9) ОБЕС 158 от 23 июня 1990, с. 56.

## Статья 11 директивы от 26 апреля 1999

### *Процедура принятия отходов на полигон*

1. Страны-участницы принимают необходимые меры для того, чтобы перед принятием отходов к размещению на полигоне:

а) держатель или оператор перед доставкой или в момент таковой или в процессе доставки первой партии некоторой поставки отходов одного типа был в состоянии документально подтвердить, что данные отходы могут быть размещены на полигоне в соответствии с условиями, оговоренными в разрешении, и критериями, указанными в приложении II;

б) оператор полигона соблюдал нижеуказанную процедуру принятия отходов:

- проверка документации, в частности, требуемой статьей 5, параграф 3 директивы 91/689/СЕЕ и, при необходимости, документов, требуемых правилами Совета СЕЕ №259/93 от 1 февраля 1993 года относительно надзора и контроля перевозки отходов при пересечении границы ЕС (10),
- визуальный осмотр отходов на въезде и в точке размещения и, при необходимости, проверка их соответствия описанию, прилагаемому к документации, передаваемой держателем. Если, в соответствии с требованиями приложения II, пункт 3, уровень 3, существует необходимость в отборе проб, результаты анализа подлежат сохранению, а отбор проб осуществляется на основании положений приложения II, пункт 5. пробы должны храниться в течение минимум одного месяца,
- ведение журнала, в который заносятся объемы и характеристики размещаемых на полигоне отходов, их происхождение, дата поступления, данные о производителе или сборщике в случае муниципальных отходов, а также, в случае опасных отходов, точное место их размещения на полигоне. Данная информация передается по требованию государственным и европейским властным структурам, отвечающим за сбор статистических данных;

в) оператор полигона всегда выдавал письменный документ о принятии отходов к размещению на полигоне;

г) в случае не принятия отходов на полигон, при безусловном соблюдении правил СЕЕ №259/93, оператор уведомлял компетентный орган о факте не принятия отходов.

2. В сфере полигонов, на которые в соответствии со статьей 3, пункты 4 и 5 не распространяются требования настоящей директивы, страны-участницы предпринимают меры, обеспечивающие:

- проведение регулярного визуального контроля на участках размещения в целях подтверждения захоронения исключительно тех отходов, которые возникли на островной территории или в изолированной местности и
- ведение журнала, в котором регистрируется объем отходов, размещаемых на полигоне.

Страны-участницы ЕС обеспечивают наличие информации о количестве и, если возможно, о типе отходов, размещаемых на полигонах, на которые не распространяются указанные требования настоящей директивы, в регулярно предоставляемых Комиссии отчетах о результатах претворения в жизнь положений данной директивы.

(10) ОБЕС 30 от 6 февраля 1993, с. 1.

## **Статья 12 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### ***Процедуры по надзору и контролю на этапе эксплуатации***

Страны-участницы ЕС предпринимают необходимые меры для того, чтобы в процессе эксплуатации процедуры контроля и надзора соответствовали, по меньшей мере, нижеуказанным требованиям:

а) на этапе эксплуатации полигона оператор осуществляет программу контроля и надзора, оговоренную в приложении III;

б) оператор доводит до сведения компетентного органа информацию о фактах негативного воздействия на окружающую среду, которые были выявлены в результате проведения контрольных и надзорных мероприятий и обязуется следовать решению компетентного органа относительно характера и календарного графика проведения корректирующих мероприятий. Оператор несет единоличную ответственность за осуществление указанных мероприятий.

С периодичностью, установленной компетентным органом, но не менее 1 раза в год, оператор на основании утвержденных данных сообщает компетентным органам результаты проведения всех процедур контроля и надзора с тем, чтобы подтвердить факт соблюдения всех условий, оговоренных в разрешении, а также своих усилий в области углубления знаний в сфере "поведения" отходов на полигоне;

в) контроль качества проведения аналитических работ, осуществляемых в рамках процедур контроля и надзора, и/или анализов, оговоренных в статье 11, пункт 1 б), выполняется уполномоченными лабораториями.

## **Статья 13 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### ***Процедуры выведения полигона из эксплуатации и управления площадкой после закрытия полигона***

Страны-участницы ЕС предпринимают необходимые меры, чтобы, в соответствии с положениями разрешения:

- а) были начаты процедуры вывода всего полигона или отдельного его участка из эксплуатации в том случае, если
  - i) наличествуют соответствующие условия, оговоренные в разрешении или
  - ii) по ходатайству оператора было получено разрешение компетентного органа или
  - iii) компетентный орган принял соответствующее мотивированное решение;
- б) полигон в целом или некоторые его участки рассматривались как выведенные из эксплуатации лишь после проведения компетентным органом заключительного инспектирования, выполнения оценки всех представленных оператором отчетов и выдачи оператору разрешения на закрытие. Данные процедуры никоим образом не умаляют ответственности, возложенной на оператора положениями разрешения;
- в) после полного закрытия полигона его оператор нес ответственность за обслуживание, надзор и контроль территории полигона в течение всего срока, установленного компетентным органом с учетом периода, в течение которого полигон может представлять опасность;

Оператор доводит до сведения компетентного органа информацию о фактах негативного воздействия на окружающую среду, которые были выявлены в результате проведения контрольных и надзорных мероприятий и обязуется следовать решению компетентного органа относительно характера и календарного графика проведения корректирующих мероприятий;

г) в течение всего периода, рассматриваемого компетентным органом как опасный с точки зрения воздействия полигона на экологическую обстановку, и при безусловном соблюдении европейского или национального законодательства, устанавливающего обязательства держателя отходов, оператор площадки нес ответственность за контроль и анализ газов, выделяющихся на свалке, фильтрационных вод и подземных водных объектов, расположенных в непосредственной близости, в соответствии с положениями приложения III.

## **Статья 14 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### ***Существующие полигоны***

Страны-члены ЕС принимают необходимые меры для того, чтобы полигоны, получившие разрешения, или уже находящиеся в эксплуатации в момент обнародования настоящей директивы могли продолжать функционировать лишь при реализации (немедленной или по истечении 8 лет с момента, указанного в статье 18, параграф 1) следующих действий:

- а) Не позднее, чем через год с момента, указанного в статье 18, параграф 1 оператор полигона разрабатывает и представляет на утверждение компетентному органу план оборудования площадки, включающий информацию, оговоренную в статье 8, а также предлагает любое иное мероприятие, которое, с его точки зрения, способствует приведению полигона в соответствие требованиям настоящей директивы, за исключением тех, которые оговорены в приложении I, пункт 1.
- б) На основании результатов изучения представленного плана оборудования площадки и требований настоящей директивы компетентный орган принимает окончательное решение о возможности продолжения эксплуатации площадки. Страны-члены ЕС принимают необходимые меры для того, чтобы в соответствии со



статьей 7, пункт ж) и статьей 13 оператор приступил в кратчайшие сроки к выводу из эксплуатации площадки, которая, на основании требований статьи 8, не получила разрешения на дальнейшее функционирование.

в) С учетом плана оборудования площадки компетентный орган выдает разрешение на проведение необходимых работ и устанавливает сроки переходного периода, необходимого для реализации плана. Любой существующий полигон должен быть приведен в соответствии требованиям настоящей директивы, за исключением оговоренных в приложении I, пункт 1, не позднее, чем через 8 лет с момента, указанного в статье 18, параграф 1.

г) i) По истечении одного года с момента, оговоренного в статье 18, параграф 1, к полигонам опасных отходов начинают применяться положения статей 4, 5 и 11, а также приложения II.

ii) По истечении трех лет с момента, оговоренного в статье 18, параграф 1, к полигонам опасных отходов начинают применяться положения статьи 6.

## **Статья 15 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### ***Обязательства по представлению отчетности***

Один раз в три года страны-члены ЕС направляют в Комиссию отчет о результатах внедрения положений настоящей директивы, в котором особое внимание уделяется национальным стратегиям, подлежащим разработке в соответствии с требованиями статьи 5. Отчет готовится на основании опросного листа и образца, разработанного Комиссией на основании процедуры, установленной положениями статьи 6 директивы 91/662 СЕЕ (11). Опросный лист или образец направляется в адрес стран-членов ЕС не позднее, чем за 6 месяцев до начала отчетного периода. Отчет передается Комиссии не позднее, чем через 9 месяцев с момента истечения трехлетнего отчетного периода.

В течение 9 месяцев с момента принятия отчетов стран-членов ЕС, Комиссия публикует отчет ЕС о результатах претворения в жизнь настоящей директивы.

(11) ОБЕС 377 от 31 декабря 1991, с. 48.

## **Статья 16 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### ***Комитет***

Все изменения, необходимые для того, чтобы адаптировать приложения настоящей директивы к текущему уровню развития науки и техники, а также предложения, направленные на стандартизацию методик контроля, отбора проб, выполнения лабораторных анализов, касающихся захоронения отходов, подлежат одобрению Комиссией, а именно комитетом, создаваемым на основании требований статьи 18 директивы 75/442/СЕЕ и с учетом процедур, оговоренных в статье 17 настоящей директивы. Любое изменение содержания приложений должно отвечать принципам, указанным в настоящей директиве и оговоренным в приложениях. С этой целью и относительно приложения II, комитет учитывает тот факт, что, принимая во внимание общие принципы и общие процедуры проверки, а также критерии принятия отходов, установленные в приложении II, для каждой категории отходов и, при необходимости, для отдельных типов отходов внутри некоторой категории, включая подземное размещение, должны быть установлены специфические критерии и/или методики анализа, а также соответствующие предельные показатели.

Предложения относительно стандартизации методов контроля, отбора проб и аналитических исследований, касающиеся приложений настоящей директивы, подлежат утверждению Комиссией при участии комитета в течение двух лет с момента вступления в силу настоящей директивы.

В течение 2 лет с момента вступления настоящей директивы в силу Комиссия при участии комитета разрабатывает меры, направленные на гармонизацию и регулярную передачу информации, оговоренной в статьях 5, 7 и 11 настоящей директивы, а также, при необходимости, устанавливает изменения к данным мерам.

## **Статья 17 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### *Работа комитета*

Комитет, в состав которого входят представители государств-членов ЕС и во главе которого стоит представитель Комиссии, оказывает Комиссии необходимую помощь.

Представитель Комиссии передает в комитет проект необходимых мероприятий. Комитет выносит решение в течение периода, устанавливаемого председателем в зависимости от срочности рассматриваемого вопроса. Решение принимается большинством голосов, что оговорено в статье 148, параграф 2 соглашения по процедурам принятия решений, которое Совет должен утвердить по предложению Комиссии. В процессе голосования в комитете голоса представителей стран-участниц имеют значимость, оговоренную в вышеуказанной статье. Председатель не принимает участия в голосовании.

Комиссия утверждает предлагаемые мероприятия в том случае, если они соответствуют мнению комитета.

Если предлагаемые мероприятия не отвечают мнению комитета или такое мнение не было выражено, Комиссия незамедлительно выносит на рассмотрение Совета предложение относительно принятия необходимых мер. Совет принимает решение квалифицированным большинством голосов.

Если по истечении трех месяцев с момента принятия Советом вопроса к рассмотрению, Совет не принимает решения, необходимые мероприятия вырабатываются Комиссией.

## **Статья 18 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### *Ратификация*

1. В течение 2 лет с момента вступления настоящей директивы в силу страны-члены ЕС предпринимают соответствующие законодательные, нормативно-правовые и административные шаги в целях удовлетворения указанных в настоящей директиве требований. Информация об принимаемых мерах незамедлительно передается в Комиссию.

Вводимые странами-участницами требования должны содержать ссылки на положения настоящей директивы или сопровождаться таковыми при официальной публикации новых требований. Порядок оформления ссылок регулируется странами-членами ЕС.

2. Страны-члены ЕС передают в Комиссию текст новых внутренних нормативно-правовых актов, которые утверждаются в области, регулируемой настоящей директивой.

## **Статья 19 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### *Вступление в силу*

Настоящая директива вступает в силу в момент ее публикации в Официальном Бюллетене ЕС.

## **Статья 20 директивы от 26 апреля 1999 г.**

### *Целевая аудитория*

Настоящая директива распространяется на все страны-участницы ЕС.

## **Приложение I: Общие требования, предъявляемые к полигонам всех типов**

### **1. Размещение**

1.1. В ходе определения местоположения полигона необходимо принимать во внимание следующие моменты:

- а) расстояние от полигона до жилой зоны или зоны отдыха, водных объектов, а также до сельскохозяйственных угодий или населенных пунктов;
- б) наличие в рассматриваемой зоне подземных вод, прибрежных вод или природоохраненных территорий;
- в) геологические и гидрологические характеристики зоны;
- г) риск затопления, схода оползня, селя или лавины на участке, размещения полигона;
- д) защита природной среды или культурных ценностей зоны.

1.2. Строительство полигона санкционируется в случае, если с учетом характеристик площадки, оговоренных выше или предлагаемых корректирующих мероприятий, полигон не представляет серьезного риска для экологической ситуации.

### **2. Контроль вод и управление фильтратами**

Учитывая параметры полигона и метеорологические условия, следует принять необходимые меры в целях:

- ограничения количества воды, проникающей с атмосферными осадками в толщу отходов,
- предотвратить фильтрацию поверхностных и/или подземных вод в толщу отходов, размещенных на полигоне;
- обеспечения сбора загрязненных вод и фильтратов. Если в результате оценки (изучения) площадки полигона и отходов, подлежащих размещению на ней, стало ясно, что полигон не представляет потенциальной опасности для

окружающей среды, компетентный орган может принять решение о не распространении данного положения на указанный полигон;

- обеспечения обработки зараженных вод и фильтратов, собранных на полигоне, для доведения их качества до уровня, при котором допускается их сброс в окружающую среду.

Данные положения не распространяются на полигоны для размещения инертных отходов.

### 3. Охрана почвы и вод

3.1. Полигон должен быть расположен и спроектирован так, чтобы он удовлетворял требованиям, предъявляемым к охране почвы, подземных и поверхностных вод; кроме того, на его территории должен быть обеспечен своевременный и эффективный сбор фильтратов с соблюдением условий пункта 2. Защита почвы, подземных и поверхностных вод должна обеспечиваться в процессе эксплуатации/функционирования геологическим барьером с использованием непроницаемого покрытия в основании, а в период отсутствия какой-либо деятельности или после закрытия полигона - геологическим барьером с использованием поверхностного непроницаемого покрытия.

3.2. Геологический барьер имеет место в случае, если геологические и гидрогеографические параметры, характеризующие грунты, подстилающие полигон и расположенные в непосредственной близости от него, имеют свойства достаточного снижения воздействия на окружающую среду, что позволяет избежать риск загрязнения почвы и подземных вод. Основание и края полигона должны состоять из слоя минерального материала, соответствующей проницаемости и толщины, который позволяют получить эффект, эквивалентный тому, который имеет место при удовлетворении нижеследующих показателей:

- полигон для опасных отходов:  $K 1,0 \times 10^{-9}$  м/сек, толщина до 5 м;
- полигон для не-опасных отходов:  $K 1,0 \times 10^{-9}$  м/сек, толщина до 1 м;
- полигон для опасных отходов:  $K 1,0 \times 10^{-9}$  м/сек, толщина 1 м;

В случае если естественный геологический барьер не отвечает указанным требованиям, он может быть дополнен искусственным сооружением, позволяющим получить указанный выше защитный эффект. Искусственный геологический барьер не может иметь толщину менее 0,5 метра.

3.3. Помимо геологического барьера, оговоренного выше, необходимо обеспечить непроницаемость и сбор фильтратов, посредством выполнения системы защиты, соответствующей принципам, изложенным ниже. Такая система должна обеспечивать минимальный уровень аккумуляции фильтратов в основании полигона.

Сбор фильтратов и непроницаемость основания полигона:

Тип полигона	Не-опасные отходы	Опасные отходы
Искусственное водонепроницаемое покрытие	Требуется	Требуется
Дренаж > или равный 0,5 м	Требуется	Требуется

Страны-члены ЕС могут установить общие или специфические критерии, применяемые к полигонам для инертных отходов, а также требования к технически характеристикам, приведенным выше.

Если после оценки риска негативного воздействия на окружающую среду компетентный орган примет решение о необходимости предупреждения

образования фильтратов, может возникнуть потребность в сооружении наземной системы обеспечения непроницаемости. Ниже приводятся требования, предъявляемые к такой системе:

Тип полигона	Не-опасные отходы	Опасные отходы
Дренажный слой для газов	Требуется	Не требуется
Искусственное непроницаемое покрытие	Не требуется	Требуется
Непроницаемый слой минерального материала	Требуется	Требуется
Дренаж > 0,5 м	Требуется	Требуется
Поверхностный слой грунта > 1 м	Требуется	Требуется

3.4. Если на основании оценки риска загрязнения окружающей среды и в соответствии с положениями директивы 80/68/СЕЕ (12) компетентный орган принимает, с учетом требований пункта 2 "Контроль вод и управление фильтратами", решение об отсутствии необходимости в сборе и очистке фильтратов, или если было установлено, что полигон не оказывает негативного влияния на почвы, подземные и поверхностные воды, требования пунктов 3.2. и 3.3. могут быть смягчены. Указанные требования, предъявляемые к полигонам для инертных отходов, могут быть адаптированы национальными нормативно-правовыми актами.

3.5. Методика, используемая для расчета коэффициента проницаемости для полигонов во всех его точках, должна быть разработана и утверждена комитетом, учрежденным во исполнение положений статьи 17 настоящей директивы.

(12) ОБЕС 20 от 26 января 1980, с. 43.

## 4. Контроль газов

4.1. Необходимо принимать соответствующие меры в целях ограничения накопления и перемещения газов, выделяемых на полигоне (приложение III).

4.2. Необходимо осуществлять сбор, обработку и утилизацию газов на всех полигонах, принимающих отходы, подверженные биологическому разложению. Если биогаз не может использоваться в целях производства энергии, он подлежит сжиганию на факелах.

4.3. Сбор, обработка и утилизация биогаза в соответствии с требованием пункта 4.2. осуществляются в целях максимального сокращения вреда, наносимого окружающей среде и здоровью человека.

## 5. Вредное воздействие и экологическая опасность

Необходимо обеспечить проведения мероприятий, направленных на сокращение негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека, вызванного:

- запахами и пылью,
- частицами, переносимыми ветром,
- шумом, включая шум автотранспорта,
- птицами, вредными животными и насекомыми,
- образованием аэрозолей,
- пожарами.

Полигон должен быть оборудован таким образом, чтобы была исключена возможность переноса мусора с полигона на улицы и прилегающие территории.

## **6. Устойчивость**

Отходы располагаются на полигоне таким образом, чтобы обеспечивалась устойчивость размещения всей их массы, а также расположенных рядом структур; в частности, необходимо избегать скольжения уплотненных пластов отходов. При наличии искусственного барьера следует, с учетом морфологии полигона, убедиться в достаточной стабильности геологического субстрата, что необходимо для обеспечения уплотнения без нанесения ущерба барьеру.

## **7. Ограждение полигона**

Полигон должен быть соответствующим образом огражден во избежание свободного доступа к площадке. В нерабочее время решетки должны закрываться на ключ. Система контроля и доступа на каждый полигон должна включать программу мероприятий, направленных на установление и предотвращение несанкционированных сбросов отходов на площадке.

# **Приложение II: Критерии и процедуры приема отходов**

## **1. Введение**

В настоящем приложении приводятся:

- общие принципы, применяемые к процедурам приема отходов к размещению на полигонах различных типов. Метод классификации отходов, подлежащий разработке, должен основываться на данных принципах,
- директивы, оговаривающие временные процедуры принятия отходов, применяемые до тех пор, пока не будет подготовлена стандартная единая процедура классификации и принятия отходов на полигон. Данная процедура, а также основополагающие процедуры отбора проб разрабатываются техническим комитетом, описанным в статье 16 настоящей директивы. Технический комитет разрабатывает требования, которые должны соблюдаться в целях обеспечения возможности размещения некоторых опасных отходов на полигонах для неопасных отходов. Данные требования должны принимать во внимание "поведение" (риск возникновения фильтратов) таких отходов в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе. Указанные требования разрабатываются в течение 2 лет с момента вступления данной директивы в силу. Кроме того, технический комитет устанавливает критерии допуска таких отходов к захоронению (подземное размещение). Данные критерии должны учитывать, в частности, требование недопустимости каких –либо реакций, в которые вступают отходы между собой или со скальной породой.

Описанная деятельность технического комитета, за исключением выработки предложений по стандартизации методик контроля, отбора проб и выполнения анализов, оговоренных в приложениях к настоящей директиве, которые принимаются в течение двух лет с момента вступления директивы в силу, должна быть завершена по истечении трехлетнего периода с момента вступления директивы в силу и должна осуществляться в соответствии с целями, оговоренными в статье 1 настоящей директивы.

## 2. Общие принципы

Необходимо располагать максимально полной информацией о составе, объемах производства фильтрата, "поведении" в долгосрочной перспективе и общих свойствах отходов, подлежащих захоронению на полигоне. Прием на полигон осуществляется на основании перечней отходов, разрешенных или нет к размещению, составляемых с учетом их свойств и происхождения, а также с учетом методик анализа отходов и их предельно допустимых характеристик. Процедуры приема на полигон, оговариваемые в данной директиве, должны максимально основываться на стандартных методиках анализа отходов и на нормируемых предельно допустимых концентрациях веществ в принимаемых к размещению отходах.

До момента разработки этих методик анализа и указанных ПДК, страны-члены ЕС должны подготовить, по крайней мере, внутригосударственные перечни отходов, принимаемых или нет для размещения на полигонах различных типов или установить требования, которым должны удовлетворять отходы, фигурирующие в данных перечнях. Чтобы быть принятым на полигон определенного типа, некоторый вид отходов должен фигурировать в национальном перечне или отвечать критериям, аналогичным тем, которые предъявляются к отходам, включаемым в указанный перечень. Данные перечни или аналогичные критерии, а также методики выполнения анализа и предельно допустимые величины представляются на рассмотрение Комиссии в течение 6 месяцев с момента ратификации настоящей директивы или с момента утверждения на национальном уровне.

Указанные списки или критерии принятия на полигон должны использоваться для подготовки отдельных перечней по каждому полигону, т.е. перечней допускаемых к размещению отходов, которые указаны в разрешении в соответствии с положениями статьи 9 настоящей директивы.

Критерии включения отходов в перечни или принятия к размещению на полигон определенного типа могут основываться на иных нормативно-правовых актах и/или характеристиках отходов.

Критерии принятия отходов к размещению на полигонах некоторого типа должны определяться соображениями, касающимися:

- охраны окружающей среды, в частности, подземных и поверхностных вод;
- охраны систем экологической защиты, например, изолирующих покрытий и системы очистки фильтратов;
- контроля процесса стабилизации отходов, размещенных на полигон<sup>4</sup>
- предотвращения риска нанесения вреда здоровью человека.

К критериям, основанным на характеристиках отходов, относятся, например, следующие:

- требование владеть полной информацией о составе;
- ограничения по количеству органических веществ, содержащихся в отходах;
- требования или ограничения, относящиеся к параметрам биологического разложения органических веществ, содержащихся в отходах;
- ограничения по уровню содержания некоторых потенциально вредных/опасных элементов, в соответствии с указанными выше критериями, касающимися защиты;
- ограничения по объемам возможного и прогнозируемого производства фильтратов некоторых потенциально вредных/опасных элементов, в соответствии с указанными выше критериями, касающимися защиты;
- эколого-токсикологические свойства отходов и соответствующих фильтратов.

В целом, критерии принятия отходов на полигон, основанные на характеристиках отходов, должны быть сформулированы очень четко в случае полигонов для инертных отходов; они могут быть менее четкими, если речь идет о полигонах для не-опасных отходов и еще менее четкими в случае полигонов для опасных отходов, учитывая наличие наиболее эффективных систем защиты окружающей среды на полигонах двух последних типов.

### **3. Общие процедуры проверки и принятия отходов на полигон**

Оценка параметров и общая проверка отходов должна основываться на соблюдении следующей трехуровневой иерархии:

**Уровень 1:** Базовые характеристики. Речь идет о детальном определении "поведения" отходов в средне- и долгосрочной перспективе (возникновение фильтратов) и/или их характерных свойств путем использования стандартных методик анализа и проверки параметров.

**Уровень 2:** Проверка соответствия. Речь идет о периодическом контроле посредством использования более простых стандартных методик анализа и проведении проверок "поведения" отходов в целях установления соответствия отходов критериям, оговоренным в разрешении и/или исходным специфическим требованиям. Проверки касаются главным образом ключевых показателей и "поведения" отходов, определенного на этапе оценки базовых характеристик.

**Уровень 3:** Проверка на месте. Речь идет о методиках экспресс анализа, призванных установить соответствие отходов тем, которые были представлены для проверки и тем, которые заявлены в сопровождающей документации. Такая проверка может выражаться в простом визуальном осмотре отходов до и после выгрузки на перегрузочную платформу.

Любой тип отходов должен, как правило, получить характеристику первого уровня и должен отвечать соответствующим критериям, позволяющим включить его в определенный справочный перечень. Чтобы фигурировать в перечне отходов, принимаемых к размещению на определенном полигоне, данный тип отходов должен проходить проверку второго уровня с периодичностью, например, один раз в год и отвечать соответствующим критериям. Каждая партия отходов при въезде на полигон должна подвергаться проверке третьего уровня.

Некоторые типы отходов могут быть временно или постоянно освобождены от проверки первого уровня. Причиной тому может быть невозможность выполнения проверки, отсутствие необходимых процедур проверки и соответствующих



критериев принятия на полигон, а также действие противоположных нормативно-правовых документов.

#### **4. Положения, касающиеся предварительных процедур принятия отходов на полигон**

До момента полного претворения в жизнь положений данного приложения обязательной является лишь проверка третьего уровня. Требования к проведению проверок первого и второго уровня соблюдаются по мере возможности. На данном предварительном этапе отходы, принимаемые для размещения на полигоне определенного типа, должны либо фигурировать в ограничивающем национальном перечне, либо в отдельном перечне отходов, допускаемых к размещению на полигоне данного типа, либо должны удовлетворять критериям аналогичным тем, которые предъявляются к отходам, фигурирующим в перечне.

Указанные ниже общие положения могут использоваться для определения предварительных критериев принятия отходов на полигоны трех основных типов или включения их в соответствующие перечни:

Полигоны для инертных отходов: в перечень включаются только инертные отходы, определяемые как таковые на основании статьи 2, пункт д).

Полигоны для не-опасных отходов: чтобы попасть в перечень некоторый тип не должен попадать в сферу применения директивы 91/689/СЕЕ.

Полигоны для опасных отходов: предварительный перечень отходов для размещения на полигонах для опасных отходов может быть подготовлен путем включения в него тех типов отходов, которые оговорены в директиве 91/689/СЕЕ. Указанные типы отходов не должны, тем не менее, включаться в перечень в том случае, если они не прошли предварительной переработки при наличии в них такой концентрации потенциально опасных соединений или при наличии такого риска возникновения фильтратов данных соединений, который оказывается достаточно высок для нанесения в краткосрочной перспективе вреда здоровью человека или ущерба окружающей среде, либо препятствует требуемой стабилизации отходов в течение всего срока службы полигона.

#### **5. Отбор проб отходов**

Процесс отбора проб может быть сопряжен с рядом серьезных проблем с точки зрения репрезентативности пробы и технологии отбора, в связи с гетерогенным характером различных отходов. Необходимо разработать единые для ЕС нормы отбора проб. В соответствии с положениями статьи 17 настоящей директивы до принятия таких норм страны-члены ЕС могут применять свои государственные нормы и правила.

### **Приложение III: Процедуры контроля и надзора в процессе эксплуатации и обслуживания полигона, выведенного из эксплуатации**

#### **1. Введение**

Задачей данного приложения заключается в описании минимальных процедур контроля, которые должны быть проведены с целью удостовериться в том, что:

- отходы были приняты на полигон для размещения в соответствии с критериями, определенными для полигона, данного типа;
- процессы, происходящие на полигоне, осуществляются желаемым образом;
- системы защиты окружающей среды функционируют полностью так, как это было запланировано;
- соблюдены все условия, оговоренные в разрешении, выданном для данного полигона.

## 2. Метеорологические данные

В рамках обязательного составления отчетов (статья 15) страны-участницы ЕС должны указывать по какой методике собраны метеорологические данные. Странам-участницам ЕС следует определить условия сбора указанных данных на участке, а также национальную сеть метеостанций и т.д.

В случае если государства-участники ЕС сочтут, что гидрологические балансы представляют собой эффективный инструмент для определения того, накапливается ли фильтрат в массе отходов, размещенных на полигоне, или же что на данном участке имеются его утечки, то рекомендуется собирать следующие данные на базе замеров, производимых на участке полигона, либо ближайшей метеорологической станцией в течение столь длительного времени, сколь этого требует компетентный орган власти в соответствии со статьей 31, пункт в) настоящей директивы:

	В период эксплуатации	После закрытия
1.1. Количество осадков	Ежедневно	Ежедневно, помимо ежемесячных замеров
1.2. Температура, мин., макс. на 14.00 по Европейскому времени	Ежедневно	Среднемесячное значение
1.3. Направление и сила ветра, преобладающего по розе ветров	Ежедневно	не требуется
1.4. Испарение (лизиметр) (1)	Ежедневно	Ежедневно, помимо ежемесячных замеров
1.5. Влажность атмосферного воздуха на 14.00 по Европейскому времени	Ежедневно	Среднемесячное значение

*Или с использованием других соответствующих методов.*

## 3. Данные по выбросам: контроль воды, фильтратов и газов

Пробы фильтрата и, в случае необходимости, поверхностных вод должны отбираться на репрезентативных участках. Отбор проб и анализ (объем и состав) фильтрата должны осуществляться отдельно в каждой точке сброса определенного фильтрата с участка полигона: см. Общие указания относительно методов отбора проб, правила ISO 5667-2 1991.

Контроль поверхностных вод, при их наличии, осуществляется, по крайней мере, в двух точках: выше и ниже полигона.

Контроль выделяемых газов должен быть репрезентативным для каждого сектора полигона.

Частота забора проб и проведения анализов указана в нижеследующей таблице.

Для фильтратов и воды, с целью осуществления надзора, берется репрезентативная проба усредненного состава

	В период эксплуатации	После закрытия (1)
2.1. Объем фильтрата	Ежемесячно (2) (1)	каждые 6 месяцев
2.2. Состав фильтрата (3)	Ежеквартально (1)	каждые 6 месяцев
2.3. Объем и состав поверхностных вод (4)	Ежеквартально (1)	каждые 6 месяцев
2.4. Потенциальные выбросы газа и атмосферное давление CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> , и т.д. (7)	Ежемесячно (1) (5)	каждые 6 месяцев (6)

*(1) Если оценка данных свидетельствует о получении одних и тех результатов при более длительных интервалах, то частота взятия проб может быть пересмотрена. В отношении фильтрата проводимость всегда должны измеряться, по крайней мере, один раз в год.*

*(2) Частота взятия проб может быть установлена в зависимости от морфологии полигона (насыпной слой, подземное размещение и т.д.). Это должно быть уточнено в разрешении.*

*(3) Измеряемые параметры и анализируемые вещества изменяются в зависимости от состава размещаемых отходов. Они должны фигурировать в разрешающем документе и отражать характеристики отходов в отношении фильтрации.*

*(4) В зависимости от характеристик полигона компетентный орган власти может решить, что эти измерения не требуются; в этом случае им составляется отчет в соответствии с условиями, предусмотренным в статье 15 настоящей директивы.*

*(5) CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> – регулярно, другие газы – в соответствии с необходимой частотой, с учетом состава размещаемых отходов, в целях отражения свойств последних в области фильтрации.*

*(6) Эффективность системы отбора газов должна регулярно контролироваться.*

*(7) Эти замеры касаются, в основном, отходов, содержащих органические вещества.*

Пункты 2.1. и 2.2. применяются только в случае, если фильтрат подлежит сбору (см. приложение 1, пункт 2).

## 4. Защита подземных вод

### А. Отбор проб

Замеры должны предоставлять информацию относительно подземных вод, которые могут быть заражены вследствие деятельности полигона. Должна быть определена, по меньшей мере, одна точка выполнения замеров в зоне поступления и две точки – в точке выхода подземных вод. Количество точек может быть увеличено на основании специального гидрогеологического исследования с целью быстрого выявления любого случайного сброса фильтрат в подземные воды.

Отбор проб должен быть осуществлен, по меньшей мере, на трех участках еще до начала заполнения полигона в целях получения образцов для сравнения при анализе будущих проб. См. Отбор проб – подземные воды, ISO 5667, часть 11, 1993 г.

### Б. Надзор

Анализируемые параметры, взятых проб, должны быть определены в зависимости от предполагаемого состава фильтрата и качества подземных в год в некотором географическом регионе. В ходе определения параметров анализа следует учитывать подвижность грунтов в зоне протекания подземных вод. Эти параметры могли бы включать характеристики, служащие индикаторами, позволяющими быстро выявить любое изменение качества воды. (1).

(1) Рекомендуемые параметры: pH, общее содержание органических углеродов, фенолы, тяжелые металлы, фториды, мышьяк, нефть/ углеводороды.

	В период эксплуатации	После закрытия
Уровень подземных вод	Каждые 6 месяцев (1)	Каждые 6 месяцев (1)

Состав подземных вод	Частота определяется конкретным участком (2) (3)	Частота определяется конкретным участком (2) (3)
----------------------	--------------------------------------------------	--------------------------------------------------

- (1) Если уровни подземных вод подвержены колебаниям, то частота должна быть увеличена
- (2) Частота взятия проб должна быть установлена, исходя из возможности вмешательства с целью исправления ситуации между заборами проб в случае, если будет достигнут критический показатель; это означает, что частота должна определяться с учетом оценки скорости потока подземных вод
- (3) По достижении критического показателя (см. пункт в), необходимо произвести проверку путем отбора новой пробы. Если результат подтверждается, то необходимо приступить к выполнению плана корректирующих мероприятий, оговоренных в разрешении.

## В. Критические показатели

Когда анализ пробы подземных вод выявляет существенное изменение качества воды, следует считать, что имеет место существенное негативное воздействие на окружающую среду, как таковое определено в статьях 12 и 13 данной директивы. Пороговое значение должно быть определено с учетом специфических для данного полигона гидрогеологических образований и качества подземных вод и должно, по возможность, быть указано в разрешении.

Оценка должна производиться посредством составления контрольных таблиц, включающих нормативные значения и значения контрольных уровней, четко определенных для каждой скважины. Контрольные уровни должны определяться в зависимости от местных различий качества подземных вод.

## 5. Топография участка: данные, касающиеся массы отходов, размещенных на полигоне

	В период эксплуатации	После закрытия
5.1. Структура и состав отходов, размещенных на полигоне (1)	Ежегодно	
5.2. Уплотнение отходов, размещенных на полигоне	Ежегодно	Ежегодно

- (1) Данные для характеристики конкретного полигона: площадь, занимаемая отходами, объем и состав отходов, методы размещения, дата и срок нахождения отходов на полигоне, расчет имеющейся сводной мощности полигона.

### 2.2.2 Украина

Отсутствие в течение длительного времени необходимой законодательной и нормативной базы, регулирующей сферу обращения с отходами в Украине привело к накоплению экологических проблем в этой сфере.

В результате в настоящее время одной из основных задач для Украины является последовательное сокращение накопленных отходов, сокращение объемов их образования, расширение утилизации, обезвреживание и экологически безопасное их размещение. Для этого в первую очередь необходимо создать нормативную базу, регламентирующую обращение с отходами.

Нарастающий поток твердых бытовых отходов и дефицит мест их захоронения, которые к тому же не обеспечивают защиту окружающей среды от их влияния, вызывает необходимость упорядочения всех звеньев сферы обращения с ТБО, в том числе мест их захоронения. Этот вопрос приобретает особое значение вследствие того, что ежегодно расширяется площадь существующих свалок и полигонов

твердых бытовых отходов. Общая площадь этих объектов на Украине достигает почти 3 тыс. га. Количество таких свалок более 700, большинство из них перегружены. Ежегодно на свалки вывозятся 26 тыс. м<sup>3</sup> мусора, из которого до 35% может быть использовано, как вторичное сырье.

Не менее остро этот вопрос стоит в области. Высокая плотность населения области приводит к образованию больших объемов твердых бытовых отходов (около 6 млн. куб.м в год). Из-за отсутствия мусороперерабатывающих и мусоросжигающих заводов все бытовые отходы вывозятся на свалки и полигоны, которые занимают около 600га земли большинство из которых исчерпали свои мощности по накоплению, не соответствуют санитарно-экологическим требованиям.

Ниже приводится перечень действующих нормативно-правовых актов в сфере обращения с отходами в целом, в том числе и твердым бытовым отходам.

Закон України	«Про відходи» (от 05.03.1998 г. №187/98-ВР, із змінами, внесеними згідно із Законом № 3073-III (3073-14) від 07.03.2002).
Закон України	«Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 № 4004-XII
Закон України	«Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами» від 14.09.2000 №1947-III
Постанова Верховної Ради України	«Про основні напрями державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» від 05.03.1998 р. № 188/98-ВР
Постанова Кабінету Міністрів України	«Про програму використання відходів виробництва і споживання на період до 2005 року» від 28.06.1997 р. за № 668
Постанова Кабінету Міністрів України	«Про затвердження Порядку ведення реєстру міст видалення відходів» від 03.08.1998 р. за №1216
Наказ Мінекобезпеки України	«Про затвердження Інструкції про зміст і складання паспорта місць видалення відходів» від 14.01.1999 р. за № 12
Постанова Кабінету Міністрів України	«Про затвердження Порядку виявлення та обліку безхазяйних відходів» №1217 від 03.08.1998 р. ( Із змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ №1518 від 11.10.2002 р.)
Постанова Кабінету Міністрів України	«Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів» від 31.08.1998 р. за №1360
Наказ Мінекобезпеки України	«Про затвердження форми реєстрової карти об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів та інструкції щодо її складання» від 17.02.1999 р. за № 41
Постанова Кабінету Міністрів України	«Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації» від 01.11.1999 р. за №2034
Постанова Кабінету Міністрів України	«Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів» від 03.08.1998 р. за № 1218 (Із змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 1518 від 11.10.2002 р

Постанова Кабінету Міністрів України	«Про впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів, як вторинної сировини» № 915 від 26.07.2001р. (Із змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 1069 від 25.07.002 р., № 1084 26.07.2002 р., №1844 від 26.11.2003 р).
Постанова Кабінету Міністрів України	«Про затвердження переліку окремих видів відходів як вторинної сировини, збирання та заготівля яких підлягають ліцензуванню» від 28.02.2001р за № 183. (Із змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 1372 від 12.09.002 р.)
Наказ Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України	“Про затвердження Порядку збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації використаної тари(упаковки)” від 02.10.2001 №224
Міністерство охорони здоров’я України	ДСанНіП 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров’я населення» від 01.07.1999 р.
Наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України	«Про затвердження Правил надання послуг із збирання та вивезення твердих і рідких побутових відходів» №54 від 21.03.2000 р.
	«Рекомендовані норми накопичення твердого побутового сміття для населених пунктів України» КТМ 204 України 012-95, Харків, 1995 р.
	«Порядок улаштування, утримання та експлуатації полігонів твердих побутових відходів» КТМ 204 України 019-96, Київ, 1996 р.
	“Рекомендації з організації збирання, транспортування та знешкодження твердого побутового сміття” Р 204 України 003-96,1996
	“Правила прибирання та утримання територій населених пунктів України” КТМ 204України 013-95,1995
Минздрав СССР	СНиП 2.01.28-85. «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию». Госстрой СССР.– М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.
Госстрой СССР	«Инструкция для проектирования и эксплуатации полигонов твердых бытовых отходов»
Минздрав СССР	СанПиН 2524-84, от 22.01.82г. «Санитарные правила по сбору, хранению, транспортировке и первичной обработке вторичного сырья.
Минздрав СССР	«Санитарные правила обустройства и содержания полигона твердых бытовых отходов» №2811-83 от16.05.83г.
Минздрав СССР	СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест» от 05.08.1988г.
	РДМУ 204 УССР 025-81, Киев,1981 «Указания по организации и усовершенствованию контролируемых свалок (полигонов) для городов УССР».

Некоторые нормативные и законодательные документы прилагаются.

Как видно из приведенного перечня документов лишь 1998 году был принят Закон Украины «Об отходах», который определил правовые, организационные и экономические основы деятельности предприятий, организаций, населения, администраций и т.п. Он стал важной составляющей природоохранного законодательства создал необходимые условия для построения системы управления отходами, контролем за безопасностью их размещения.

Законом установлены основные принципы государственной политики в сфере обращения с отходами, приоритетами которых является защита окружающей природной среды и здоровья человека от негативного воздействия отходов, а также обеспечение использования материально-сырьевых и энергетических ресурсов, содержащихся в отходах. Приведены основные направления государственной политики по реализации указанных принципов.

Несмотря на то, что сфера действия Закона распространяется и на бытовые отходы, этой категории не уделено должное внимание (отсутствует термин ТБО; статьи, регламентирующие особенности обращения в сфере обращения с ТБО)

В сфере обращения с ТБО недостаточно очерчены такие базовые для нормативно-законодательного регулирования понятия как «образователь отходов» и «собственник отходов», которые в Законе Украины «Об отходах», полностью адекватны только по отношению к промышленным отходам. Это усложняет в сфере обращения ТБО применение многих наработанных механизмов правоотношений в существующем нормативно- правовом поле. Как видно из приведенного выше перечня документов практически все отраслевые руководящие документы в сфере обращения с ТБО разработаны до выхода Закона Украины «Об отходах».

Такое существующее нормативно-правовое поле для сферы обращения с бытовыми отходами не позволяет построить эффективную систему управления твердыми бытовыми отходами и требует ее усовершенствование доработки.

При этом действующая нормативно- правовая база в Украине не учитывает различий в стратегических, технологических подходах и механизмах регулирования обращения с ТБО в больших и малых городах, в сельской местности и в отдельно расположенных объектах в пределах рекреационных и заповедных зон.

В 1996г. разработан руководящий документ Госкомитета жилищно-коммунального хозяйства КТМ 204 Украины 012-96, «Порядок улаштування, утримання та експлуатації полігонів твердих побутових відходів» (далее “Порядок”), в которых установлены технологические и организационные требования по содержанию полигонов ТБО действующих и строящихся.. В Правилах установлены основные элементы по обустройству полигонов:

- подъездная дорога с думя заездами на территорию полигона,
- площадь для складирования ТБО,
- хозяйственная зона,
- инженерные и защитные сооружения,
- сооружения для обработки фильтрата,
- сооружения водоснабжения,
- участок для дезинфекции сменных контейнеров и мусоровозов

В Порядке приведены ориентировочные перечени промышленных отходов 3-4 класса опасности, которые принимаются в ограниченном количестве и складываются совместно с бытовыми отходами или с соблюдением особых условий. При этом объем промышленных отходов не должен превышать 25% ТБО, что поступают на полигон.

В «Правилах надання послуг із збирання та вивезення твердих і рідких побутових відходів», сказано, что:

- Правила регулируют отношения между потребителями и исполнителями услуг по сбору и вывозу твердых и редких бытовых отходов, которые предоставляют в соответствии с требованиями "Санитарных правил содержания территорий населенных мест" (СанПиН 42-128-4690-88).

В этих «Санитарных правилах.....» регламентируется:

- Общие требования
- Сбор твердых бытовых отходов
- Сбор жидких отходов
- Сбор пищевых отходов
- Обезвреживание отходов
- Уборка населенных мест
- Уборка объектов с обособленной территорией
- Пляжи
- Рынки
- Парки
- Лечебно-профилактические учреждения
- Ответственность за санитарное содержание территорий населенных мест

В общих положениях учитывается:

1.2. Система санитарной очистки и уборки территорий населенных мест должна предусматривать рациональный сбор, быстрое удаление, надежное обезвреживание и экономически целесообразную утилизацию бытовых отходов (хозяйственно-бытовых, в том числе пищевых отходов из жилых и общественных зданий, предприятий торговли, общественного питания и культурно-бытового назначения; жидких из неканализованных зданий; уличного мусора и смета и других бытовых отходов, скапливающихся на территории населенного пункта) в соответствии с Генеральной схемой очистки населенного пункта, утвержденной решением Исполкома местного Совета народных депутатов.

1.3. Для обеспечения должного санитарного уровня населенных мест и более эффективного использования парка специальных машин, бытовые отходы в городах следует удалять по единой централизованной системе специализированными транспортными коммунальными предприятиями исполкомов местных Советов народных депутатов.

Отходы, образующиеся при строительстве, ремонте, реконструкции жилых и общественных зданий, а также объектов культурно-бытового назначения, вывозят транспортом строительных организаций на специально выделенные участки. Неутилизируемые отходы промышленных предприятий вывозят транспортом этих



предприятий на специальные полигоны или сооружения для их обезвреживания и захоронения.

1.4. Организация планово-регулярной системы и режим удаления бытовых отходов определяются на основании решений исполкомов городских Советов народных депутатов по представлению органов коммунального хозяйства и учреждений санитарно-эпидемиологической службы.

1.5. Планово-регулярная или заявочная система очистки должна осуществляться транспортными предприятиями системы Минжилкомхоза или ведомственного специального автотранспорта аналогичного предназначения.

1.6. В районах существующей застройки очередность планово-регулярной очистки устанавливается по согласованию с местными органами и учреждениями санэпидслужбы. Во вновь застраиваемых жилых микрорайонах централизованная планово-регулярная очистка должна быть организована к моменту ввода зданий в эксплуатацию.

1.7. Мощность автотранспортных предприятий определяется органами коммунального хозяйства с учетом фактического развития жилого фонда, исправности автотранспорта и других местных условий конкретного населенного пункта.

1.8. Планово-регулярную очистку следует проводить по договорам-графикам, составленным между организацией, производящей удаление отходов и жилищным органом по согласованию с учреждениями санэпидслужбы.

1.9. Санитарную очистку отдельных объектов, а также жилой территории различных ведомств, необходимо проводить при наличии в них специального автотранспорта под контролем и методическим руководством организаций по удалению отходов системы коммунального хозяйства, по графикам, принятым для данного населенного пункта.

1.10. Каждый рейс автомашины должен отмечаться в путевом листе администрацией полигона по складированию бытовых отходов.

1.11. При осуществлении удаления отходов методом "самовывоза" должна применяться талонная система.

1.12. Для обеспечения шумового комфорта жителей бытовые и пищевые отходы необходимо удалять из домовладений не ранее 7 часов и не позднее 23 часов.

1.13. Вывоз твердых и жидких бытовых отходов непосредственно на поля и огороды запрещается.

1.14. Площадки для строительства мусороперегрузочных станций должны отводиться на промышленно-складских территориях или окраинах городов с санитарно-защитными зонами от жилых и общественных зданий не менее 100 м.

До настоящего времени действующим остается нормативный документ «Санитарные правила и устройства полигона твердых бытовых отходов». От 16.05.83. №2811-83

Некоторые пункты из «Санитарных правил...» приведены ниже:

- На полигоны ТБО могут приниматься для совместного складирования или в виде инертных изолирующих материалов нетоксичные и нерадиоактивные промышленные отходы по списку, согласованному с санэпидстанцией и утвержденному коммунальными службами. Жидкие и пастообразные отходы на полигон ТБО не принимаются.
- На полигоны твердых бытовых отходов принимаются отходы из жилых домов, общественных зданий и учреждений, предприятий торговли, общественного питания, уличный, садово-парковый смет, строительный мусор и некоторые виды твердых инертных промышленных отходов, не обладающих токсичными и радиоактивными свойствами. Список таких отходов согласовывается с местными санитарно-эпидемиологическими станциями.
- На полигоны ТБО запрещается прием химически и эпидемически опасных отходов, которые должны захораниваться на специальных сооружениях.
- Обезвреживание твердых, жидких и пастообразных отходов радиоактивных веществ осуществляется на специальных полигонах, организованных в соответствии с «Санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений № 2120-80.
- Захоронение и обезвреживание твердых, пастообразных отходов промышленных предприятий, в которых содержатся токсичные вещества, тяжелые металлы (I-II класса опасности), горючих и взрывоопасных ингредиентов производится на полигонах, организованных в соответствии с «Санитарными правилами проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения не утилизируемых промышленных отходов».

Для бытовых отходов наиболее актуальным является внедрение комплексной системы сбора и утилизации ресурсных составляющих, отдельный сбор отдельных компонентов, обязательность сортировки, сжигание или захоронение остатков, отработка экономических механизмов заинтересованности всех субъектов в этой сфере, в том числе население и самокупаемости предприятий по переработке бытовых отходов, организации просветительской работы. Эти и иные мероприятия должны проводиться в законодательном порядке с учетом последовательности приоритетов и реальных возможностей.

Согласно ст. 17 Закона Украины «Об отходах»:

«Субъекты хозяйственной деятельности в сфере отношений с отходами обязаны»:

- обеспечить принятие и утилизацию использованных упаковочных материалов и тары, в которой находилась продукция этих предприятий, учреждений и организаций – субъектов хозяйственной деятельности или заключать договора с соответствующими организациями на их сбор и утилизацию;
- предусмотреть при заключении соглашений на поставку в Украину товарной продукции утилизации или вывоз с Украины использованных упаковочных материалов и тары....

На использованную тару и упаковку приходится почти 50% от общего объема образовавшихся отходов. К сожалению, практическое выполнение требований ст.17 Закона Украины «Об отходах» является трудноосуществимым. Главным препятствием является необходимость обеспечения сбора использованной тары (упаковки) по всей территории Украины. Осуществить работы на таком уровне

может организация имеющая разветвленную сеть деятельности в масштабах Украины.

В целях создания условий для организации сбора, сортировки, переработки и утилизации отходов, как вторичного сырья, уменьшения негативного влияния отходов в виде использованной тары (упаковки) на окружающую среду и защиты здоровья граждан 26.07.2001г. КМУ Украины было утверждено постановление №915 «О внедрении системы сбора, сортировки, транспортировки, переработки и утилизации отходов, как вторичного сырья», с последующим внесением изменений в него.

В соответствии с указанным постановлением КМУ, государственная компания по переработке и утилизации использованной тары и упаковки была преобразована в ГК «Укрэкокомресурсы» с возложением на нее исполнения функций по разработке и организации внедрения общенациональной системы сбора, сортировки, транспортировки, переработки и утилизации отходов, в том числе использованной тары (упаковки) отечественного и импортного производства, как вторичного сырья.

ГК «Укрэкокомресурсы» имеет подразделения во всех областных центрах для координации работы на всей территории Украины.

Основными задачами компании являются:

- учет во всех регионах Украины производителей и импортеров товаров в таре и упаковке, производителей тары и упаковки, образование банка данных о них, проведение необходимого анализа деятельности;
- выявление предприятий, занимающихся переработкой и утилизацией бытовых и промышленных отходов, образование новых производственных мощностей;
- разработка и внедрение мероприятий стимулирования предприятий и населения касательно сбора использованной тары (упаковки), бытовых и промышленных отходов, а также стимулирования сети пунктов приема этих отходов с целью увеличения объема сбора и поставкам вторичного сырья потребителям,
- заключение договоров с предприятиями, занимающимися сбором, сортировкой, транспортировкой, переработкой отходов и поставкой перерабатывающим предприятиям как вторичного сырья;
- рационализация использования полигонов отходов, уменьшение накопления на них бытовых и промышленных отходов.

Во всех действующих «Санитарных правилах..» и руководящих документах устройство пунктов приема вторичного сырья на полигонах ТБО запрещено.

Научно обоснованных рекомендаций по закрытию полигонов и свалок нет. В руководящих документах и «Санитарных правилах» рекомендуется использовать территорию закрытых полигонов и свалок, в зависимости от климатической зоны и характера растительного грунта:

- один год – для заложения лесопосадок, размещения зон отдыха, лыжных горок,
- два года – для выращивания сельскохозяйственных культур, садов,
- три года для строительства стадионов, спортивных площадок, открытых складов строительных материалов, металлоконструкций.

Использование закрытых свалок под капитальное строительство запрещается.

*В нормативных документах не рассматривается вопрос использования биогаза как на действующих, так и на закрытых свалках. В качестве рекомендаций при проектировании полигона и в период эксплуатации закладывать в толщу отходов устройства для выхода газов.*

## **ПЕРСПЕКТИВА**

В 2002 году Госкомитетом Украины по жилищно-коммунальному хозяйству был разработан привлечением Украинского НИИ прогрессивных технологий в коммунальном хозяйстве проект Программы обращения с твердыми бытовыми отходами в Украине, мероприятия которой должны стать основой для эффективного решения всего комплекса вопросов, связанных с санитарной очисткой населенных пунктов, обращением с ТБО, а также ликвидацией и уменьшением их негативного влияния на окружающую среду и здоровье человека.

Программа в том числе предусматривает также разработку ряда новых нормативных документов и пересмотр действующих, обеспечивающих экологическую безопасность является создание нового нормативного документа, регламентирующего на современном уровне требования к надлежащему выполнению работ по размещению и проектированию полигонов ТБО. Работа в этом направлении ведется. Основные положения этого проекта были одобрены решением Научно-технического совета при Госкомитете Украины по жилищно-коммунальному хозяйству от 20.02.2003г. №2, однако Программа до настоящего времени не утверждена.

Одним из важных моментов в создании нормативно-правовой базы обращения с бытовыми отходами в период перехода Украины от тривиальных свалок к полигонам является создание документа регламентирующего подходы при проектировании полигонов. В настоящее время разработан проект государственных строительных норм ДБН “Размещение и проектирование полигонов ТБО. Основные положения проектирования”, который был рассмотрен в 2003 году на заседании научно-технического совета Госкомитета Украины по строительству и архитектуры. Принято решение после доработки с учетом замечаний направить проект на согласование с Госкомитетом Украины по жилищно-коммунальному хозяйству. При разработке документа ставилась задача приблизить требования к полигонам ТБО в Украине к требованиям международных нормативных документов, в том числе европейским. В разработанном документе ужесточены требования обеспечивающие устойчивость полигона как сооружения и его безопасность для окружающей среды. Кроме того, в разработанный ДБН внесен новый для нас элемент, но используемый в Европе – это положение о том, что приему на полигоны ТБО подлежит только та часть отходов, которая не может быть утилизирована., что позволит постепенно значительно снизить объемы удаляемых на полигон ТБО. Проектом ДБН предусмотрено проектирование системы сбора биогаза, образующегося на полигоне.

## **2.3 Фракционный состав бытовых отходов, изменения в составе отходов**

### **2.3.1 Европа**

Понимание состава бытовых отходов не является однозначным. Отличия в составе отходов наблюдаются не только в разных странах, но и в разных регионах, и зависят от:



Дания	505		122	94	42	923	36%	894
Финляндия	536			116	53	662	32%	735
Франция	6250	750	2750	3250	1000	7250	29%	3750
Германия								
Греция	640	144	272	144	160	1568	49%	272
Ирландия								
Италия	3300		1050	900	450	6450	43%	2850
Люксембург	36	4	15	13	5	83	44%	33
Нидерланды	1785	230	395	445	230	2630	38%	1220
Португалия	805		420	175	140	1225	35%	805
Испания	3025	689	1511	984	589	6303	44%	1195
Швеция	1408	64	224	256	64	960	25%	224
Великобритания	7400	400	2000	1800	1400	3800	19%	3200

*Источник: OECD (1997 г.)*

Подготовленные Бартом (2000 г.) и Эмлингером (2000 г.) обзоры биоразлагающихся фракций муниципальных отходов еще раз говорят о том, что Великобритания, Франция, Ирландия и Австрия – единственные страны, где содержание биоразлагающихся компонентов находится на уровне ниже 30% (см. Таблица 2). Барт (2000 г.) выводит среднее для ЕС значение - 32%. Это важно, поскольку предполагается, что из всех фракций потока отходов эта фракция обычно является наибольшей (в связи с чем, обращение с отходами системы раздельного сбора высвобождает большие количества материалов из других систем обращения с отходами).

**Таблица 2 Доля органической фракций в европейских муниципальных твердых отходах (МТО)**

Страна	Органическая фракция в МТО (по Барту)	Органическая фракция в МТО (по Эмлингеру)
Австрия	29 % (1991)	29% ТБО (1995) 17% МТО (1998)
Бельгия	48 % Фландерс (1996), 45 % Валония (1991)	Фландерс: 48% (1996) Валония: 45% (1991)
Дания	37 % (1994)	37% (1994)
Финляндия	35 % (1998)	35% (1993)
Франция	29 % (1993)	29%
Германия	32 % (1992)	32%
Греция	49 % (1987 – 1993)	49%
Ирландия	29 % (1995)	29%
Италия	32 - 35 % (1999)	33%
Люксембург	44 % (1994)	44%
Нидерланды	46 % (1995)	38%
Португалия	35 % (1996)	44%
Испания	44 % (1996)	44%
Швеция	40 % (1996)	25%
Великобритания	22 % (1997)	21%
<b>В среднем по ЕС</b>	<b>32 %</b>	

*Источники: Барт (2000 г.) и Эмлингер (2000 г.).*

## 2.3.2 Украина

Изучение и характеристика состава отходов связаны со значительными сложностями из-за большого количества компонент, изменений их долей от климатических условий, времени года и со временем, отсутствием разработанных стандартных методик анализа. Данные разных авторов сильно отличаются, поэтому их имеет смысл рассматривать только как ориентировочные.

Как правило, легко может быть проведен морфологический и фракционный анализ, определение гранулометрического состава, для каждой фракции - обобщенные и групповые показатели (общий углерод, влажность, теплотворная способность и т.д.).

Проведение последовательного химического анализа (установление элементного состава а, тем более, состава по химическим соединениям) из-за очень высокой стоимости и отсутствия практической полезности, может быть рекомендовано в исключительных случаях и в рамках отдельных проектов.

Определение компонентного состава ТБО производится путем механической разборки на специально подготовленных площадках, доведения компонент до воздушно-сухого состояния и взвешивания. При анализе состава ТБО необходимо, в первую очередь, обеспечить получение представительной пробы. Для этого можно использовать прием "квартования", то есть последовательного деления общей пробы на 4 части с отбрасыванием 3 из них. Общая проба должна отбираться из различных частей объекта (например, методом "конверта", то есть в пяти точках на поверхности, расположенных в вершинах воображаемого прямоугольника и в его центре) с тем, чтобы максимально точно отображать его состав.

Необходимо отметить, что последнее требование более важно, чем соблюдение формальных размеров "конверта". Это означает, что при наличии оснований следует идти на изменение расстояния между вершинами "конверта" или объема общей пробы, если это может улучшить представительность.

Проведенные исследования из литературных и справочных источников показывают следующую картину морфологического и фракционного состава ТБО.

**Таблица 3 Примерный состав ТБО в СССР в 1989 году**

Компонент	%
Бумага	30
Другие	25
Пищевые	30
Текстиль	5
Металлы	4
Дерево	3
Пластик	3

**Таблица 4 Состав ТБО по сезонам (1968 - 1969 г.г.), Харьков**

Компонент	%			
	Весна	Лето	Осень	Зима
Бумага	27.5	22.3	26	32.7
Пищевые отходы	59.3	47	59.2	38.1
Дерево	-	1.6	0.7	2
Текстиль	4.9	2.2	1.9	5
Кожа, резина	-	2.2	1.9	1.8
Кости	1.1	1	0.7	2.4
Металл	2.4	2.1	1.2	2.6
Стекло	3.6	5.6	3.5	7.2

	%			
Уголь, шлак		-	-	0.7
Прочее	1.5	3.4	3.1	1.6
Отсев менее 15 мм	-	12.6	-	-

**Таблица 5 Состав ТБО по периодам (1930 - 1977 г.г.), Харьков**

Компонент	%		
	1930-1935	1950-1955	1967-1977
Бумага	12	3	29.3
Пищевые отходы	6.5	12	47
Дерево	3.6	1.2	2
Текстиль	2.5	0.8	3.4
Кожа, резина	-	0.2	2.1
Кости	1.4	2	1.3
Металл	0.8	2.2	1.8
Камни	12.6	5	-
Стекло	1.4	3.7	-
Прочее	0.2	3	-
Отсев менее 15 мм	51.4	51.3	5.8

**Таблица 6 Состав ТБО**

Компонент	Содержание, %
Бумага, картон	20-30
Пищевые отходы	28 -45
Дерево	1,5 -4
Металл черный	1,5 -4,5
Металл цветной	0,2 -0,3
Текстиль	4-7,0
Кости	0,5 -2
Стекло	3-8,0
Кожа, резина, обувь	1-4,0
Камни, фаянс	1-3,0
Пластмасса	1,5 -5,0
Прочее	1-3,0
Смет менее 15 мм	7-18,0

**Таблица 7 Морфологический состав ТБО, образующихся в разных климатических зонах, % массы**

Компонент	Климатическая зона		
	Средняя	Южная	Северная
Пищевые отходы	35...45	40...49	32-39
Бумага, картон	32...35	22...30	26-35
Дерево	1...2	1...2	2-5
Черный металлолом	3...4	2...3	3-4
Цветной металлолом	0,5... 1,5	0,5... 1,5	0,5-1,5
Текстиль	3...5	3...5	4-6
Кости	1...2	1...2	1-2
Стекло	2...3	2...3	4-6
Камни, штукатурка	0,5-1	1	1-3
Кожа, резина	0,5... 1	1	2-3
Пластмасса	3...4	3...6	3-4
Прочее	6...9	9...12	5-8



**Таблица 8 Характеристика компонентов ТБО по параметрам<sup>3</sup>**

Компоненты	Плотность Кг/м	Влажность %	Зольность %
Пищевые отходы	500	70-92	5-40
Бумага	75	20-30	10-20
Металл	220	3	98
Полимерные	60	2-5	5-10
Упаковка смешанная	60	2-5	5-10
Дерево	220	15-25	2,3-10
Текстиль	180	40-60	15-02
Стекло	480	2	95-97
Кожа, резина	250	15-35	10-30
Камни	1500	2	95-98
Кости	520	20-30	40-50
Отсев	770	15-25	70-90
Опасные	250	3-35	60-97
Строительный мусор	1500	2-25	70-98

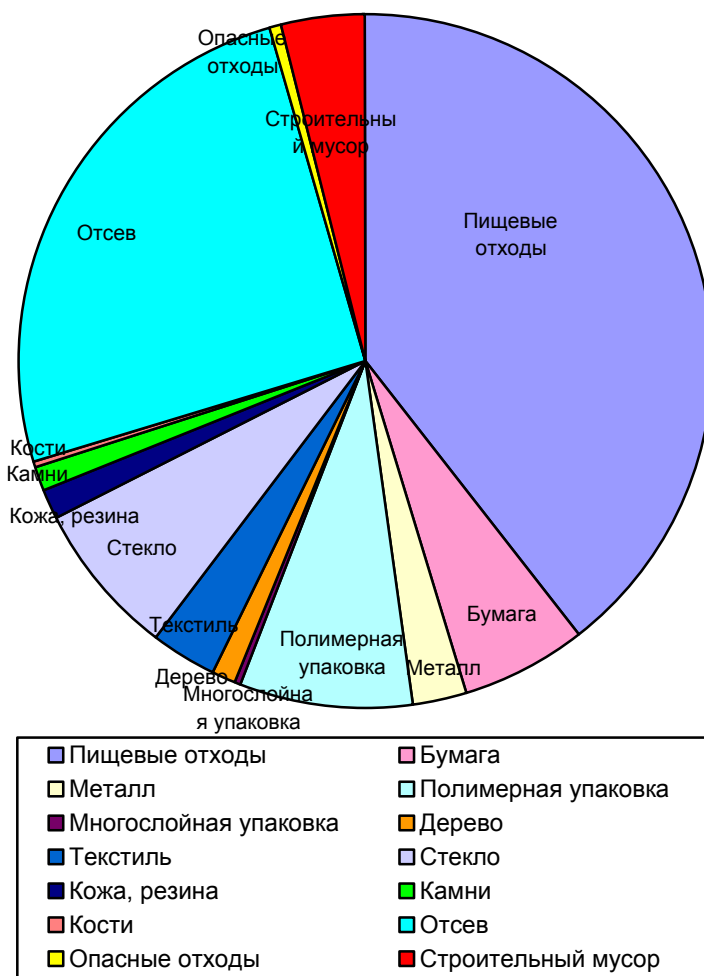
В рамках программы Тасис в 2003 году были проведены исследования фракционного состава бытовых отходов в Донецкой области. Результаты приведены ниже.

**Таблица 9 Фракционный состав ТБО в Донецкой области (по весу)**

%	Фракция
39,5%	Пищевые отходы
5,9%	Бумага
2,5%	Металл
7,9%	Полимерная упаковка
0,4%	Многослойная упаковка
1,1%	Дерево
2,9%	Текстиль
7,4%	Стекло
1,4%	Кожа, резина
1,1%	Камни
0,1%	Кости
25,3%	Отсев
0,6%	Опасные отходы
3,9%	Строительный мусор
100,0%	

<sup>3</sup> (Гринин А.С., Новиков В.Н. – Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. – М.:ФАИР – ПРЕСС, 2002. – 336 с.)

**Граф. 1 Фракционный состав ТБО в Донецкой области (по весу)**



Приведенные таблицы показывают значительные колебания содержания отдельных компонент ТБО. Постоянно усложняется состав твердых бытовых отходов, включая в себя все больше экологически опасных компонентов. Основная доля, тем не менее, приходится на бумагу и пищевые отходы, растет доля пластмассы. Влажность пищевых отходов колеблется от 60-70% весной до 80-85% летом и осенью. Городские отходы на 30-50% состоят из горючих материалов и на 20-40% - из негорючего балласта: металла, стекла, керамики. Балластные примеси пищевых отходов представлены костями, боем стекла и фаянса, металлическими крышками, банками. Относительно малую долю от общей массы ТБО составляют опасные компоненты - отработанные химические источники тока (ОХИТ), остатки пестицидов, красок, люминисцентные лампы и проч. С ними в состав ТБО приносятся

- ртуть - около 100 мг на каждую люминисцентную лампу
- пестициды и лекарственные препараты
- окислители (отбеливающие составы), СПАВ, компоненты красок (тяжелые металлы) -до 3-5% от их закупочного количества
- с ОХИТ - тяжелые металлы, марганец, цинк, кислоты, свинец
- полимерные материалы - исходные компоненты для непроизвольного синтеза диоксинов и иных ксенобиотиков.

## 2.4 Объемы образования бытовых отходов и их эволюция

### 2.4.1 Европа

Муниципальные отходы, образующиеся в странах – участниках ЕС должны быть относительно хорошо известными. Страны – участники ЕС обязаны предоставлять о них информацию, поскольку этого требует Рамочная Директива по отходам. Кроме того, планирование в сфере отходов, а также отслеживание эффективности отдельных мероприятий невозможно без наличия адекватных данных. Существуют, однако, проблемы с точностью и сопоставимостью данных, не позволяющие с легкостью проводить их сравнение. Что касается точности, совершенно очевидно, что основное требование заключается в том, чтобы вес отходов измерялся до их обработки. Естественно, что не во всех странах отходы точно взвешиваются до обработки. Помимо Рамочной Директивы по отходам, отдельные экономические механизмы и законодательные акты, такие как, например, Директива по упаковочным материалам будут уделять больше внимания качеству данных, а Директива по полигонам также должна будет повысить внимание к данным по муниципальным отходам (поскольку без таких данных вряд ли можно будет оценить возможность достижения целей, указанных в Статье 5).

Заслуживает внимание вопрос компостирования в домашних условиях. Совершенно очевидно, что он имеет отношение к нашим исследованиям, и все-таки оценки активного участия в домашнем компостировании, не говоря уже о весе материалов извлекаемых из цикла посредством данного метода, обычно не являются достаточно надежными. Встает вопрос, следует ли такие отходы включать в понятие «отходов» вообще (обычно компостирование рассматривается в качестве мероприятий по минимизации отходов, поскольку материал не выбрасывается<sup>TM</sup>). Важно, однако, понять степень применения данной технологии обращения с отходами, которые, при ее отсутствии, могли бы попасть в поток муниципальных отходов<sup>4</sup>. Некоторые муниципалитеты в Германии и Австрии могут перерабатывать 60 или более процентов биоотходов, благодаря компостированию, выполняемому либо в домашних условиях, либо на уровне сообществ. С учетом вышесказанного, при отсутствии измерения данной фракции мы бы получили неверное представление о составе и количестве веществ, которые могли бы пополнить потоки муниципальных отходов.

Исследованиями в данной области занимается Eurostat, однако данные также собираются OECD (см. Ниже *Таблица 10*). Европейское агентство по охране окружающей среды и, в частности, Европейский центр по вопросам отходов, провели работу по выявлению ограничений, распространяющихся на сравнение данных (в связи с отсутствием общих протоколов и определений). Для таких стран, как Дания и Нидерланды, приводятся следующие данные по образованию бытовых отходов – примерно 500 кг на душу населения в год. По Исландии и Финляндии эти цифры в два раза выше, а в Австрии и Норвегии на 50% ниже. Точно так же, большой разбег наблюдается по данным о муниципальных отходах.

<sup>4</sup> Там, где муниципалитеты обеспечивали сбор зеленных отходов у обочин дорог, как правило, наблюдалось заметное увеличение количества собираемых отходов. Не всегда легко проследить, происходит ли это в связи с сокращением количества отходов, поступающих на в контейнеры / пункты сбора крупногабаритных отходов, либо в связи со сбором материалов, которые, в противном случае, могли бы быть использованными для домашнего компоста.

**Таблица 10 Образование бытовых и муниципальных отходов в странах-членах ЕЕА (кг на душу населения)**

Страна	Бытовые отходы	Муниципальные отходы
Австрия	344	654
Бельгия - Брюссель	366	655
Бельгия - Фландерс	479	492
Бельгия - Валун 1995	367	460
Дания	496	540
Финляндия 1994	171	413
Франция 1995	435	597
Германия 1993		536
Греция		344
Исландия	242	558
Ирландия	368	
Италия		455
Люксембург		461
Нидерланды	482	562
Норвегия	293	630
Португалия 1995		353
Испания		390
Швеция 1994		364
Великобритания	442	476

*Источник: Eurostat 1999 г. (данные за 1996 г. или последний год исследований OECD и Eurostat)*

Европейский центр по вопросам отходов приводит следующие возможные объяснения этих различий:

- различия в определениях отходов и различия в системах сбора данных об отходах;
- различия в политике по отходам;
- различия в структуре экономики и образе жизни; и
- действительные различия в количестве производимых отходов.

Последнее является скорее не объяснением, а наблюдением. Среди других факторов, влияющих на результаты – процент компостирования в домашних условиях (поскольку обычно эти данные не учитываются статистикой) и способ сбора отходов (более крупные контейнеры могут приводить к сбору большего числа отходов; сбор отходов, образующихся на садовых и приусадебных участках, может привести к пополнению этими отходами потока муниципальных отходов, тогда, как их можно было бы использовать для домашнего компоста (или же сжечь). Для муниципальных отходов решающим фактором является степень развития торговых отношений (т.е. коммерческие, промышленные, строительные отходы, отходы, образующиеся в результате сноса домов). И последнее - немного странно, что нет серьезной системы учета количества домохозяйств (в отличие от учета численности населения). Учитывая тот факт, что отходы производятся домохозяйствами, такие вопросы как разделение семей, растущая «индивидуализация» общества (что, будучи, явлением социального характера, по разному влияет на разные европейские страны), остаются плохо изученными.

## 2.4.2 Украина

До настоящего времени в Украине нет государственных форм первичного учета, единой формы госстатотчетности по отходам, включая все их виды и как результат этого отсутствие достоверных данных по объемам образования, использования и

накопления отходов. Государственный экологический сбор за размещение отходов осуществляется за все виды размещаемых отходов, а статотчетность представляется в органы Минэкоресурсов только по токсичным отходам. При этом в форме отсутствует графа по фактическим объемам размещаемых отходов.

Эволюцию образования бытовых отходов возможно проследить по статистике в национальных докладах в Минэкоресурсов, в том числе и по Донецкой области.

Несмотря на то, что объемы образования промышленных отходов в последние годы имеют тенденцию к сокращению, объемы образования бытовых отходов увеличиваются с каждым годом, а их состав приближается к составу бытовых отходов в западных странах с относительно большой долей бумажных отходов и пластмасс. По данным Минэкоресурсов Украины ежегодный прирост бытовых отходов составляет примерно 1,5-2%.

Развитие населенных пунктов Донецкой области, где на ограниченных территориях сосредоточено большое количество населения и центры активной хозяйственной деятельности, превратило санитарную очистку в самую актуальную с экологической точки зрения проблему городского хозяйства. По данным санитарных служб, на одного жителя крупных городов суточное образование бытовых отходов достигает 2 кг, а суточное образование влажных городских отходов, например городов Донецка и Макеевки, составляет 3,5 тыс.т.

Основная часть образованных твердых бытовых отходов вывозится на свалки и полигоны области, поскольку отсутствуют мусороперерабатывающие и мусоросжигающие заводы. В настоящее время в области накоплено 400 млн.м<sup>3</sup> твердых бытовых отходов.

Ниже приведена динамика объемов образования и накопления отходов в городах Донецкой области, тыс. м<sup>3</sup>:

Города, районы	Годы				
	1986		1996		2002
	образовано	накоплено	образовано	накоплено	образовано
Донецк	1386,7	124800,0	922,6	135600,0	951,6
Артемовск	234,6	33400,0	184,7	35470,0	84,0
Горловка	516,5	52620,0	174,3	56700,0	388,0
Славянск	153,6	1377,0	203,1	2759,4	57,7
Краматорск	312,2	4350	196,9	6750,0	167,0
Макеевка	452,7	9060,0	276,4	12260,0	416,8
Мариуполь	737,0	84389,0	719,2	90869,0	504,0
Дружковка	128,9	904,0	81,1	1864,0	77,0
Енакиево	245,0	14800,0	101,5	16400,0	80,8

Данные таблицы говорят о том, что объемы бытовых отходов сокращаются, что противоречит истинному состоянию. Дело в том, что до 1991 года (до развала СССР) учет вывозимого мусора осуществлялся единой организацией по талонной системе мусоровозов. После 1991 года вывоз мусора осуществлялся различными организациями, которые не ведут учет (либо не предоставляют сведения) вывозимого мусора. Например: данные 2002 года представлены облкоммунхозом, который не является единственной организацией вывозящей мусор.

Ниже представлены данные по объемам накопления, приведенные в руководящем документе «Рекомендовані норми накопичення твердого побутового сміття для населених пунктів України» КТМ 204 України 012-95, Харків, 1995 р.

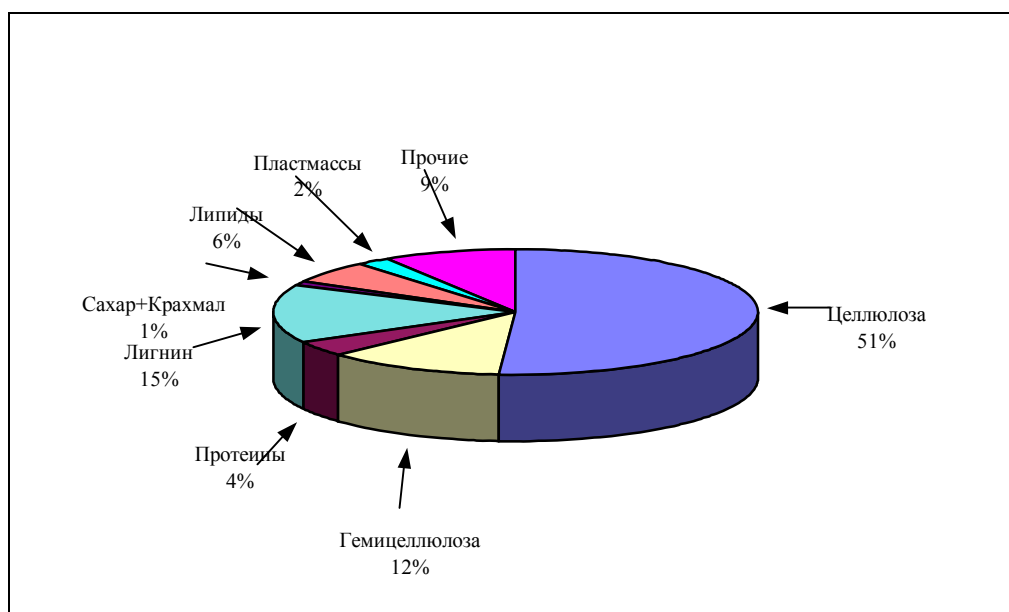
**Таблица 11 Ориентировочные нормы накопления ТБО, образующихся в жилых зданиях и в объектах общественного назначения**

Групи населен ь	Об'єкт	Норма накопичення ТПС на одного мешканця				Щільніс ть сміття, кг/м <sup>3</sup>
		середньодобова		середньорічна		
		кг	л	кг	м <sup>3</sup>	
	Упорядковані будинки (газ, центральне опалення, водопровід, каналізація)					
1-2		0,64	3,07	235	1,12	210
3-5		0,67	3,00	245	1,09	225
1-5	Неупорядковані будинки (без водопроводу і каналізації):					
	- з газовим опаленням;	0,88	3,52	321	1,28	250
	- з опаленням на твердому паливі	1,07	3,58	390	1,30	300
1-5	Будинки приватного сектора з присадибною ділянкою, в т.ч. у сільській місцевості:					
	- з газовим опаленням;	1,27	3,53	452	1,29	350
	- з опаленням на твердому паливі	1,59	3,86	580	1,41	410

## 2.5 Физико-химические характеристики

Данный вопрос рассматривается не часто. Представляется, однако, важным охарактеризовать различные способы переработки бытовых отходов, такие как размещение на полигоне или сжигание. В действительности, полигон все чаще приравнивается к своеобразному биореактору, в котором осуществляется биоразложение органических веществ. Эти органические вещества распределялись следующим образом в структуре бытовых отходов во Франции в 1990-ых годах:

**Graph 1 Доля различных органических веществ в структуре бытовых отходов**



Другой подход был принят Агентством по Защите Окружающей среды США<sup>5</sup>. Муниципальные отходы были подвергнуты трем различным исследованиям, в ходе которых определялось влагосодержание каждого типа отходов, после чего был установлен их состав. Ниже предложены некоторые результаты проведенного анализа:

**Таблица 12 Структура муниципальных отходов и влагосодержание каждого компонента**

Компонент	% на вес		влажность, %	
	Диапазон	Типичный показатель	Диапазон	Типичный показатель
Пищевые отходы	4-10	7	50-80	70
Бумага и картон	18-60	40	4-10	6
Пластмасса	4-10	8	1-4	2
Ветошь	0-4	2	6-15	10
Резина	0-2	1	1-4	2
Кожа	0-2	2	8-12	10
Мусор после уборки городских территорий	0-20	18	30-80	60
Древесина	1-6	3	15-40	20
Органические вещества	0-5	2	10-60	25
Стекло	4-16	7	1-4	2
Алюминий	1-3	2	2-4	3
Прочие металлы	0-1	1	2-4	2
Черные металлы	2-10	6	2-6	3
Различные неорганические ТБО	0-5	2	6-12	8
		100	15-40	20

<sup>5</sup> Tchobanoglous и др. (1993), Peavy и др. (1985), Matrecon, Inc. (1980)

**Таблица 13 Содержание сухого горючего вещества в муниципальных отходах**

Компонент	% от веса сухой фракции					
	Углерод	Водород	Кислород	Азот	Сера	Зола
Пищевые отходы	48.0	6.4	37.6	2.6	0.4	5.0
Бумага и картон	44.0	6.0	44.0	0.3	0.2	5.5
Пластмасса	60.0	7.2	22.8	-	-	10.0
Ветошь	55.0	6.6	31.2	4.6	0.2	2.5
Резина	78.0	10.0	-	2.0	-	10.0
Кожа	60.0	8.0	11.6	10.0	0.4	10.0
Отходы после подрезания зеленых насаждений	48.0	5.7	37.6	3.4	0.3	5.0
Древесные отходы	49.5	6.0	42.7	0.2	0.1	1.5
Доля горючей фракции в ТБО, всего	46.0	6.1	41.0	0.9	0.2	5.8

## 2.6 Процессы биологического разложения

Разложение биоразлагающихся отходов в условиях полигона приводит к образованию метана. Метан является мощным газом, ведущим к парниковому эффекту (в 30 или около того раз более мощным, нежели диоксид углерода). Директива по полигонам частично затрагивает вопросы эмиссий метана, образующегося на полигонах. Несмотря на проведение инспекций и признание намерений о сокращении влияния захораниваемых отходов, несчастные случаи все-таки имеют место. Метан может накапливаться в полостях и приводить к взрывам.

### 2.6.1 Стадии разложения отходов

Процесс разложения отходов путем ферментации можно разделить на 2 стадии:

#### 2.6.1.1 Первая стадия

Первая стадия или стадия I заключается в быстром разложении, вызванном, в основном, аэробным процессом. Эта стадия является, обычно, весьма короткой, так как ее длительность ограничена количеством кислорода в толще отходов, а также высокой БПК отходов. Данная стадия является экзотермической с производением большого количества теплоты и с поддержанием температуры гораздо более высокой, чем температура окружающей среды. Длительность данной стадии, как правило, не превышает нескольких недель. В результате образуются двуокись углерода, вода, нитраты, нитриты, азот и органические остатки. Фильтрат, образующийся в ходе этой стадии, может оказаться способным растворять легко растворимые соли такие, как NaCl и другие.

За исключением этого краткого периода во время размещения отходов, микробиологическое разложение стремится к тому, чтобы стать анаэробным процессом. Это вызвано тем, что поступление кислорода в толщу отходов оказывается недостаточным для удовлетворения условиям аэробного процесса.

#### 2.6.1.2 Вторая стадия

Вторая стадия заключается в медленном анаэробном разложении, в течение которого температура падает. Образуется газ, в состав которого входит CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, метан CH<sub>4</sub>, аммиак NH<sub>3</sub> и сероводород H<sub>2</sub>S. Другими продуктами разложения являются



вода, органические кислоты, соли металлов, плохо разлагаемые органические вещества.

Эта вторая стадия может быть представлена в виде нескольких этапов: неметанообразующая фаза или собственно стадия II и метанообразующая фаза, которая может быть, в свою очередь, квалифицирована как стабильный этап или стадия III, и нестабильный этап или стадия IV.

В ходе неметанообразующей фазы осуществляется образование летучих жирных кислот, воды, аммиака,  $H_2$  и большого количества  $CO_2$ . Кроме того, при этом начинается процесс образования  $CH_4$ . Эти кислоты понижают водородный показатель до уровня, колеблющегося между 4 и 5. Низкий pH позволяет повышать способность к растворению минеральных веществ, которые, имея большие концентрации летучих кислот, приводят к высокой концентрации ионов. Значительные концентрации летучих кислот способствует также высокой ХПК, часто наблюдаемой в ходе этой фазы. Окислительно-восстановительный потенциал очень близок к 0 mV.

"Метанообразующие" бактерии являются строго анаэробными и требуют нейтральной pH (от 6,6 до 7,3). Летучие кислоты, производимые факультативными анаэробами, а также другие органические вещества превращаются в метан и  $CO_2$ . Таким образом, концентрация летучих кислот понижается до более низкого уровня и состав газа представляет собой смесь  $CO_2$  и  $CH_4$ .

Метанообразующая бактерия участвует в процессе разложения на протяжении метанообразующей фазы и получает энергию за счет двух реакций: восстановления  $CO_2$ , путем присоединения  $H_2$ , с получением  $CH_4$  и  $H_2O$ , а также реакции декарбоксилирования уксусной кислоты  $CH_3COOH$  с получением  $CH_4$  и  $CO_2$ . Уровень содержания полученного метана является постоянным и составляет от 40 до 60% от общего объема газа, производимого в ходе данной фазы. Во время этой стадии также могут высвобождаются газы  $N_2$  и  $H_2S$ . pH возрастает, что способствует образованию метана. При приближении к нейтральному pH количество растворенных минеральных веществ уменьшается, что приводит к снижению проводимости.

Стадия I: аэробная.

Стадия II: анаэробная неметанообразующая.

Стадия III: анаэробная метанообразующая нестабильная.

Стадия IV: анаэробная метанообразующая стабильная.

Теоретические расчетные показатели максимального объема производимого газа составляют 440 л/кг при составе 53%  $CH_4$  и 46%  $CO_2$ . Фактические показатели объема образующегося газа, который может быть собран, находятся в пределах от 120 до 310 л/кг.

Колебания концентрации метана часто связаны со специфическим составом отходов. Например:

- ✓ бумага (легко разлагаемая) 51 %  $CH_4$  и 49 %  $CO_2$
- ✓ жиры (средняя способность к разложению) 71 %  $CH_4$  и 29 %  $CO_2$

### 2.6.1.3 Микробиология процесса биологического разложения

Биологическое разложение рассматривается как процесс биологического окисления органических веществ, т.е. как разложение органических веществ под действием огромного количества микроорганизмов.

Представляется возможным выделить три основных категории микроорганизмов, участвующих в процессе биологического разложения:

1. бактерии;
2. актиномицеты;
3. грибы или мицеты.

Биологическое разложение на 95% обеспечивается деятельностью вышеуказанных типов микроорганизмов. Оно, кроме того, обеспечивается, однако в меньшей степени, деятельностью некоторых видов водорослей и простейших одноклеточных животных организмов.

Разнообразие микроорганизмов, участвующих в процесс биологического разложения, непосредственно зависит от разнообразия состава субстрата. Глубокие исследования в области микробиологии процесса биологического разложения немногочисленны. По этой причине в нижеследующих разделах мы кратко представим микроорганизмы, встречающиеся в отходах, подверженных биологическому разложению.

#### 2.6.1.3.1 Бактерии

Бактерии присутствуют во всех типах компоста и на всех типах полигонов. В количественном отношении они занимают главное место. Они характеризуются интенсивным ростом при низком показателе отношения C/N и высокой влажности.

Бактерии участвуют в разложении, главным образом, на его начальном этапе. Они обеспечивают начало процесса разложения органических веществ и быстрое повышение температуры.

Бактерии обеспечивают, в основном, разложение легко окисляемых элементов, таких как протеины, сахар и жирные кислоты с относительно простыми цепями, из которых образуются простые аминокислоты и гидраты углерода.

Среди наиболее часто встречающихся бактерий назовем:

- Гетеротрофы (извлекающие углерод из органических веществ), грамм-отрицательные, аэробные бактерии:
  - группа Pseudomonadales, в частности, вид Pseudomonas
  - группа Азотобактерий, в частности, Azotobacter и Beijerinckia
  - группа Энтеробактерий, в частности, виды Escherichia, Proteus, Serratia, Erwinia и Vibrio
  - группа Rhizobium, в частности, вид Rhizobium
- Гетеротрофы, грамм-положительные, спорообразующие:
  - группа молочно-кислых бактерий, в частности виды Lactobacillus и Streptococcus
  - группа кокков, в частности, вид Staphylococcus
  - группа бактерий, подобных Corynebacterium, в частности виды Corynebacterium и Arthrobacter
- Гетеротрофные, грамм-положительные, спорообразующие:
  - вид Bacillus

- Химеоавтотрофы (извлекающие углерод из CO<sub>2</sub>):
  - бактерии, обеспечивающие нитрификацию, типа *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*
  - сульфид-окисляющие бактерии, в частности, вид *Thiobacillus*.

### 2.6.1.3.2 Актиномицеты

Актиномицеты могут рассматриваться как промежуточная форма между бактериями и грибами. Они более близки к грибам, чем к бактериям, однако, следует помнить о том, что в процессе биологического разложения действие актиномицетов становится превалирующим после завершения начального этапа разложения под действием бактерий.

Актиномицеты воздействуют на неразложившиеся под действием бактерий и грибов вещества, в частности, на хитин, целлюлозу, лигнин или танины. В качестве источника энергии они могут также использовать более быстро разлагаемые соединения, такие как органические кислоты, сахар, полипептиды и др. Актиномицеты вступают в процесс биологического разложения в основном на заключительных этапах выдерживания отходов. Все они являются гетеротрофами.

Актиномицеты, в частности, придают компосту специфический запах земли, свидетельствующий о том, что компост в достаточной мере вылежал.

В традиционном компосте можно выделить три обширных семьи актиномицетов.

- микобактериоподобные, в частности, вид *Mycobacterium*
- актиномицетоподобные, в частности виды *Nocardia* и *Pseudonocardia*
- стрептомицетоподобные, в частности виды *Streptomyces*, *Micromonospora*, *Thermomonospora*, данная группа является наиболее характерной для компостов.

### 2.6.1.3.3 Грибы

Все они являются гетеротрофными организмами и вступают в процесс разложения в то же самое время и на тех же участках, что и актиномицеты. Чаще всего встречаются такие подвиды как *Chaetomium thermophile*, *Humicola lanuginosa*, *Talaromyces dupontii*, *Aspergillus fumigatus*, *Mycogone nigra*, *Botryosporium sp* *Stactybotrys sp*. Заметим, что были выявлены и другие разновидности, здесь приводятся всего лишь некоторые примеры.

Грибы размножаются практически на тех же субстратах, что и актиномицеты. Они воздействуют, главным образом, на целлюлозу и лигнин и, таким образом, доминируют на субстратах с очень высоким показателем отношения C/N.

Наконец, следует отметить, что рост грибов (как, впрочем, и большей части актиномицетов) имеет место на поверхности массивов отходов, подверженных биологическому разложению (верхний слой 10-15 см). Это может объясняться двумя основными факторами:

- высокая температура в центре массива отходов на этапе высокотемпературного разложения. Действительно, большинство видов не выживает при температуре, превышающей 60°C;
- грибы, в основной своей массе, являются аэробными организмами, и необходимые условия для их размножения зачастую наличествуют лишь в поверхностных слоях отходов.

Необходимо напомнить, что в процессе биологического разложения могут также участвовать и некоторые другие организмы. Речь идет о некоторых видах

водорослей и одноклеточных животных организмов. Последние живут главным образом за счет бактерий, лишь ограниченное число видов является сапрофитами. В заключении отметим, что массив разлагающихся отходов характеризуется наличием весьма сложных трофических связей.

## **2.6.2 Факторы, влияющие на объемы и длительность выделения биогаза**

Основными факторами, влияющими на образование метана на полигонах, являются влажность, щелочность среды, показатель рН, окислительно-восстановительный потенциал, температура, состав, размер и плотность отходов.

Указанные факторы разбиваются на три группы

**Группа А:** данные факторы влияют непосредственно на микробиологическую среду. Это температура, аэрация, уровень влажности, окислительно-восстановительный потенциал Eh, рН, щелочность, токсичные соединения.

**Группа Б:** речь идет о процессе инфильтрации, который влияет на все факторы группы А и который зависит от инфильтрационных вод, от их физических и химических характеристик.

**Группа В:** в эту группу входят такие факторы, как состав отходов, гидрогеология, топография, осадки, атмосферное давление, температура воздуха. Состав отходов, гидрогеология и топография являются параметрами известными и контролируемыми администрацией полигона.

### **2.6.2.1 Температура**

Максимальный объемы, выделяемого на полигонах газа, образуется при температурах от 30 до 35 С°. Уровень образования газа существенно понижается при изменениях этой оптимальной температуры. Непосредственно сразу после размещения отходов наблюдается пик температуры. Этот пик соответствует аэробному разложению. При этом температура зависит частично от температуры отходов во время их размещения на полигоне. Пиковое значение резко понижается к концу стадии I.

Температура, таким образом, является функцией от температуры отходов и их теплопроводности, а также от температуры воздуха.

### **2.6.2.2 Влажность**

Влажность является обязательным фактором для жизнедеятельности многих микроорганизмов, среди которых и метанообразующие бактерии. В определенной мере, деятельность микроорганизмов возрастает с уровнем влажности. Похоже, что факт увлажнения отходов способствует образованию газа, и в частности, метана. Максимальные показатели объемы выделяемого газа достигаются при влажности от 60% до 80% от сухого веса. Анаэробный процесс практически отсутствует при уровне влажности 25%.

### 2.6.2.3 Окислительно-восстановительный потенциал Eh

Процесс образования метана требует, чтобы окислительно-восстановительный потенциал окружающей среды был отрицательным, обычно ниже 200 mV.

### 2.6.2.4 Щелочность и водородный показатель pH

Оптимальный pH для выделения метана в ходе разложения отходов находится в пределах от 6,4 до 7,2.

Щелочность, превышающая 2000 мг/л, выраженная в эквиваленте карбоната кальция и ионов аммиака, а также превышающая 100 мг/л, выраженная в NH<sub>3</sub>, считается необходимой для образования максимальных объемов метана. Понижение pH может вызвать ответное замедление образования CH<sub>4</sub> с накоплением органических кислот. Этот сопровождается понижением щелочности.

### 2.6.2.5 Состав отходов

Существует много веществ, являющихся токсичными, либо ингибиторами для деятельности микроорганизмов, приводящих к выделению газов. Такие элементы как Na, K, Ca, Mg в определенных концентрациях могут обладать в большей или меньшей степени эффектом ингибиторов. Тоже может относиться и к тяжелым металлам и аммиаку.

### 2.6.2.6 Размер и плотность отходов

Размер оказывает существенное воздействие на образование газов. Чем меньшими являются частицы, тем более значительны объемы образующегося газа. Аналогичным образом, чем выше плотность, тем меньше газа образуется, т.к. уплотнение сокращает полезную площадь, которая подвергается действию энзимов.

## 2.6.3 Биогаз

**Биогаз** это горючий газ, являющийся смесью углекислого газа и метана, который получается при разложении органических веществ растительного или животного происхождения в разряженной воздушной среде (так называемая, анаэробная ферментация). Эта ферментация является результатом естественного либо контролируемого процесса деятельности микробов. Кроме того, это может быть газ с высоким содержанием метана, но который содержит элементы трудно поддающиеся переработке, в частности, галогенизированные органические соединения (хлор и фтор), образуемые при разложении пластмасс и в присутствии токсичных отходов (емкости от моющих средств, батарейки).

Биогаз образуется в результате ферментации. Существуют, таким образом, различные возможные источники выделения, каждый из которых имеет свои характеристики:

- шламы от очистных сооружений

Биогаз образуется из органических веществ, содержащихся в воде. Это газ с высоким содержанием метана, сероводорода, а также тяжелых металлов, получаемый при сборе вод, загрязненных в процессе выщелачивания дорожного полотна дождевыми водами;

- промышленный или с/х биогаз (предприятия агро-промышленного комплекса, отходы свиноферм);
- Биогаз, получаемый на специальных объектах метанизации, связанной с процессом компостирования

В обычных условиях при компостировании биогаз не образуется, т.к. биогаз, в отличие от процесса метанизации, требует переработки с доступом воздуха. Однако, в настоящее время существуют смешанные процессы, позволяющие производить одновременно органические удобрения и биогаз;

- биогаз на полигонах

На полигонах происходит самопроизвольное выделение биогаза, т.к. там постоянно размещаются ферментируемые отходы. Выделение биогаза может длиться многие десятки лет, сначала высокими, а затем низкими темпами. Процесс может быть ускорен путем увлажнения отходов, в этом случае потенциал образования газа может быть использован на протяжении 5-10 лет. Без наличия специализированных мощностей, за исключением установки для сбора газа, на картах полигонов можно, таким образом, собирать 60 м<sup>3</sup> метана с 1 т, захороненных отходов (система, применяемая в Сент-Етьене).

**Таблица 14 Состав биогаза**

<b>Состав биогаза</b>	
Метан (CH <sub>4</sub> )	45 - 65 %
Углекислый газ(CO <sub>2</sub> )	25 - 45 %
Вода (H <sub>2</sub> O)	6 %
Кислород (O <sub>2</sub> )	
Сероводород (H <sub>2</sub> S)	следы
Галогенизированные органические соединения (хлор, фтор)	
Углеводороды, различные	

Речь идет, таким образом, об относительно токсичном природном газе (что, в основном, связано с разложением пластмасс, моющих средств и т.д.). Выделение углекислого газа и особенно метана (вредное воздействие которого в тридцать раз выше, чем у углекислого газа) способствует, в частности, возникновению парникового эффекта. Они подлежат максимальному удалению. Биогаз, относительно токсичный при спонтанном выделении, может, тем не менее, использоваться в качестве источника энергии. Этим обусловлена идея контроля и организации промышленного производства биогаза: метанизации.

## **2.6.4 Утилизация биогаза**

### **Различные способы**

Постановление от 9 сентября 1997 г. относительно полигонов класса II обязывает осуществлять сбор биогаза на полигонах и разрабатывать решения, касающиеся его утилизации с целью получения энергии, либо при отсутствии таких возможностей обязывает к его уничтожению путем сжигания. Однако, использование биогаза оказывается возможным лишь при наличии крупных мощностей. Представляется возможным указать следующие способы использования:

- сжигание на факелах
- Речь идет просто о сжигании газа. Этот путь не является способом утилизации газа, однако, этот один из методов обеспечения безопасности, который к тому же ограничивает влияние биогаза на расширение парникового эффекта;
- сжигание в котельной

Речь идет о сжигании биогаза в целях получения тепла, по возможности, используемого близлежащим предприятием. На полигоне в г. Крозен производится 3 млн. м<sup>3</sup> биогаза, используемого на промышленном предприятии;

- производство электроэнергии

Биогаз, как и любой энергоноситель, может быть преобразован в электроэнергию. Биогаз должен, однако, при этом содержать, по меньшей мере, 40% метана, а минимальный расход при сжигании должен составлять 500 м<sup>3</sup>/час. Производство электроэнергии может сопровождаться выработкой тепла в случае использования методика совместного производства тепловой и электрической энергии.

Теплотворная способность 1 м<sup>3</sup> очищенного биогаза (после обработки, удаления воды, кислот и сульфидов и.д.) равна теплотворной способности 1 л мазута.

## 3 Воздействие полигона на окружающую среду и здоровье человека

### 3.1 Управление рисками

#### 3.1.1 Классификация рисков

В последнее время (20-30 лет) полигоны считаются опасными объектами. Если попытаться составить список рисков, представляемых полигонами, можно выделить 3 категории рисков:

- Технические риски
- Физические риски и риски, связанные с человеческим фактором
- Прочие риски смешанного характера (технические и/или физические, связанные с человеческим фактором, коммерческие)

##### 3.1.1.1 Технические риски

- Геологические риски:
  - Устойчивость площадки:
    - локальная устойчивость зоны расположения полигона (= весь участок в целом) (сейсмический риск)
    - устойчивость сооружений (без учета грунтов) и котлованов
    - устойчивость к сдвигу на стыке почвы и геосинтетического слоя
    - устойчивость насыпей
    - устойчивость грунта из выемки на участке
  - Эрозия почв + выщелачивание
  - Оползание, осыпание грунта
- Риск загрязнения вод: Поверхностные воды + подземные (на всем участке)
- Риск загрязнения воздуха: Выделение токсичных веществ
- Риск отсутствия постоянного контроля после строительства
- Риск отложения токсичных веществ
- Взрывоопасность
- Риск обрушения
- Риск распространения вредных животных
- Риск, связанный с отходами, принимаемыми на размещение: Состав + радиоактивность,
- Риск, связанный с эксплуатацией электрооборудования
- Риск возникновения неисправностей в системах тепло-, водо-, электроснабжения
- Риск выхода из строя систем контроля и безопасности
- Риск негативного воздействия на природную среду, биоценоз
- Риск вредного воздействия шумов: частота + сила



### 3.1.1.2 Физические риски и риски, связанные с человеческим фактором

- Риск посягательств различного рода
- Риск хищений и материальной порчи
- Риск, связанный с охраной имущества и культурного наследия на участке
- Риск, связанный с неадекватной техникой безопасности на данном объекте по отношению к некоторому сектору (отсутствие аптечки, ликвидационных мероприятий, огнетушителей...)
- Риск несоблюдения законодательных и нормативных актов в области гигиены и безопасности персонала
- Риск несоблюдения правил внутренней безопасности
- Риск, связанный с отсутствием определения зон повышенной опасности
- Риск, связанный с возможностью неадекватного распределения полномочий (в зависимости от занимаемой должности)
- Риск отсутствия сертификата безопасности
- Риск дезинформации или неадекватных указаний
- Риск, связанный несовершенством внутреннего регламента
- Риск, связанный с перегрузочными работами
- Риск возникновения несчастных случаев во время движения по территории

### 3.1.1.3 Прочие риски смешанного характера

*(Технические и/или физические, связанные с человеческим фактором/ коммерческие)*

- Риск, связанный с транспортировкой (+ во время перегрузки): Нанесение ущерба (оборудованию и материалам) + несчастные случаи на производстве

*(Технические/коммерческие)*

- Риск, связанный с поставками:
  - Надежность оборудования и поставляемых материалов
  - Вмешательство в случае возникновения проблем
- Риск нарушений функционирования определенных систем: Инженерные системы и/ или связанные с материалами и/или техническим обслуживанием

*(Технические/физические или связанные с человеческим фактором)*

- Риск нанесения ущерба оборудованию или материалам
- Риск проникновения лиц, не имеющих допуска, или животных:
  - на территорию участка размещения отходов
  - на территорию автопарка
- Риск возникновения пожара
- Риск производственных травм при:
  - соприкосновении с кожным покровом
  - попадании в глаза
  - раздавливании, защемлении
  - тепловых ожогах
  - респираторной или пищевой интоксикации

- асфиксии
- телесных повреждениях
- поражении электрическим током
- взрыве

*(Прочие)*

- Риск, связанный с размножением птиц

### 3.1.2 Распределение ролей

Роль инспекций, в каком бы уголке земного шара они не находились, заключается в предотвращении негативного влияния на окружающую среду и здоровье человека. Однако одним инспекциям справиться с такой задачей не под силу. Невозможно к каждому рабочему или участку, представляющему опасность, приставить инспектора. Вот почему обычно имеет место процесс, направленный на осуществление фактического контроля за воздействием контролируемой деятельности и распределение задач по выполнению данного контроля.

- **Во-первых**, соответствующий орган (обычно это государство или федерация) устанавливает стандарты и издает нормативно-правовые акты. Однако стандарты и нормативно-правовые акты – это всегда компромисс между экономическими и экологическими аспектами рассматриваемого предмета. Несмотря на это, должен быть минимальный набор правил и значений, гарантирующих минимальную защиту окружающей среды и здоровья.
- **Во-вторых**, объекты должны утверждаться администрацией. Процесс утверждения зависит от результатов исследований воздействия на окружающую среду, в которых бы описывались:
  - Местные или особые условия объекта,
  - Способы возможного нанесения объектом ущерба окружающей среде или здоровью человека,
  - Меры контроля воздействий на окружающую среду и здоровье человека
- **В-третьих**, организацию, осуществляющую эксплуатацию, просят перейти к выполнению контрольных действий в искусственных условиях и передать результаты в инспекцию.
- **В-четвертых**, в любое время или на периодической основе, инспекция может осуществлять контроль объекта, проверяя правильность применения отдельных положений нормативно-правовых актов, соответствие данных анализа мониторинга разрешению и нормативно-правовым актам.
- **В-пятых**, обеспечивается ответная реакция за счет обработки жалоб соседей или местной комиссии по информации и контролю (что имеет место во Франции).

### 3.1.3 Стратегия управления рисками

Обеспечить контроль всех рисков, перечисленных в одном из предыдущих разделов, невозможно. Вот почему не следует забывать о том, что выполнение требований нормативно-правовых актов - это минимум, что можно предпринять. К сожалению, во многих странах, находящихся в переходном периоде, невозможно обеспечить работу всех объектов в соответствии с нормативами, не закрыв все эти объекты.

Нормативно-правовые акты - часть стратегии управления рисками. Они расставляют своего рода ворота с тем, чтобы контролировать уровень риска. Могут быть рассмотрены и другие случаи.

Оценка риска – это комбинация вероятности и одного или нескольких возможных ущербов. На данном этапе хорошо бы подумать о возможном ущербе. Что касается полигонов, то таковой может касаться здоровья проживающих по соседству людей и качества природных ресурсов. Однако, о каких бы природных ресурсах мы не говорили, они имеют опосредованное влияние на здоровье человека. Это качество вдыхаемого нами воздуха, качество воды, которую мы пьем, качество еды, которую мы едим. Возможно появление нового фактора: какой уровень загрязнения приемлем для среднестатистического человека с точки зрения его здоровья?

Вывод, который мы можем сделать, состоит в том, чтобы определить, каких рисков мы бы хотели избежать любой ценой и с какими рисками в данный момент мы могли бы смириться. Стратегия управления рисками включает ответы на следующие вопросы:

- Какие риски мы хотим контролировать?
- Как мы обнаруживаем ситуации, связанные с данными рисками?
- Как мы измеряем те или иные риски?
- Что мы можем предпринять для контроля за данными рисками или изменения ситуации в лучшую сторону?

При этом нужно иметь в виду, что:

- Невозможно обеспечить контроль всех рисков
- Невозможно разрешить все проблемные ситуации
- Необходимо принимать решения
  - Кто принимает решение?
  - Какие решения могут быть приняты?
  - Какие средства имеются для этого?

Выполнение аудита полигонов является составной частью стратегии управления риском, которая будет изложена ниже. Однако, продолжая вышесказанное, необходимо сделать обзор основных рисков, связанных с захоронением отходов.

## **3.2 Присутствие чужеродных частиц (химических, радиоактивных)**

### **3.2.1 Неразлагающиеся отходы**

«Санитарный» полигон (*полигон, выполненный с соблюдением санитарно-экологических норм*) для бытовых (и других приравненных к ним отходов) создается с тем, чтобы контролировать воздействия, оказываемые биоразложением этих отходов. Результатом процесса биоразложения являются: биогаз, фильтрат и остаточные вещества.

В ходе периода эксплуатации полигона и периода биоразложения используется оборудование по сбору и сжиганию биогаза, а также сбору и очистке фильтрата, которое сводит к минимуму вредные воздействия, оказываемые на окружающую среду и здоровье человека. Оборудование предназначается для контроля вредных

веществ, которые мы можем обнаружить в бытовых отходах, однако в отношении химических или атомных загрязняющих частиц оно бессильно.

Химические и атомные частицы нельзя считать биоразложившимися по истечении 25 лет. Срок их жизни может измеряться тысячелетиями и более. Эти частицы продолжают оставаться активными и способны загрязнять почву и воду.

### **3.2.2 Воздействие на здоровье человека**

«Санитарный» полигон проектируется таким образом, чтобы можно было контролировать загрязняющие вещества, образующиеся в результате биологического разложения органических отходов. Основная мишень – огромное количество углерода, способного погубить поверхностные воды. Предполагается, что бытовые отходы содержат довольно незначительное количество токсических веществ, и что глиняный слой может контролировать перемещение этих токсических веществ по направлению к подземным водам. Задача состоит в обеспечении возможности контроля массового потока этих токсических веществ по направлению к водному потоку водоносных горизонтов. Проблема заключается в том, что вода этих горизонтов может быть использована человеком и животными для питьевых целей либо же для сельскохозяйственных целей. Объекты питьевого водоснабжения производят очистку от особых загрязняющих веществ, таких как органические вещества, взвеси. На них обычно контролируется довольно небольшое число параметров (25 во Франции), несмотря на то, что ВОЗ приводит более 1200 параметров для питьевой воды. Они не в состоянии проанализировать или уничтожить 200 000 молекул, производимых человечеством и распространяемых по земле с начала промышленной революции.

Научные знания по данному вопросу имеют недолгую историю. Проблема заключается не в острых токсических эффектах, а в воздействии низких доз, проявляющихся тогда, когда человек вдыхает воздух, потребляем вместе с водой и пищей мизерное количество вредных веществ каждый день на протяжении 25 лет.

По мере развития знаний и навыков, в частности, после 1945 года с этой целью были разработаны многочисленные инструменты контроля:

- термин **ДСД**, или допустимая суточная доза, касается молекул специально добавляемых в продукты питания с целью получения определенного эффекта в плане их хранения, текстуры, цвета, вкуса и т.д. Оценка добавок является длительным и сложным процессом, осуществляемым в настоящее время на европейском уровне и требующим столь же объемного пакета документации, что и пакет документов, необходимый для получения разрешения о выпуске на рынок лекарственного препарата: следует подтвердить при этом как необходимость использования добавки, как и ее эффективность для достижения желаемого результата, а также отсутствие как непосредственного, так и отдаленного риска нанесения вреда здоровью. Такое разрешение выдается для определенной дозы и некоторой категории продуктов. Некоторые апробированные добавки не имеют специального указания ДСД; они внесены в специальный перечень, "называемый инвентарным списком" и их использование в новых продуктах питания не требует специального разрешения. Используемая доза называется "quantum satis", речь идет о необходимом и достаточном количестве для достижения желаемого эффекта. Разрешенные добавки регулярно подвергаются пересмотру в соответствии с развитием научных знаний.
- термин **ПСД** (или приемлемая суточная доза), или **ПНД** (приемлемая недельная доза) используется для химических соединений, присутствие которых в продуктах питания является нежелательным, однако, неизбежным, в частности, по причине загрязнения окружающей среды. Данный количественный показатель экстраполируется чаще всего на основании данных исследований, проводимых на животных, а иногда исходя из данных, касающихся человека и полученных во время экологических катастроф. При этом определяют максимальную дозу, не оказывающую воздействия, либо минимальную дозу, вызвавшую негативное воздействие. Указанная доза делится на эмпирические коэффициенты безопасности, как минимум, в отношении 100: 10 для экстраполяции на человека; 10 берется для учета разнообразия внутри человеческого рода и продолжительность жизни. Могут использоваться более высокие коэффициенты, в частности, когда молекулы являются мутагенными или генотоксичными. При определении конечного значения учитывается общий режим питания, а также различные возможные источники, содержащие вредное вещество; расчеты выполняются на основании типичного режима питания, либо более точным способом, путем моделирования ситуации с использованием фактических данных о потреблении продуктов, репрезентативных для населения Франции. Указанные оценки осуществляются на международном уровне под эгидой ВОЗ, на европейском уровне и на национальном уровне во Франции (AFSSA).
- термин **максимально допустимый уровень остатка** касается максимально допустимого количества вещества в определенном продукте питания; этот термин вытекает из предыдущих оценок и частично зависит от уровня потребления, рассматриваемого продукта. Эта величина используется во время проведения контроля с целью определения следует или нет отбраковать некоторую партию продуктов.

Во Франции контроль осуществляется децентрализованными службами Генерального Управления Питания Министерства сельского хозяйства и рыболовства и распространяется на всю цепочку агропромышленного комплекса за исключением конечных продуктов, поставляемых потребителям, которые, в свою очередь контролируются службами, подчиняющимися Генеральному Управлению по вопросам конкуренции, потребления и борьбы с фальсификацией продукции.

Помимо отдельных мер контроля, в зависимости от возникающих проблем, существуют систематически проводимые контрольные мероприятия, отражающиеся в разработке программ по надзору, выполняемых путем произвольного отбора проб, и программ контрольных мер, нацеленных на определенные категории продуктов, рассматриваемых как особо подверженные риску. Результаты проведения данных программ подлежат обнародованию административными органами; но лишь результаты внедрения первых из указанных программ могут рассматриваться как репрезентативные для текущей фактической ситуации. Десятки тысяч анализов проводятся ежегодно. Во многих случаях показатель уровня несоответствия (превышение максимально допустимого уровня остатка) оказывается ниже 1%.

Особое внимание должно уделяться наличию ПХД и ряда тяжелых металлов.

### 3.2.2.1 ПХД

Полихлорированные дифенилы (ПХД) и полихлорированные трифенилы представляют собой семью химических элементов с длительным периодом распада в окружающей среде (они не подвергаются быстрому разложению) и характеризуются свойством накапливаться в биологических цепочках. Данные соединения могут приводить к различным раковым заболеваниям.

ПХД широко использовались в электро-приборостроении, при производстве красок и чернил. Благодаря своим физическим свойствам (жидкие изоляторы), смеси ПХД, известные под названием пирален, широко использовались в трансформаторах или конденсаторах. Будучи запрещенными к использованию в растворителях и различных покрытиях, они сохраняли некоторое применение в сооружениях, представляющих собой системы закрытого типа в связи с их низкой воспламеняемостью. В настоящее время они являются полностью запрещенными (начиная с 80-х годов), однако, в большом количестве сохранились приборы, содержащие данные вещества, а также склады, где они хранятся; уничтожение этих складов сопряжено с высокими затратами.

ПХД представляет собой класс молекул (однородных), обладающих двумя ароматическими циклами, связанными между собой, и атомами хлора, занимающими разную позицию и имеющими разную численность. В зависимости от положения атомов хлора, два цикла могут находиться в одной плоскости (копланарные ПХД); соединения, диорто-заменяемые хлором, не могут принимать плоскостную структуру (не-копланарные ПХД). Их собственное действие мало изучено, однако, является очевидным (канцерогенез, воздействие на кожу, глаза, печень). Копланарные ПХД обладают биохимическими и токсикологическими свойствами, близкими к свойствам диоксинов. Не-копланарные ПХД, судя по последним исследованиям, скорее всего оказывают негативное влияние на гормоны щитовидной железы и половые гормоны, а также на нервную систему. Приемлемая суточная доза, установленная на сегодняшний день, равна 5 мкг/кг/сутки, но может быть пересмотрена в сторону уменьшения, в соответствии с новыми научными знаниями.

Во время синтеза ПХД, в обязательном порядке, образуются диоксины, уровень которых возрастает в ходе применения этих продуктов. Сгорание ПХД влечет за собой образование полихлордибензофуранов. Продукты этого типа образуются также в ходе сжигания бытовых городских отходов. Молоко, имеющее самую высокую степень загрязнения, поступает от коров, пасущихся на пастбищах, расположенных вблизи от городских мусоросжигательных заводов. Последствия для

здоровья населения (от 2 до 3  $\mu\text{g}$  в эквивалентах токсичности на 1 л максимум) на сегодняшний день не изучены, в связи с чем предпринимаются меры предосторожности. Диоксины имеют более двухсот изомеров – 75 полихлордибензодиоксинов и 135 полихлордibenзофуранов – и представляют большую сложность для анализов и дозирования. Это разнообразие структур различной токсичности объясняет необходимость использования эквивалентов токсичности, полученных при дозировании всей совокупности основных изомеров и присвоении каждому из них коэффициента токсичности по отношению к самому опасному, 2,3,7,8 – тетрахлордibenзодиоксину или диоксину Севезо. Указанные коэффициенты трудно устанавливаются, поскольку чувствительность различных приборов к этим продуктам варьируется в пределах от 1 до 200. Норма, установленная ВОЗ, составляет от 1 до 4  $\mu\text{g}$  в эквиваленте токсичности на кг веса тела в сутки. Результаты программ по надзору в области продуктов питания, внедренные во Франции в 1997-98 гг., позволили рассчитать, исходя из потребления продуктов питания населением Франции (95 перцентиль), получаемую среднюю дозу на уровне от 1,3 до 2,8  $\mu\text{g}$  в эквиваленте токсичности на кг веса в сутки (без учета, за отсутствие данных, диоксино-подобных ПХД). В то время как ПХД могут быть вовлечены в процесс метаболизма в организме, если они имеют в составе менее 4 атомов хлора, диоксины не включаются в процесс метаболизма. Установленные в настоящее время уровни содержания всех этих близких по структуре соединений в продуктах питания, оказываются как правило ниже, чем нормы допустимые ВОЗ и Afssa. Однако, они накапливаются в организме (8 мг/кг жировой ткани во Франции по сравнению с 1 мг/кг в Канаде). ПХД послужили причиной массовой интоксикации в Японии в 1968 году (15 000 человек, были поражены): пигментация кожи и ногтей, сильная сыпь, слезотечение и т.д.; 15 лет спустя наблюдается чрезвычайно высокий процент заболеваемости населения Японии, подвергнутого заражению, по сравнению с исходной группой населения, принятой для сравнения.

### 3.2.2.2 Ртуть

Ртуть очень токсична при вдыхании или попадании в желудок. В природе она преобразуется в метилртутные производные и, особенно, в метиловую и диметиловую ртуть, являющуюся еще более токсичной: рыба белый тунец накапливает ртуть в этом виде до уровня, который в 10 000 раз превышает ее концентрацию в окружающей водной среде. Норма ВОЗ составляет от 0,003 до 0,1 части на миллион, т.е. мкг/г, в зависимости от продуктов питания, однако, фактически для рыбы норма составляет 0,5 мкг/г, что может заставить навсегда отказаться от этого продукта питания. Накопление ртути в человеческом организме во Франции, оцениваемое путем наложения частот употребления определенных продуктов питания и показателей содержания в них ртути, оказывается равным приблизительно 100 мкг в неделю и, начиная с 1975 г., возросло на 45%. Это вызвано следованием советам диетологов, так как 30% от этого показателя поступает в организм с морепродуктами, сразу за которыми следуют фрукты и овощи. Однако, приемлемое недельное количество, установленное ВОЗ, составляет 300 мкг в неделю (ртуть общая), из которых максимум 200 мкг представлено метиловой ртутью.

Содержание ртути в ткани центральной нервной системы оказывается приблизительно таким же, как и в волосах. Гликопротеин, очень близкий по составу к ртути, был недавно выделен в очищенном виде в тканях нервной системы. По истечении длительного времени, как показал пример Минамата в Японии, ртуть вызывает слепоту, глухоту, расстройство координации движений и мозговые

нарушения, которые могут привести к летальному исходу. Ртуть проникает через плацентарный барьер. С точки зрения биохимии она воздействует на генетический материал клетки и на ферменты или молекулы, содержащие меркаптаны в активном положении. Плод и ребенок оказываются гораздо более чувствительными к ртути, что может привести к аномальному неврологическому развитию: психомоторные задержки могут появиться, начиная с уровня 10 мг/г ртути в материнском волосе.

Нормы ПНД могут быть превышены у самых крупных потребителей рыбы в прибрежных регионах Франции. Поскольку разные виды рыбы имеют различную способность накапливать ртуть, то следует стремиться к употреблению в пищу различных сортов рыбы.

### 3.2.2.3 Свинец

Содержание свинца в продуктах питания обычно невелико, за исключением случаев применения свинцовых труб или специфического кухонного оборудования, а также в случаях крайнего загрязнения атмосферы. Суммарные выбросы свинца на мировом уровне в атмосферу были оценены в 450 000 т в 1990 году. Однако, заражение свинцом живых организмов значительно сократилось за последнее десятилетие. Тетраэтилсвинец, используемый в качестве присадки (антидетонатор) к бензину находят лишь в виде следов в пищевых продуктах (нг/кг). При этом, однако, обнаруживают свинец в соединении с полисахаридами (одновременно с барием и стронцием), который имеет низкий уровень биоаккумуляции и, следовательно, невысокую токсичность. Это соединение также обнаруживается в винах.

Средний француз потребляет в среднем 470 мкг свинца в неделю при ПНД в 1500 мкг/неделя. Большая часть этого свинца поступает в организм с овощами и фруктами (50%), вином, хлебом и картофелем; самые высокие концентрации свинца найдены в шампиньонах и сельдерее. Свинец вызывает колики, полиневриты, энцефалопатию с бредом и судорогами, которые могут привести к летальному исходу. Наличие свинца в крови обычно ниже  $0,4 \cdot 10^{-6}$ , а в моче ниже  $0,08 \cdot 10^{-6}$ . Увеличение содержания дельтаамино левулиновой кислоты (ALA)(сигнал, предшествующий началу биосинтеза органических молекул, содержащих ион железа) является показателем, заранее свидетельствующим о заражении организма свинцом, так же как и эритроцитарная деятельность ALA-дегидратазы. Дети являются крайне чувствительными к свинцу, который может вызывать задержки умственного развития. Профессиональная интоксикация свинцом легко обнаруживается и подлежит постоянному контролю и предупреждению. Однако, в отличие от этих случаев, выявление непрофессиональной интоксикации свинцом требует проведения тщательных исследований. Вышеприведенные количественные показатели имеют лишь приблизительное значение. В настоящее время предельно допустимый уровень (25 мкг/д в крови пуповины) может оказаться и выше, чем концентрация вызывающая задержки умственного развития.

### 3.2.2.4 Кадмий и мышьяк

Почки представляют собой один из наиболее уязвимых органов для кадмия, который приводит к необратимой нефропатии с почечной недостаточностью, иногда сопровождающейся размягчением костной ткани и остеопорозом. Кадмий повышает артериальное давление. Не было выявлено никакой формальной зависимости между присутствием кадмия и заболеваемостью раком. Поступления в организм значительного количества цинка может ограничить токсичность кадмия. При этом средненедельный прием цинка должен быть около 30 мкг в день при ПСД кадмия 1 мкг/кг/сутки (эта ПСД была установлена в 1972 г. и может быть снижена), что



оставляет совсем небольшой резерв безопасности. Пищевым продуктом с наибольшим содержанием кадмия является конская печень, однако, специфика данного элемента и, таким образом, фактическая токсичность совсем недавно стали предметом исследований.

Мышьяк, токсичность которого хорошо известна, имеется в большом количестве в некоторых морепродуктах, однако, присутствует он в форме безопасного соединения арсенобетаина (структурный аналог холина, где мышьяк заменяет атом азота), тогда как его окиси, присутствующие в некоторых загрязненных водах, являются очень токсичными.

### 3.2.2.5 Алюминий

Алюминий представлен в количестве от 10 до 100 мг в ежедневном пищевом рационе. Появление энцефалопатий, по всей видимости, вызываемых избыточным количеством этого металла у лиц, подвергающихся процедуре диализа, корреляция (слабая) между заболеванием Альцгеймера и содержанием алюминия в воде в Англии, значительное распространение алюминиевых упаковок - все это побуждает к необходимости переоценки данного металла. В отделе головного мозга, именуемом *hippocampus*, лиц, пораженных болезнью Альцгеймера, обнаружено повышенное количества алюминия и кремния и пониженное количество цинка и селена. Факт замены одних металлов другими может частично являться причиной нарушения памяти, наблюдаемых при этой болезни. Данная гипотеза относительно алюминия привела не так давно организацию CSHPF к предложению провести исследования на материале лиц, постоянно использующих желудочные повязки на основе гидрата окиси алюминия.

## 3.3 Загрязнение водных ресурсов

Тяжелые металлы, присутствующие в фильтрате, образующемся на полигонах, подробно изучались и контролировались. По сравнению с общим количеством тяжелых металлов, поступающих на полигоны, их содержание в фильтрате относительно низкое. Основная часть металлов остается на полигоне, в связи с чем необходимо быть готовым к тому, что смыв тяжелых металлов с полигонов будет продолжаться долгое время.

Во время активного срока службы «санитарного» полигона образующийся фильтрат, как правило, собирается и очищается подобно сточным водам. По финансовым соображениям, фильтрат часто очищают вместе с канализационными муниципальными стоками.

В связи с такой очисткой заметное количество тяжелых металлов, содержащихся в фильтрате, остается в канализационных шлаках, тогда как другая часть попадает в водную среду. Та часть, которая останется в шлаках, оказывается на сельскохозяйственных угодьях, подвергается сжиганию, либо же поступает обратно на полигон. Таким образом, создается цикл, который со временем позволит всем тяжелым металлам, содержащимся в фильтрате, попасть в окружающую среду. Активная жизнь полигона включает период поступления отходов на полигон, а также последующий период, когда отходы больше не захораниваются и устанавливается завершающий верхний слой, однако фильтрат все еще собирается для очистки.

Hjelmar et al. 1994/ (цитируется/ЕЕА 1998/) выполнили некоторые расчеты времени, требующегося для того, чтобы фильтрат различных полигонов мог без какого-либо

риска направляться в подземные воды. Расчеты проводились для полигонов, средняя высота которых составляет 12 м, с учетом различных скоростей образования фильтрата (Таблица 15). Расчеты, конечно же, являются довольно приближительными, однако дают представление о соответствующем временном промежутке.

**Таблица 15 Расчеты времени, по истечении которого фильтрат можно без риска направлять в подземные воды /ЕЕА 1998 г./**

Скорость образования фильтрата	Расчеты времени, по истечении которого фильтрат можно без риска сбрасывать в подземные воды (годы)			
	Полигон для опасных отходов	Полигон для муниципальных твердых отходов	Полигон для неопасных отходов с низким содержанием органических отходов	Неорганические отходы
Средняя - 200 мм/год	600	300	150	100
Высокая - 400 мм/год	300	150	75	50

Как указано в расчетах, возможно, что образующийся на полигонах фильтрат необходимо будет собирать в течение сотен лет. Тем не менее, едва ли какой-либо специалист по полигонам сможет утверждать, что сбор фильтрата будет продолжаться более 50-100 лет. Возможно, что в связи с этим необходимо будет заняться развитием стратегий захоронения, которые бы позволили загрязняющим веществам по истечении какого-то времени стекать в окружающую среду.

По процессам разложения на полигонах проведено немало исследований; в особенности это касается полигонов для муниципальных твердых отходов (пересмотренных, в числе других, и /Hjelmar et al 2000/). Со временем процесс разложения приводит к различным стадиям старения полигона, в результате чего состав фильтрата довольно отличается от состава фильтрата молодого полигона. Часто в самом каркасе полигона наблюдаются большие изменения, что приводит к различным стадиям разложения в разных частях полигона.

На стадии образования бескислородных условий и метана, которая возникнет по истечении короткого промежутка времени (месяцы), мобильность тяжелых металлов в целом является низкой, что обусловлено образованием относительно нерастворимых соединений /Flyhammar, 1997 г./ В ходе последующего окисленного состояния, когда разложение органических веществ приводит к образованию диоксида углерода, мобильность тяжелых металлов возрастает, увеличивая содержание тяжелых металлов в фильтрате.

Содержание растворимых металлов зависит не только от фактических химических условий и характеристик металлов, но также и от разложения или дезинтеграции продуктов, которые содержат эти металлы. Значительная часть тяжелых металлов в отходах присутствует в стекле, пластмассе, шлаке, керамике, стали, дереве и т.д. Можно ожидать, что продукты и материалы, хранимые на полигоне, с течением времени начнут распадаться. Вероятно, что пластмасса в связи с биологическими и химическими процессами, включая процессы разрушения под влиянием атмосферных воздействий, начнет со временем разлагаться. Известно, что стекло, находясь во влажной среде, дезинтегрирует по истечении какого-то промежутка времени. Можно предполагать, что шлак мусоросжигающих заводов распадется на глиноподобные материалы. Металлы будут медленно окисляться и, следовательно,

растворяться. Дерево и органические материалы разлагаются в связи с биологическими и химическими процессами. Многие из этих процессов являются медленными и очень зависят от наличия кислорода, воды и кислот. Ртуть может улетучиться с полигона в связи с испарением.

Транспортировку тяжелых металлов на зрелом полигоне можно сравнить с транспортировкой в условиях почвы, в связи с чем ее следует рассматривать как очень длительный процесс. Однако точная скорость перемещения разных металлов будет разной, в зависимости от состава материалов и химических условий на полигоне. Время, необходимое для полного смыва отдельного металла, может исчисляться в сотнях и тысячах лет или даже более. Вряд ли стоит ожидать смыва большей части металлов (что касается всех металлов) до того, пока не пройдет очень много лет после прекращения сбора фильтрата.

Исследования вопросов старения полигонов касаются прежде всего того, что в долгосрочной перспективе следует считать начальными стадиями – стадиями, помогающими понять динамику образования метана и состава фильтрата. Внимательно присмотревшись к старым и более не эксплуатируемым полигонам, можно заметить ряд неконтролируемых процессов. После какого-то промежутка времени полигоны покрываются деревьями, корни которых глубоко уходят в прежний полигон, а строительные работы видоизменяют верхние пласты полигонов.

В настоящее время досточно большие территории городов располагаются на старых свалках отходов. По истечении какого-то времени полигон становится частью окружающей среды – очень загрязненной частью окружающей среды. Если информационные системы будущего будут работать так же, как они работают сейчас, то информация о прежних участках полигонов будут храниться необходимые сотни или тысячи лет, однако, по сути, никто не будет ею владеть.

Возможно, что эти чрезвычайно загрязненные участки окружающей среды будут продолжать медленно абсорбироваться в окружающую среду до тех пор, пока не произойдут крупные геологические события. В конечном итоге в северной части Европы может случиться так, что новый Ледниковый период приведет к размыву бывших полигонов льдом, а их содержимое, например, тяжелые металлы распространятся по более протяженным территориям.

**Таблица 16 Типичные диапазоны значений веществ, наблюдаемых в составе фильтрата, образующегося на полигонах ТБО (все значения приведены в мг/л фильтрата, за исключением pH и проводимости).<sup>6</sup>**

	<b>Низкий</b>	<b>Высокий</b>
Проводимость (µS/cm)	2,500	35,000
SS	200	60,000
<b>Органические вещества:</b>		
ТОС (общий органический углерод)	30	29,000
БПК 5	20	57,000
COD (химическая потребность в кислороде)	140	152,000
Органический азот	14	2,500
<b>Неорганические макрокомпоненты:</b>		
Общий фосфор	0.1	23

<sup>6</sup> Приложения к заключительному отчету Европейского Союза «Экономический анализ вариантов управления биоразлагающимися муниципальными отходами, Eunomia Research & Consulting, ZREU, LDK, HDRA Consultants and Scuola Agraria del Parco di Monza (для ECOTEC Research & Consulting)

Хлорид	150	4,500
Сульфат	8	7,750
Карбонат водорода	610	7,320
Натрий	70	7,700
Калий	50	3,700
NH4-N	50	2,200
Кальций	10	7,200
Магний	30	15,000
Железо	3	5,500
Марганец	0.03	1,400
Кремний	4	70
<b>Тяжелые металлы:</b>		
As	0.01	1
Cd	0.0001	0.4
Cr	0.02	1.5
Co	0.005	1.5
Cu	0.005	10
Pb	0.001	5
Hg	0.00005	0.16
Ni	0.015	13
Zn	0.03	1,000

*Источник: Диапазоны значений взяты из данных наблюдений, описанных в иностранной литературе, касающейся полигонов ТБО (из Christensen et al, 1994, в COWI 2000 г.).*

**Таблица 17 Типичные диапазоны значений наиболее часто встречаемых особых органических соединений, содержащихся в фильтрате полигонов ТБО (все значения приведены в мг/л фильтрата)<sup>7</sup>**

Мг/л	Низкий	Высокий
<b>Ароматические углеводороды:</b>		
Бензол	1	1,630
Толуол	1	12,300
Ксилол	4	3,500
Этилбензол	1	1,280
Триметилбензол	4	250
Нафталин	0.1	260
Диэтилфталат	10	660
Фталан ди-н-бутила	5	15
Бутил-бензол-фталат	5.1	8
<b>Хлорированные углеводороды:</b>		
Хлорбензол	0.1	110
1,2-дихлорбензол	0.1	32
1,4-дихлорбензол	0.1	16
1,1-дихлорэтан	0.6	46
1,2-дихлорэтан		<6
1,1,1-трихлорэтан	0.1	3,810
Транс -1,2-дихлорэтилен	1.6	88
Цис -1,2-дихлорэтилен	1.4	470
Трихлорэтилен	0.7	750
Тетрахлорэтилен	0.1	250
Метилхлорид	1	64
Хлороформ	1	70
Четыреххлористый углерод	4	9

<sup>7</sup> Приложения к заключительному отчету Европейского Союза «Экономический анализ вариантов управления биоразлагающимися муниципальными отходами, Eunomia Research & Consulting, ZREU, LDK, HDRA Consultants and Scuola Agraria del Parco di Monza (для ECOTEC Research & Consulting)

<b>Фенолы:</b>		
Фенол	1	1,200
Этилфенолы		<300
Креозол	1	2,100
<b>Пестициды:</b>		
МССР*	2	90
2,4-D*	1	5
<b>Другие:</b>		
Ацетон	6	4,400
Тетрагидрофуран	9	430
Метилэтилкетон	110	6,600
Фосфат три-н-бутила	1.2	360
Триэтилфосфат	1	5
Камфора		Обнаружена
Фенхон	20	34

\*Примечание: 2,4-D = 2,4-дихлорофеноксиуксусная кислота; МССР = 2-(2-метил-4-хлорфенокси) пропионовая кислота

*Источник: В основе приводимых выше диапазонов лежат данные наблюдений на 17 участках (из Кристенсен и др. (Christensen et al), 1994 г. в COWI 2000 г.).*

### 3.4 Загрязнение подземных вод и ликвидация последствий<sup>8</sup>

Основной целью является предупреждение и ограничение уровня проникновения загрязняющих веществ в подземные воды, а также предотвращение загрязнения принимающих сред, связанных с подземными водами, таких как экосистемы поверхностных вод или влажных земель, состояние которых зависит от состояния подземных вод. Речь, кроме того, идет о предупреждении чрезмерно интенсивной подготовки воды при ее отведении для нужд потребления человека. В соответствии с положениями Европейского рамочного соглашения по водным ресурсам, ярко выраженная и устойчивая тенденция роста концентрации загрязняющих веществ должна быть устранена. Помимо этого, указанное соглашение предусматривает необходимость предупреждения ущерба, наносимого принимающим средам, вследствие изменения уровня подземных вод.

#### 3.4.1 Подготовка концептуальной модели

В данном разделе рассматривается разработка и понимание фундаментальных моментов, касающихся полигона и его окружения, т.е. идет речь о концептуальной модели полигона. Концептуальная модель предусматривает разработку проекта полигона, описание процедур строительства и эксплуатации полигона, базовых природных условий, а также определение как возможных источников и путей загрязнения, так и принимающих сред и процессов, которые могут иметь место в ходе реализации цепочки источник загрязнения - путь - принимающая среда.

Разработка концептуальной модели представляется важным моментом, поскольку она подводит фундамент под выполнение оценки рисков. Оценка рисков позволяет изучить, проанализировать и откорректировать концептуальную модель при появлении новой информации или совершенствовании понимания работы всей системы.

<sup>8</sup> Некоторая информация, представленная в данном разделе, взята из предварительных технических рекомендаций Агентства по защите окружающей среды Шотландии, касающихся оценке гидрогеологических рисков, возникающих на полигонах, и отклонений от контрольных и предельно допустимых уровней, Редакция 1.05.

Представляется возможным выделить три этапа разработки концептуальной модели полигона:

- теоретический анализ и рекогносцировочное исследование участка, за которыми следует предварительный этап подготовки концептуальной модели;
- геодезические и геологические изыскания на площадке, которые могут потребоваться в целях тестирования и доработки предварительно подготовленной модели и
- мониторинг состояния окружающей среды, необходимый для подтверждения эффективности модели.

Ниже приводится более детальная информация по данным этапам разработки концептуальной модели.

### **3.4.1.1 Теоретические исследования**

Теоретические исследования должны начинаться с рассмотрения типа площадки, отводимой под полигон, в частности с определения желаемого типа фильтрата, который будет образовываться на полигоне. В целях анализа данного исходного момента, необходимо изучить результаты предварительных геологических изысканий (при наличии существующих площадок). При этом следует уделить должное внимание проектированию полигона, а также процедурам удержания фильтратов и их сбора посредством использования соответствующих систем.

При создании модели для уже эксплуатируемых площадок, необходимо получить достоверную информацию о типах фильтратов и отходов, размещаемых на полигоне. Для площадок, еще не введенных в эксплуатацию, отправным моментом могут стать данные по планируемым к размещению типам отходов, а также документация научно-исследовательского характера. В качестве альтернативы можно предложить изучение данных по типам фильтратов, регистрируемых на аналогичных полигонах. Следует напомнить, что там, где это представляется возможным, необходимо выполнить анализ репрезентативного образца фильтрата и изучить характерный для данной зоны поток отходов.

После анализа исходных данных и условий окружающей среды необходимо изучить возможное перемещение загрязняющих веществ за пределы полигона. Данная работа осуществляется с учетом физико-химических особенностей фильтрата, геологических и гидрогеологических особенностей участка, а также процедур локализации загрязняющих веществ и соответствующих инженерно-технических сооружений.

В плоскости анализа физико-химических характеристик фильтрата необходимо рассмотреть:

- смешиваемость/растворимость в воде
- параметры сорбции пластов в пределах ненасыщенных и насыщенных зон
- особенности разложения с учетом специфических условий площадки.
- С сфере геологических и гидрогеологических особенностей участка подлежат изучению следующие моменты:
  - характер, толщина и глубина залегания определенных грунтов и наносных пластов;
  - наличие или отсутствие выработок минеральных ископаемых;
  - наиболее вероятные маршруты тока жидкостей;

- влагопроводность / эффективная пористость / объем водоносного горизонта;
- механизм преобладающего тока;
- местоположение, ориентация в пространстве и плотность любой трещины;
- градиент гидравлического давления;
- уровень подземных вод, включая его изменения, например, сезонные;
- любые прогнозируемые изменения гидрогеологической системы, например, отступление грунтовых вод;
- направление тока подземных вод;
- качество подземных вод;
- определение исторически сложившегося уровня загрязнения;
- определение принимающих сред и уровня их чувствительности, например подземных вод, потребляемой воды или поверхностных вод, которые с гидравлической точки зрения связаны с подземными водами;
- способности сред к самовосстановлению, например, возможности катионообменной системы и содержание органического углерода. Если указанные параметры учитывались, они должны получить численное выражение путем проведения специфических исследований материалов на площадке полигона.

Важные данные могут быть взяты из следующих источников:

- геологические карты, которые может предоставить региональный Институт геологии;
- местные власти могут предоставить информацию относительно водоснабжения в частном секторе;
- региональный Институт геологии может предоставить данные по водоснабжению в государственном секторе;
- информация по скважинам может быть получена в региональном Институте геологии;
- метеорологические данные;
- Управление экологии располагает данными по природоохранным территориям.

По окончании теоретических исследований заявитель должен изложить свой замысел сооружения полигона в увязке со спецификой окружающей среды с использованием концептуальной модели площадки. Данная модель будет использоваться в процессе определения неточностей расчетов элементов системы и позволит установить объем и характер последующих изысканий на участке полигона.

### **3.4.1.2 Геодезические и геологические изыскания на площадке**

Разработанная на этапе теоретических исследований концептуальная модель позволяет определить потребности в дополнительной информации, получаемой в ходе изысканий на площадке полигона. основополагающим моментом является разработка адекватной стратегии изысканий на участке. Такая стратегия должна быть направлена на получение всех необходимых дополнительных данных, которые позволят доработать модель в целях подтверждения ее эффективности. Указанные

изыскания должны быть основаны на ясном понимании предлагаемых работ; осмысленная работа в полевых условиях дает возможность откорректировать концептуальную модель и максимально увеличить ценность получаемых на модели данных.

Геологические изыскания на участке предусматривают выполнение следующих работ:



- Выполнение скважин для изучения фильтратов (существующие площадки для размещения отходов). Важно, чтобы выполнялась четкая регистрация данных и фиксировались направления тока фильтратов. Точки бурения должны быть четко продуманы. Следует контролировать выполнение работ с тем, чтобы не допустить нарушения целостности системы изолирующих слоев площадки. Рекомендуется подготовить план работ, выполняемых в случае возникновения аварийных ситуаций.
- Лабораторные испытания грунтов и скальных пород выполняются в целях определения способностей среды к восстановлению. При этом устанавливается коэффициент распределения, параметры катионообменной системы и содержание органического углерода. Помимо этого, могут подвергаться испытаниям некоторые материалы в целях определения возможных параметров нарушенного минерального изолирующего слоя.
- Мониторинг фильтратов осуществляется в целях определения их объема и характера.
- Выполнение скважин и геофизических исследований осуществляется в целях получения геологической и гидрогеологической информации. В процессе осуществления каротажа скважин фиксируется толщина и природа геологических слоев, направление тока воды, конструктивные особенности скважин, например, положение перфорированного экрана. Проектные характеристики скважин должны позволять отбирать репрезентативные пробы с каждого горизонта. Обычно следует избегать наличия большого количества пьезометров, которое может нарушить эффективную изоляцию различных горизонтов. По этой причине рекомендуется выполнять отдельные скважины большой и малой глубины. Должное внимание следует уделить предупреждению взаимного загрязнения горизонтов вследствие применения неадекватных технологий бурения. В целях определения пористости, проницаемости грунтов и т.д. может выполняться отбор кернов.
- Мониторинг подземных, поверхностных вод и фильтратов позволяет получить информацию об уровнях подземных вод, включая их колебания, о качестве и расходе воды. Как правило, мониторинг осуществляется регулярно в течение года, что дает возможность учитывать сезонные колебания, необходимые для последующей доработки проекта полигона. В некоторых случаях, когда на участке проектируемого полигона наблюдаются критические колебания уровня воды, может стать целесообразным предусмотреть наличие устройств постоянного контроля уровня воды.
- Гидравлические испытания скважин необходимы для оценки влагопроводности водоносных горизонтов.
- Для определения геологических условий могут оказаться полезными геофизические испытания (выполняются по скважине с использованием неинтрузивных методов).
- В некоторых случаях ценные данные о расходах воды и направлениях ее тока могут предоставить исследования с использованием окрашенных жидкостей.

### **3.4.1.3 Мониторинг**

Осуществление мониторинга необходимо в целях определения базовых условий и получения информации, необходимой для подтверждения достоверности концептуальной модели, а также оценки воздействия полигона на окружающую среду в процессе эксплуатации и после его закрытия. В нижеследующих разделах

представлена информация об отклонениях от контрольных и предельно допустимых уровней.

### **3.4.2 Оценка рисков**

По окончании разработки концептуальной модели необходимо выполнить оценку рисков, что позволит установить степень воздействия полигона на состояние окружающих водных объектов и его соответствие требованиям нормативно-правовых актов.

#### **3.4.2.1 Простая или комплексная оценка риска?**

Характер оценки рисков должен определяться в соответствии с тем воздействием, которое может оказать полигон на окружающую среду. Простая оценка риска предусматривает выполнение количественных расчетов с использованием детерминистического подхода на основании гипотез с завышенными погрешностями. Такой метод оценки обычно используется при исследовании участков, характеризующихся низким уровнем риска негативного воздействия на окружающую среду (например, полигоны для инертных отходов). Комплексная оценка рисков используется, как правило, для расчета большинства полигонов, принимающих опасные и неопасные отходы. Такая оценка риска предполагает выполнение количественного анализа с применением стохастических приемов исследования. Решение о применении того или иного способа оценки рисков принимается совместно со специалистами в области гидрогеологии.

#### **3.4.2.2 Точки определения соответствия нормам**

В соответствии с положениями нормативов качества подземных вод, не допускается попадание в них веществ, оговоренных в списке I, и их загрязнение веществами, фигурирующими в списке II. С тем чтобы оценить риски в плоскости вышеуказанных требований, необходимо установить точки определения соответствия предельно допустимому уровню и пределы воздействия на окружающую среду.

##### **3.4.2.2.1 Вещества, фигурирующие в списке I**

Для веществ списка I точкой определения соответствия требованиям является точка проникновения в подземные воды, т.е. основание ненасыщенного пласта. Точкой осуществления мониторинга (вещества списка I), т.е. точкой определения соответствия предельно допустимому уровню, как правило, является скважина(ы) непосредственно прилегающая(ие) к полигону. Полигон должен быть спроектирован таким образом, чтобы не допускалось проникновение веществ, оговоренных в списке I, в подземные воды, а аварийной квалифицировалась ситуация, когда концентрация загрязняющего вещества превышает предельно допустимый уровень.

x Список семей и групп веществ I

В список I включены вещества, относящиеся к семьям и группам нижеуказанных веществ, за исключением тех, которые не фигурируют в списке I по причине их слабой токсичности, устойчивости и способности к накоплению в биологических организмах.

Малотоксичные, неустойчивые и слабо накапливающиеся в биологических организмах вещества включены в список II.

1. Галогенорганические соединения и вещества, которые могут привести к образованию таких соединений в водной среде.
2. Фосфорорганические соединения.
3. Соединения, содержание органическое олово.
4. Вещества, имеющие в водной среде или приобретающие посредством таковой канцерогенные, мутагенные или тератогенные свойства (*Поскольку некоторые вещества из списка II также являются канцерогенными, мутагенными или тератогенными, они включены в пункт 4 настоящего списка*).
5. Ртуть и ее соединения.
6. Кадмий и его соединения.
7. Минеральные масла и углеводороды.
8. Цианы.

#### **3.4.2.2.2 Вещества, фигурирующие в списке II**

В соответствии с положениями нормативов качества подземных вод, не допускается их загрязнение веществами оговоренными в списке II. Точкой определения соответствия предельно допустимому уровню (вещества списка II) является контролируемая скважина, расположенная у края полигона. при этом следует учитывать уровень растворения и разжижения.

Необходимо отметить, что слабо проницаемые водоносные горизонты зачастую являются важным источником водоснабжения мелкий частных предприятий и могут обеспечивать базисный сток поверхностных водных объектов. Не исключено, что такие структуры в соответствии с положениями рамочного Соглашения по водным ресурсам могут классифицироваться как подземные водные объекты, поскольку многие из таких водоносных горизонтов способны давать в среднем более 10 м<sup>3</sup> воды в сутки или обеспечивать водоснабжение более 50 человек. В связи с этим в ходе определения точек контрольных замеров весьма важно учитывать потенциал водных ресурсов таких пластов, как имеющийся так и прогнозируемый на будущее.

##### ▪ Список семей и групп веществ II

В список II включены следующие вещества, а также группы веществ, которые могут оказать негативное воздействие на состояние подземных вод:

##### **1. Металлоиды и следующие металлы, а также их соединения:**

- 1) цинк;
- 2) медь;
- 3) никель;
- 4) хром;
- 5) свинец;
- 6) селен;
- 7) мышьяк;
- 8) сурьма;

- 9) молибден;
- 10) титан;
- 11) олово;
- 12) барий;
- 13) бериллий;
- 14) бор;
- 15) уран;
- 16) ванадий;
- 17) кобальт;
- 18) таллий;
- 19) теллур;
- 20) серебро.

2. Бициды и их производные, не включенные в список I.
3. Вещества, оказывающие вредное воздействие на вкус и /или запах подземных вод, а также соединения, которые могут привести к образованию таких веществ в воде, сделав их не пригодными к потреблению человеком.
4. Соединения, содержащие органический кремний, или устойчивые соединения, а также вещества, которые могут привести к образованию таких соединений в воде, за исключением биологически безопасных веществ или веществ быстро превращаемых в таковые в водной среде.
5. Неорганические соединения фосфора и элементарный фосфор.
6. Фториды.
7. Гидрат окиси аммония и нитриты.

### **3.4.2.3 Определение предельного уровня воздействия на окружающую среду**

Существует большое количество классификаций водных объектов и стандартов качества воды, устанавливаемых нормативно-правовыми документами, которые оговаривают индикаторы и допустимые концентрации веществ, превышение которых сопряжено с нанесением ущерба окружающей среде, например, ПДК и стандарты качества питьевой воды. Такие классификации и стандарты основаны на четкой научной оценке и по этой причине должны учитываться при оценке уровня загрязнения окружающей среды. В настоящее время аналогичные стандарты по подземным водам отсутствуют. До тех пор, пока не будут установлены стандарты для подземных вод, в процессе определения предельно допустимого воздействия на окружающую среду (ПВОС) необходимо использовать существующие нормы качества и основополагающие характеристики химического состава воды. В случае отсутствия ПДК некоторого вещества предполагается, что рабочий стандарт будет рассчитан с применением соответствующей методики. Если нормируемые показатели качества воды применимы к определенному участку, то в качестве соответствующего уровня ПВОС должно приниматься самое строгое из существующих нормативных значений по данному типу загрязняющего вещества. Тем не менее, следует помнить о том, что не всегда представится возможным непосредственно перенести стандарты качества воды на показатель ПВОС. Например, в некоторых ситуациях базовый (фоновый) показатель качества подземных вод может быть естественным образом ниже наиболее жесткого нормируемого показателя качества воды. В таких случаях уровень ПВОС должен

определяться с учетом базовых показателей химического состава подземных вод. Например, если концентрация железа в подземных водах оказывается выше, то возможно принять показатель ПВОС по железу на уровне фонового загрязнения, а не на уровне стандартов качества питьевой воды или ПДК.

Тем не менее, едва ли можно согласиться с возможностью сброса в окружающую среду иных загрязняющих веществ высокой концентрации, например, со сбросом хлорида в подземные воды, что может привести к тому, что концентрация превысит ПДК или нормируемый показатель качества питьевой воды, за исключением тех случаев, когда концентрация оказывается, сама по себе, высокой естественным образом.

В рамочном Соглашении по подземным водам оговорена необходимость защиты всех подземных водных объектов, их восстановления, а также наращивания их потенциала в целях улучшения их состояния. Кроме того, устойчивая тенденция к завышению концентрации загрязняющих веществ в подземных водах должна быть устранена. Если, вследствие антропогенного воздействия на окружающую среду, фоновые показатели качества подземных вод оказываются ниже наиболее строгих стандартов качества воды, уровень ПВОС должен определяться на основании того требования, что строительство и эксплуатация полигона не должна препятствовать повышению качества подземных вод, а также не должна вести к их загрязнению в дальнейшем. Поэтому наличие загрязненных подземных вод, например, в случае исторически сложившегося на полигоне загрязнения, не является оправданием для продолжения сброса загрязняющих веществ.

Фоновые концентрации некоторых веществ (например, хлоридов) в подземных водах могут быть значительно ниже всех применяемых стандартов качества воды. В таком случае может стать неприемлемым ухудшение качества подземных вод с доведением концентраций до нормируемого уровня стандартов качества воды. Показатель ПВОС может приниматься на уровне средней величины между фоновым показателем и стандартом качества воды.

#### **3.4.2.4 Методы выполнения оценки рисков**

Используемый метод оценки риска должен быть применим к изучаемому участку. При этом существующие условия на площадке должны отражать параметры концептуальной модели, в соответствии с которой определяется метод выполнения оценки. Какой бы метод не применялся, моделирование должно охватывать полный цикл "жизни" площадки, начиная с момента сооружения полигона до его вывода из эксплуатации. Таким образом, исходные параметры, которые характерны для одного этапа использования участка, могут оказаться несущественными для другого этапа. Кроме того, численные значения, используемые при любом моделировании, должны, насколько это возможно, подкрепляться данными полученными в полевых условиях, например показатели влагопроводности, распределение соотношений грунт-вода и степень разложения.

#### **3.4.3 Устранение последствий загрязнения**

Устранение последствий загрязнения водоносных горизонтов является весьма сложной задачей. Уровень загрязнения может оцениваться отношением стока в подземные воды загрязняющих веществ и расходом воды в водоносном горизонте. Если расход составляет 1 млн. м<sup>3</sup>/год при ежегодном сбросе 1 кг загрязняющих веществ, среднегодовой показатель загрязнения будет равен 1 мг/кг. Расход (сброс)

загрязняющего вещества является единственным параметром, который представляется возможным получить. В первую очередь необходимо убедиться в отсутствии притока вода на территорию полигона: выполнение изолирующих слоев из глины и геомембраны. Если это оказывается недостаточно, то следует усилить непроницаемость основания полигона путем нагнетания бентонита. Наряду с этим необходимо усовершенствовать систему сбора фильтрата: дренирование и отвод фильтратов.

### **3.5 Загрязнение поверхностных вод и ликвидация последствий**

Данная проблема свойственна полигонам, сооруженным на участках с некоторым уклоном. Кроме того, она возникает вследствие накопления воды на естественных грунтах (полигон с насыпью в виде кургана). Фильтрат легко находит путь и свободно перемещается по поверхности. Могут наблюдаться небольшие ручейки или лужицы фильтрата. Очевидно, что эти ручейки стекут в другие поверхностные водные объекты. Основной проблемой (при наличии на полигоне исключительно бытовых отходов) является показатель ХПК фильтрата (часто выше 2000 мг/л), который может связать весь растворенный  $O_2$  ( $<10$  мг/л), что может привести к асфиксии поверхностных вод.

Однако, представляется несложным локализовать фильтрат и изолировать его в водонепроницаемом отстойнике в целях дальнейшей очистки и возврата в окружающую среду.

Следует обратить внимание на площадки для размещения отходов, устроенные непосредственно на влажных грунтах или болотистых участках. В таких случаях единственным способом избежать пагубных последствий является перенос отходов на экологически безопасный полигон.

### **3.6 Загрязнение воздуха**

#### **3.6.1 Введение**

Разложение органических веществ, вызываемое биологическими процессами, протекающими в отходах, сопровождается выделением разного рода газов и испарений, известных под общим названием биогаз.

Газ связан с риском, в частности, риском возникновения пожара или взрывов. Для минимизации этих рисков при проектировании и эксплуатации полигонов должны быть приняты соответствующие меры. В некоторых случаях газ может образовываться в таких количествах, что стоит задуматься о его сборе и использовании в качестве топлива. В данной главе дается краткое описание производства и состава биогаза, а также экологических проблем, которые он создает, а также различных аспектов проектирования участка, относящихся к контролю перемещения газа по полигону. Говорится также о возможностях использования биогаза в качестве топлива. Тем не менее, контроль и использование биогаза затрагивают многие аспекты, требующие специального рассмотрения. Среди таковых: правовые аспекты, здоровье и безопасность работы персонала, выбор и проектирование объекта и оборудования, требования к мониторингу.

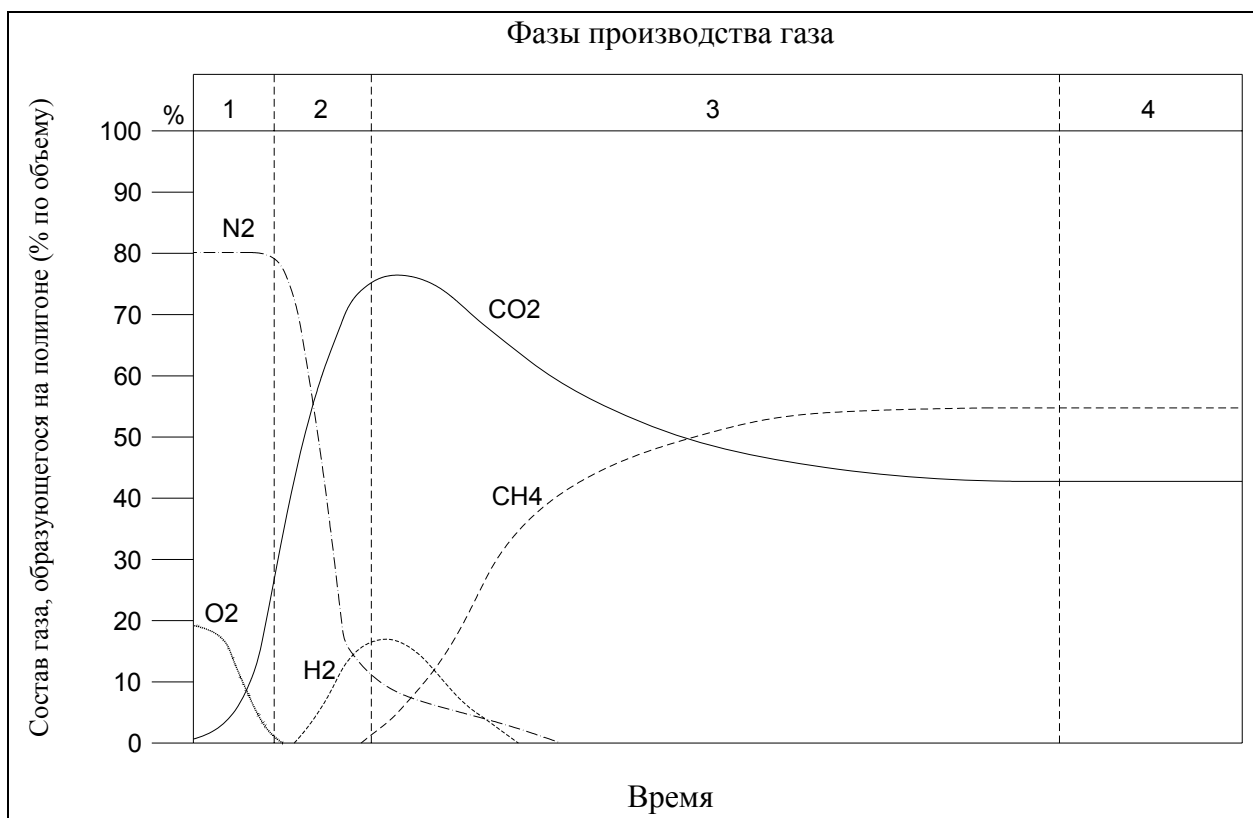
Скорость образования биогаза зависит от нескольких факторов. Важное значение имеет содержание влаги в отходах, поскольку повышенная влажность ускоряет

разложение и, следовательно, образование газа. Процесс разложения является сложным и, как правило, анаэробным. Оптимальные условия для анаэробного перегнивания обычно создаются в ненасыщенных отходах, содержание влаги в которых превышает 40%. Приводящий к образованию бактерий метан может выживать только при очень ограниченном круге значений pH, оптимальный диапазон которых для образования метана составляет от 6.4 до 7.4 pH. Наиболее благоприятная для анаэробного разложения температура составляет 29°C - 37°C. После захоронения отходов кислород, содержащийся в захваченном воздухе, быстро расходуется. Любое дальнейшее поступление воздуха, которое затормозило бы образование метана, по всей вероятности, будет минимальным, за исключением тех случаев, когда чрезмерное извлечение биогаза приводит к поступлению воздуха. Рециркуляция фильтрата также неспособна обеспечить достаточное количество кислорода, который бы воспрепятствовал образованию газа. В конечном итоге, совместное захоронение отходов с бытовыми отходами может повлиять на скорость образования газа. Некоторые промышленные отходы могут препятствовать производству газа за счет снижения эффективности микробных процессов. С другой стороны, совместное захоронение отходов, имеющих высокое содержание перегноя, может привести к увеличению скорости образования газа.

### **Состав биогаза**

Биологическое и биохимическое разложение отходов происходит в течение нескольких лет. За это время в характере и количестве образующегося газа происходят значительные изменения. Эти изменения отражены на *Граф. 2*. Изначально воздух, оказавшийся в складированных отходах, быстро замещается диоксидом углерода и водородом. Образование водорода, концентрации которого могут достигать около 20% объема всего газа, обычно происходит в течение первых нескольких месяцев.

**Граф. 2 Полигон, состав газов (% к объему)**



Обычно по прошествии 6-12 месяцев после захоронения начинает образовываться большое количество метана. Содержание метана постепенно увеличивается до тех пор, пока не достигнет около 65% биогаза. При этом содержание диоксида углерода соответственно уменьшается. После того, как содержание метана достигнет своей максимальной величины, смесь метана и диоксида углерода будет продолжать эволюционировать в течение нескольких лет. Трудно определить временные рамки эволюции этих газов или же период, в течение которого они будут образовываться. Тем не менее, можно предполагать, что на крупных и глубоких полигонах метан будет выделяться на протяжении более 10 лет, пока не достигнет своей максимальной концентрации. Для менее глубоких полигонов этот период будет меньшим и, возможно, еще более меньшим, если на протяжении длительного периода времени будет поддерживаться анаэробная среда.

В биогазе, образующемся на полигонах бытовых отходов, выявлено большое количество мелких составляющих в низких концентрациях. Некоторые из этих составляющих часто связаны с запахами, ассоциируемыми с газом, однако едва ли они представляют опасность для здоровья. Сероводород вряд ли может заметно повлиять на запах биогаза, за исключением тех случаев, когда присутствуют высокие концентрации серо-содержащих отходов. В присутствии бытовых отходов сульфатосодержащие шламы приводили к образованию сероводорода, который обладает сильным запахом и является токсичным.

Запахи, вызываемые биогазом, отличаются от запахом фильтрата, поскольку запах последних обусловлен карбоновыми кислотами, содержание которых в газе не может быть высоким.



### **Экологические проблемы, связанные с образованием биогаза**

Проблемы, связанные с биогазом, можно разбить на следующие категории:

- (а) взрывы или пожары, возникающие в связи с концентрацией газа на ограниченной территории, например, в зданиях, дренажных галереях, люках, коробах, находящихся на или рядом с полигоном;
- (б) удушье людей, входящих в дренажные галереи, траншеи или люки, находящиеся на территории полигона;
- (в) при выходе на поверхность через разломы или трещины биогаз может воспламениться, создав угрозу возникновения пожара на свалке;
- (г) губительное воздействие на культуры или растительность, находящиеся на полигоне или прилегающей территории;
- (д) риск для здоровья человека, вызываемый выделяемыми газами; и
- (е) проблема неприятных ощущений, в особенности запах.

Результаты последних исследований явно свидетельствуют об увеличении числа аварийных ситуаций, связанных с биогазом. Тем не менее, по состоянию на настоящий день, зарегистрировано лишь небольшое количество серьезных инцидентов.

Биогаз также является причиной ущерба, наносимого растительности, особенно на восстановленных полигонах. Метан вытесняет нормальную почвенную атмосферу и препятствует распространению кислорода из воздуха в почву, в результате чего почва остается без кислорода. Росту растений могут также препятствовать фитотоксичные соединения.

Биогаз разжижается над участком обычно после образования с воздухом тысячи и более миллиона колец. Несмотря на то, что в биогазе могут присутствовать несколько органических соединений в значительных концентрациях, они также разжижаются в нескольких порядках величины ниже любого порога токсичности, и несмотря на это, могут все-таки иметь запах при выбросе в атмосферу. Измерения металлов в качестве летучих производных или в сыпучих веществах показали, что их содержание как на полигонах ТБО, так и на промышленных полигонах является очень низким. Необходимо, однако, заметить, что на полигонах, принимающих трудные отходы, следует заботиться о том, чтобы в результате смешения несовместимых отходов не образовывались токсичные газы.

Исходящие с полигона запахи могут быть причиной серьезных неудобств, поскольку разжижение, необходимое для устранения запаха, возможно не при всех погодных условиях. Среди потенциальных источников запаха – мокрые отходы, которым частично разлагающиеся до захоронения, или большие газовые отверстия, из которых газ выходит непосредственно в атмосферу. Минимальное нарушение покоя и мелко гранулированный покрывающий материал способствуют устранению неприятных запахов.

### **3.6.2 Неприятные запахи**

Неприятные запахи издавна являются основной причиной жалоб жителей районов, прилегающих к свалкам. Наряду с этим отмечают отдельные опасения относительно их вреда для здоровья человека, даже, несмотря на очень низкие концентрации дурно пахнущих веществ.

Это отрицательное воздействие не является постоянно действующим фактором, а оказывается связанным с периодами, характеризующимися очень слабым ветром

при стабильности атмосферных масс, что встречается в частности в утренние и вечерние часы в определенное время года. Это негативное воздействие оказывается в этом время крайне неприятным, так как оно совпадает по времени с теми моментами, когда у людей возникает желание в полной мере насладиться пребыванием на веранде или в саду.

Такая ситуация служит постоянным источником жалоб и является основной причиной, которая тормозит расширение уже имеющихся площадей для размещения отходов и открытие новых полигонов. Однако, данная ситуация, судя по всему, не достаточно принимается во внимание многочисленными представителями инспекций классифицированных объектов, в частности, по причине ее субъективного и временного характера, а также поскольку моменты инспекторских проверок не всегда являются наиболее удачными для констатации этого негативного воздействия.

Между тем имеются способы существенного ограничения подобного негативного воздействия; к ним, например, относятся:

- сокращение эксплуатируемых площадей;
- достаточно частая и эффективная засыпка отходов (в течение дня, когда метеоусловия не гарантируют достаточного уровня рассеивания);
- функционирующая должным образом система удаления фильтратов;
- соответствие мощности установок для сжигания газа на факелах объемам образуемого биогаза, в частности, в начальный период эксплуатации полигона;
- отказ от приема на полигон отходов, уровень разложения которых вызывает проблемы, в связи с неприятным запахом, возникающим уже в момент открытия контейнеров.

### **3.6.3 Парниковый эффект**

#### **3.6.3.1 Выбросы в атмосферу<sup>9</sup>**

Считается, что выбросы в атмосферу, характерные для полигона, связаны с образованием биогаза (БГ). Здесь не рассматриваются летучие выбросы образующейся в воздухе пыли, обусловленной проведением в ходе эксплуатации полигона разного рода работ. В некоторых исследованиях учитываются выбросы, образующиеся в ходе проведения на полигоне строительно-инженерных работ. Однако по сравнению с общим уровнем выбросов на современных крупных полигонах их уровень низок (см. Грегори и др., 2000 г.). С другой стороны, такие выбросы действительно имеют место на более ранней стадии, поэтому для тех, кто их игнорирует, необходимо заметить, что, по сути, с точки зрения экономической перспективы, возможно, что они приобретут более важное значение.

Если рассматривать тонну захороненных остаточных муниципальных отходов, можно сказать, что по истечении какого-то времени, как только материал начнет разлагаться, можно будет наблюдать выбросы. У разных фракций отходов – разная скорость разложения. Как правило, моделирование динамики выбросов производится посредством рассмотрения функций гниения первого порядка с учетом того, что для разных материалов характерны разные временные константы

<sup>9</sup> Приложения к заключительному отчету Европейского Союза «Экономический анализ вариантов управления биоразлагающимися муниципальными отходами, Eunomia Research & Consulting, ZREU, LDK, HDRA Consultants and Scuola Agraria del Parco di Monza (для ECOTEC Research & Consulting)

темпов разложения. Таким образом, в данном анализе используются следующие уравнения:

$$\text{Выбросы} = \sum \text{DOC} * \text{FCD} * e^{-kt}$$

Где DOC – разлагающаяся фракция органического углерода, FCD - фракция неоднородного органического углерода, а k – особая временная константа материала, руководящая кинетикой гниения.

В данной работе мы затронули вопросы гниения материалов, используя для характеристики функций гниения приводимые ниже параметры (Будучи связанными с процессом гниения, выбросы метана происходят в определенные годы. Точно указать эти периоды мы не можем, поскольку, как известно, образование различных газов на полигонах меняется, в зависимости от времени. Кроме того, метаногенические процессы начинаются не сразу. Тем не менее, мы пытаемся обратить внимание на то, что в данном анализе временные рамки учитываются. Поэтому при приближении первого порядка в рамках существующих знаний модель должна работать на приемлемом уровне).

**Таблица 18 Параметры функций гниения первого порядка, используемые при моделировании выбросов газов с полигона**

Используемые моделью факторы	k	Разлагающийся органический углерод	Фракция неоднородного органического углерода
Бумага	0.03	40%	35%
Текстиль	0.03	20%	30%
Разные горючие вещества	0.03	28%	35%
Кухонные отходы	0.2	12%	75%
Садовые отходы	0.1	22%	50%
Средняя загниваемость		19%	64%
Тонкие фракции (отсев)	0.06	9%	60%
Дерево	0.03	28%	35%

*Источник: Данные основаны на данных обзора, подготовленного IPPC (i.d.) и АЕА (2001 г.). Приводятся преимущественно данные АЕА, за исключением фракции органического углерода в бумаге (даны значения IPPC). Что касается кухонных и садовых отходов, фракции разлагающегося органического углерода были несколько снижены с тем, чтобы отразить расчетное содержание углерода для данных типов отходов. Что касается садовых отходов, данные могут меняться, в зависимости от сезонных изменений.*

В нашем исследовании, мы исходим из того, что биогаз – это всегда (для каждого компонента и года) 50% всего образующегося на полигоне газа. Выбросы «сырого» метана и диоксида углерода трансформируются в выбросы в атмосферу, при этом используются следующие (переменные) параметры:

- Процент собираемого газа в целом;
- Процент несобранного метана, который окисляется (превращаясь в диоксид углерода) в фильтрате и верхнем слое полигона;
- Процент собранного метана, используемого для генерирования энергии (остаток сжигается посредством применения специального оборудования);

Ясно, что данный подход не лишен погрешностей и не точно отражает реальное положение дел. Однако при оценке влияния особых фракций отходов и попытке

включения динамики образования биогаза ведутся споры о том, лучше ли данный подход ранее предпринимавшихся попыток моделирования ущерба, наносимого окружающей среде выбросами с полигона.

Данный подход имеет следующие принципиальные преимущества:

- Имеется возможность оценки влияния различных «учетный ставок» (имеется в виду различный единичный ущерб для газов, приводящих к парниковому эффекту как с абсолютной, так и с относительной точек зрения) на внешние расчеты; и
- Также имеется возможность оценки эффекта изменения состава захораниваемых материалов.

Для оценки используются как данные о доле выбросов метана в атмосферу, так и выбросов собираемого метана, а также выбросы различных попутных газов за рассматриваемый год. При этом используется соответствующий состав газов, приводимых ниже. Применяемая при этом методика направлена на нормализацию концентраций (по весу) таким образом, что:

- При выбросах CO<sub>2</sub> (88/16) (относительный вес диоксида углерода по отношению к собранному метану, исходя из предположения о том, что половина газа – это диоксид углерода) вес попутных газов, ассоциирующихся с сжиганием / генерированием энергии, подсчитывается умножением на количество газа, собранного для сжигания / генерирования энергии; и
- При выбросах CH<sub>4</sub>, установленных на уровне 1, в случае отсутствия сбора биогаза, относительные выбросы других газов в несобранном биогазе рассчитываются путем умножения пропорций газов в несобранном биогазе на количество несобранного метана.

Данный подход не лишен противоречий, основное из которых состоит в том, что в данных Вайта и др. (White et al) разрешаются лишь незначительные изменения в уровне окисления метана через верхний слой участка полигона. Наша модель использует этот фактор в качестве переменной. Здесь важно обратить внимание на тот факт, что окисление может произойти не только в верхнем слое полигона (обычные расчеты в литературе - 10%), но также и в фильтрате, так что весь процесс окисления метана и преобразованием его в диоксид углерода может быть гораздо более длительным, чем предполагается. В связи с этим, приводимые в *Таблица 19* данные могут показаться несколько странными, поскольку предполагается, что более 50% (по сути, 55%) неконтролируемого биогаза – это метан.

**Таблица 19 Выбросы в атмосферу, поступающие с полигона, включая образующиеся на полигонах газы и выбросы на выходе из газосжигающих установок (все данные приводятся в мг/м<sup>3</sup> биогаза)**

Мг/м <sup>3</sup>	Содержание на выходе из установок, где происходит сжигание газа	Биогаз
CH <sub>4</sub>	-	392,860
CO <sub>2</sub>	1,964,290	883,930
CO	800	13
H <sub>2</sub> S	0.033	200
HCl	12	65
HF	0.021	13
HC	60	2000
Хлорированный HC	10	35
Диоксины	0.0000008	-
PM <sub>10</sub>	4.3	-
NOx	100	-
SOx	25	-
Cd	0.0000094	0.0056
Cr	0.0000011	0.00066
Pb	0.0000085	0.0051
Hg	0.000000069	0.000041
Zn	0.00013	0.072

*Источник: из Вайт и др. (White et al) (1995 г.)*

### 3.7 Риск взрыва и распространение пожара

Бытовые отходы могут содержать легко воспламеняющиеся вещества даже после выполнения сортировки. Проблемы, главным образом, сопряжены с наличием органических остатков. В процессе их разложения выделяется метан, который, смешиваясь с другими легко воспламеняющимися газами, может привести к взрыву или воспламенению.

Биогаз может вызвать возгорание не только на поверхности, но в массе отходов при условии проникновения в их толщу воздуха. Причины возгорания могут быть различными. Может иметь место естественное повышение температуры в процессе разложения или химической реакции, в которую вступают при соприкосновении различные материалы. Причиной пожара может стать непогашенный окурок, искра, возникающая при запуске электрического или теплового мотора, а также перегрев некоторого оборудования.

Накопление некоторого объема биогаза может оказаться достаточным для взрыва и возгорания отходов. Повышение температуры отходов также может привести к взрыву биогаза. Представляется возможным выделить три типа пожаров: тление при медленном сгорании, обычно, на значительной глубине в толще отходов, вызванное самопроизвольным повышением температуры воспламеняющихся отходов; поверхностное интенсивное горение; взрыв в толще отходов по причине недостаточного уплотнения или вследствие повышения концентрации биогаза в сточных каналах. В любом случае необходимо применять соответствующие методы пожаротушения: использование воды, нагнетание инертного газа, выполнение защитных рвов... Борьба с огнем будет тем эффективнее, чем глубже будет знание особенностей площадки. В целях предупреждения возгорания необходимо совершенствовать процедуры выполнения земляных работ, владеть, по

возможности, информацией о характере размещаемых отходов и документально регистрировать все работы, выполненные на участке.

В Циркуляре от 27 июня 2003 года, подписанном совместном Министерством сельского хозяйства и Министерством защиты окружающей среды Франции, оговорены работы, призванные минимизировать указанные риски: очистка территории от кустарников в радиусе, как минимум, 50 м от площадки; установка оград; регулярная засыпка размещаемых отходов землей; установка водозаборного устройства; обеспечение свободного доступа для пожарных машин. Эти положения касаются также и несанкционированных свалок и рекультивируемых площадок.

### 3.8 Распространение пожара

Вопрос противопожарной безопасности на полигонах для размещения бытовых отходов рассматривается в целом ряде нормативно-правовых документов.

В этих документах четко указано, что любой объект указанного рода должен быть оборудован эффективными средствами связи, позволяющими немедленно вызвать соответствующие службы по борьбе с огнем. Подступы к площадке должны быть расчищены от растительности, что призвано предотвратить распространение пламени за пределы полигона или, наоборот, его проникновение на участок извне. Постановление префекта, позволяющее эксплуатацию полигонов, должно оговаривать, кроме того, средства борьбы с огнем. Наконец, эксплуатируемая зона должна располагаться на расстоянии не менее 200 м от границы собственности участка.

Эти меры, которые призваны гарантировать защиту окружающей среды и охрану здоровья человека должны приниматься во внимание в разрешении префекта на эксплуатацию полигона некоторого типа. В отдельных правилах уточняется, что *"если полигон бытовых отходов представляет опасность возгорания лесов, роц, песчаных равнин, зарослей кустарника, посадок или молодых насаждений, мэр должен принять необходимые меры по устранению данного риска"*.

Отсюда вытекает необходимость удаления растительности на участке шириной от 50 до 200 м вокруг полигонов. Если после предъявления мэром соответствующего требования, вышеуказанное положение не соблюдается, факт данного нарушения может обусловить привлечение администрации полигона к ответственности. По истечении оговоренного срока, на владельца полигона может быть наложен штраф в размере до 30 евро за 1 м<sup>2</sup> участка. Природоохранное законодательство предусматривает, помимо этого, меры, направленные на приведение полигонов в соответствие требованиям. В случае несанкционированных свалок мэры или префекты могут принудить владельцев отходов к их удалению за собственный счет.

Соответствующее требование направляется в адрес лица, ответственного за несанкционированный выброс мусора, если личность такового установлена, в противном случае оно направляется владельцу участка, который в данном случае выступает как держатель отходов. В данном требовании, в соответствии с размахом нанесенного ущерба, указаны сроки его ликвидации. В дальнейшем соответствующим решением затраты на проведение необходимых работ могут быть удержаны со счета заинтересованного лица.

## **3.9 Загрязнение прилегающей территории легкими фракциями**

Бытовые отходы содержат целый ряд элементов, которые могут рассеиваться ветром. Речь в данном случае идет об отходах бумажной упаковки и пластиковых пакетах.

### **3.9.1 Разнесение мусора ветром на полигоне**

Рассеивание отходов зачастую вызывает недовольство жителей прилегающих территорий. В некоторых зонах можно увидеть большое количество пластиковых пакетов, которые цепляются за ветки деревьев, заборы, колючую проволоку, плавают на поверхности воды и т.д. Негативное визуальное воздействие оказывается достаточно высоким и не пропорционально количеству попавших в окружающую среду отходов данного типа. Таким образом, проблема переноса отходов за пределы площадки является одним из факторов, вызывающих отрицательное отношение граждан к полигонам.

Сокращение уровня такого вредного воздействия на человека и окружающую среду зависит исключительно от приемов управления отходами, применяемых оператором. Оператор может принять целый ряд предупредительных мер:

- уплотнение непосредственно после размещения отходов на полигоне
- регулярная засыпка карт
- установка оградительных сооружений вокруг карт, находящихся в разработке.

### **3.9.2 Разнесение мусора ветром за пределы полигона**

Типовые условия договоров между транспортными предприятиями и предприятиями, эксплуатирующими полигоны, предусматривают при транспортировке отходов наличие брезентового покрытия для машины, перевозящей отходы. Однако, можно констатировать, что некоторые водители не утруждают себя тратой времени на то, чтобы накрыть кузов машины брезентовым чехлом или защитной сеткой, а затем снять их – это операции, требующие времени, а водитель грузовика почти всегда вынужден осуществлять их в одиночку.

У руководства предприятия, эксплуатирующего полигон, есть право отказаться разгружать машину с отходами, если она прибыла на территорию полигона без чехла. В большинстве случаев администрация полигона утверждает, что она так и поступает, однако, в действительности к этой мере прибегают достаточно редко. Например, один руководитель предприятия утверждает, что он в таком случае в порядке штрафной санкции выдает водителю грузовика, приехавшего на полигон, чехол или защитную сетку и обязывает его накрыть кузов машины прежде, чем проехать в зону разгрузки. Если эта санкция и имеет педагогическое значение, то никакого влияния на возможное разнесение мусора ветром во время перевозки она не оказывает. Более правдоподобно, скорее, что оператор просто закрывает глаза на нерадивое отношение водителя грузовика, чтобы не задерживать процесс размещения отходов на полигоне и оборот грузовых машин.

Во всяком случае, можно констатировать факт разнесения ветром пластиковых пакетов и других легких элементов на периферии некоторых полигонов, однако, при этом не всегда можно быть уверенным в их происхождении. Необходимо, чтобы

прием отходов на размещение оператором производился в прямой зависимости от соблюдения мер предосторожности при перевозке отходов, выражающихся в установке брезентового покрытия или сетки в кузове автомобиля. В этих целях рекомендуется, чтобы данное обязательство, возлагаемое на оператора, фигурировало в постановлении о разрешении эксплуатации полигона.

### 3.10 Размножение переносчиков инфекции

Все открытые полигоны бытовых отходов представляют собой зоны питания для птиц. Проблема размножения птиц упоминается в документах, касающихся всех без исключения полигонов, которые подверглись инспектированию.

#### Отношение жителей прилегающей местности

В целом жители окружающих населенных пунктов отрицательно реагируют на такое размножение птиц. На то существует целый ряд причин. Некоторые из этих причин являются специфическими. Оценить их фактическое влияние оказывается весьма сложно. В ряду таких причин, например, находим:

- ущерб, наносимый птицами выращиваемым культурам и садам;
- разорение гнезд куропаток и фазанов стаями ворон;
- птичий помет в близлежащих населенных пунктах, связанный с ежедневными миграциями чаек и бакланов между полигонами и морем либо другими близлежащими водоемами.
- Различные природоохранные ассоциации заявляют о риске обеднения местных популяций птиц.
- К этим специфическим причинам добавляются причины более общего характера. Концентрация популяций птиц практически всегда сигнализирует о наличии свалки. Птицы кружат, летают над полигоном, удаляются и возвращаются в его зону. Имеет место, так называемый, "синдром Хичкока". Слишком большое количество птиц действует на психику, вызывает беспокойство, тревогу. Постоянное присутствие птиц напоминает о присутствии свалки: большая масса неупорядоченным образом расположенных отходов, откуда следует предположению о нарушении правил гигиены.

Еще одно опасение, упоминаемое реже, но присутствующее в сознании, касается риска, связанного с тем, что птицы могут навредить здоровью людей, являясь переносчиками микробов и паразитов. Птица, питающаяся на свалке, наталкивает на мысль о том, что она является потенциальным переносчиком болезни.

### 3.11 Стабильность почв

Современный полигон состоит из карт площадью приблизительно 2 га. Особое внимание следует уделять строительству дамб, которому предшествуют лабораторные испытания, направленные на определение геотехнических параметров материалов. Ряд аварийных ситуаций продемонстрировал, что бытовые отходы не являются устойчивыми материалами. Размещаемые на полигонах отходы могут потерять устойчивость и миллионы тонн мусора могут быть отнесены водой на большое расстояние. Риск возникновения такой аварийной ситуации возрастает при накоплении в основании полигона воды, которая создает своеобразный "смазочный



слой". По этой причине карты спроектированы в виде водоемов, способных задерживать отходы даже в случае заполнения карт водой.

В целях совершенствования устойчивости размещаемых отходов необходимо принимать во внимание два фактора. Уплотнение с использованием современного оборудования (на практике, повсеместно используются уплотняющие механизмы BOMAG) позволяет увеличить устойчивость: уплотняющие машины BOMAG дробят отходы, разрезают пластиковые пакеты и измельчают такие твердые фракции как древесина. Адекватное уплотнение, обычно, позволяет получить плотность равную  $1\text{т/м}^3$ . Вторым моментом является тот факт, что пластиковые пакеты и пленки способствуют увеличению устойчивости массы отходов, действуя как вяжущий или укрепляющий материал.

### 3.12 Рекультивация полигонов

Напомним, что пейзаж – это, по определению то, что мы видим вокруг. Такое представление оказывается важным, когда речь идет о размещении полигона на местности с учетом эстетики пейзажа (включение в пейзаж).

Посещение территории различных полигонов позволяет констатировать наличие ряда жалоб, касающихся неудачного включения в пейзаж. При расположении полигона на природоохранной территории, в зонах хрупких природных сред либо с высоким экологическим потенциалом нарушение эстетики пейзажа ощущается с особой силой. В данном случае наличие полигона рассматривается как факт покушения на красоту окружающего пейзажа. В таком случае жители близлежащих населенных пунктов, а также природоохранные ассоциации, даже при условии, что присутствие полигона не причиняет им конкретных неприятностей, все же заявляют, и в достаточно резкой форме, об ущербе, наносимом пейзажу и окружающей среде. В этом случае речь идет о проявлении в несколько утрированной форме гражданской позиции в защиту общего природного наследия.

Столь жесткая позиция неприятия усугубляется, когда наносится конкретный и легко идентифицируемый урон окружающей среде, когда, по словам представителей природоохранных организаций, осуществляется вырубка кустарников, или имеет место гибель деревьев вблизи полигона.

Лица, занимающие выборные должности, жалуются на ущерб, наносимый туристическому бизнесу коммуны в тех случаях, когда на ее территории расположен полигон.

Если из окон жилого дома видна свалка, то это всегда расценивается как неудачное соседство. У свалки плохая репутация и жить рядом с ней считается большим минусом при оценке качества жизни. Жители близлежащих населенных пунктов крайне недовольны падением стоимости их земельных участков, вызванным близостью полигона.

Понятие пейзажа многомерно и включает зрительные, звуковые, а также основанные на восприятии органами обоняния ощущения. Зрительные ощущения служат катализатором для другим способов восприятия. Примечателен тот факт, что неприятные запахи ощущаются сильнее и вызывают большее раздражение, если присутствие полигона значительным образом нарушает пейзаж.

Оптимальное включение полигона в окружающий пейзаж определяется главным образом выбором его адекватного местоположения. Если это и представляется очевидным, следует, тем не менее, учитывать две основные меры предосторожности:

- максимально избегать нанесения ущерба природоохранным территориям или зонам с хрупкими биоценозами,
- стремиться по мере возможности размещать полигоны на расстоянии, превышающем нормируемый показатель в 200 м от ближайшей жилой постройки.

Возникновение проблем, связанных с территориями вблизи полигонов, прямо пропорционально соблюдению этих двух основополагающих положений. Слишком часто 200-метровая зона рассматривается как "нейтральная полоса". Оператор оговаривает условия и ограничения, связанные с защитой окружающей среды, с владельцами земельных участков вокруг полигона, которые зачастую являются фермерами. Однако, при этом речь не идет о каком-либо активном управлении этим участком земли. В таком случае эта "буферная" зона воспринимается как своего рода барьер вокруг объекта повышенной опасности. Реальный контроль землепользования в пределах этого участка земли в 200 м со стороны оператора или местных государственных властей позволил бы осуществлять более динамичное управление благоустройством этой территории с учетом эстетики пейзажа: использование природных возможностей рельефа, посадка зеленые насаждения...

После засыпки карт в конце их эксплуатации в абсолютном большинстве случаев выполняются работы по рекультивации участка – работы по восстановлению растительности и озеленению (трава, кустарники, деревья...). Для красоты пейзажа, представляемого полигоном, определяющими являются усилия, прилагаемые его руководством для восстановления территории.

Учитывая наблюдения, сделанные на целом ряде полигонов, можно выдвинуть следующие три рекомендации:

- максимально использовать все местные виды растительности, предпочитая их всем прочим породам растений, деревьев и кустарников, не являющихся характерными для данной местности,
- широко использовать обмен мнениями и консультации с научными сотрудниками или природоохранными организациями в целях изучения наиболее эффективных технических решений при посадке зеленых насаждений,
- регулярно проводить работы по засыпке отходов и озеленению, не ожидая конца эксплуатации.

## 4 Оценка риска, представляемого свалками и полигонами

### 4.1 Методика

#### 4.1.1 Введение

Полное понимание такого явления, как полигон, требует учета тысяч факторов и параметров. На первый взгляд это может показаться невозможным. **Опыт эксперта** основывается на множестве выполненных работ и значительной степени интуиции. Эксперт в 80-90% случаев способен, проведя на месте 2-3 часа, разобраться в ситуации. В последние десятилетия появилось множество программ, позволяющих с помощью компьютера воспроизводить процесс интуитивного познания и проводить сбор.

фактической информации. Для осуществления такого подхода, однако, требуется наличие одного или нескольких экспертов, соответствующих программ и несколько лет работы. **Аналитический подход**, если его можно так назвать, заключается в попытке рационализации имеющегося опыта. Принимая положение, что явление представляется как "черный ящик", тем не менее, можно определить основные входные и выходные данные. Для понимания явления необходимо **смоделировать** взаимозависимость между входными и выходными данными. Затем, с целью определения последствий исследуемого явления, рассматриваются **сценарии** или ситуации с различными значениями параметров на входе и выходе. В итоге, значения параметров на входе размещаются на **шкале** и выделяются **общие тенденции** функционирования системы при различных условиях.

В мире предпринималось множество попыток по оценке риска полигонов с применением различных подходов. Инспекция Донецкой области также должна будет выбрать метод, подходящий к местным условиям. Наши предложения учитывают эти принципы и все существующие средства контроля полигонов.

#### 4.1.2 Моделирование полигона

Любое моделирование призвано улучшить понимание явления. Исследователь ставит себе задачу как можно глубже понять явление. Что касается полигона, то здесь существует множество интересных явлений, требующих изучения: влияние на водяных насекомых, влияние на здоровье человека, влияние на парниковый эффект, влияние на развитие туризма и т.д. Моделирование всегда подразумевает упрощение и сокращение сложного механизма до взаимозависимости одного или нескольких параметров на входе и одного или нескольких параметров на выходе. Выбор параметров на входе и выходе диктуется целью моделирования, поэтому в первую очередь необходимо определить выходные параметры, характеризующие изучаемое явление.

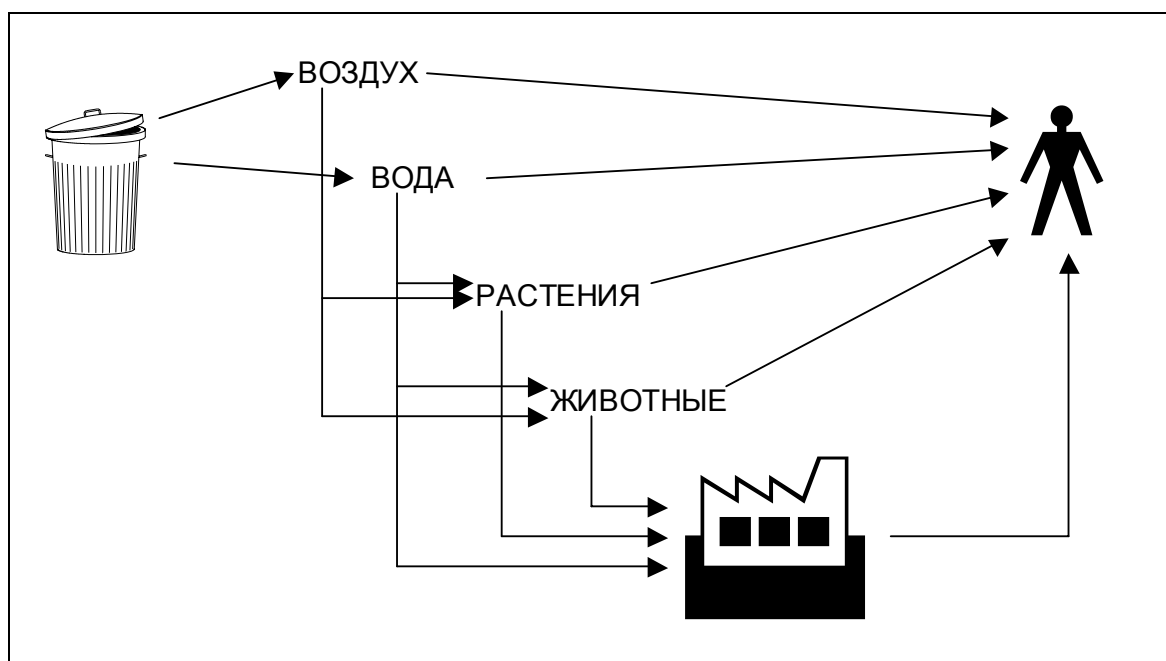
С другой стороны, выбранные параметры должны быть количественно, хотя бы приблизительно, оценены. Например, в качестве одного из параметров может быть выбрано наличие чаек, однако невозможно точно определить количество птиц, поэтому прибегают к следующей классификации: "ни одной – несколько – незначительное количество – значительное количество – много – очень много" или

"редко – иногда – часто – оседлые колонии". В случае определения метода необходимо точно оговорить способ количественной оценки параметров. Нельзя допускать отклонения в измерениях параметров, поскольку результаты должны быть воспроизводимы при выполнении измерений разными людьми. Более того, количественная оценка предполагает применение измерительных приборов. Если измерительные приборы отсутствуют, соответствующие параметры должны быть исключены. Таким образом, если параметр не может быть оценен количественно, метод количественной оценки не может быть четко описан, или отсутствует измерительный прибор, такой параметр не может быть использован при составлении модели.

### 4.1.3 Сценарии

Преследуемая цель заключается в оценке негативного влияния полигонов. Это влияние должно быть определено. В течение многих лет считалось, что полигоны негативно влияют на природную среду: флору, фауну, качество воздуха, воду. Сегодня ясно, что это — негативное влияние на здоровье человека. Такой источник загрязнения, как полигон, выделяет загрязняющие вещества в окружающую среду. Эти загрязняющие вещества оказывают влияние на людей, проживающих поблизости. Пути проникновения загрязняющих веществ в организм человека различны: вдыхаемый воздух, потребляемые в пищу растения, животные, вода. Овощи и животные являются непрямыми путями проникновения загрязняющих веществ в организм человека, поскольку они сами подвержены влиянию атмосферного воздуха и воды; их свойства также могут быть изменены в процессе промышленной переработки, поскольку на предприятиях пищевой промышленности также используется вода.

*Рис. 3 Пути проникновения загрязняющих веществ в организм человека*



Возможные пути проникновения загрязняющих веществ в организм человека приведены ниже:

Газ, пыль, аэрозоль	Воздух		Дыхание	
Газ, пыль, аэрозоль	Воздух	Растения	Пища	
Газ, пыль, аэрозоль	Воздух	Растения	Животные	Пища
Фильтрат	Поверхностные воды		Питье	
Фильтрат	Поверхностные воды	Растения	Пища	
Фильтрат	Поверхностные воды	Растения	Животные (дикие и домашние)	Пища
Фильтрат	Поверхностные воды		Животные (дикие и домашние)	Пища
Фильтрат	Поверхностные воды		Пищевая промышленность	Пища
Фильтрат	Грунтовые воды		Питье	
Фильтрат	Грунтовые воды		Животные <sup>10</sup> (домашние)	Пища
Фильтрат	Грунтовые воды		Пищевая промышленность	Пища
Рассеивание отходов		Животные		Пища
Распространение огня			Катастрофа	

Некоторые авторы говорят о загрязнении патогенами. На самом деле, научных разработок на эту тему не так уж и много. В настоящее время внимание привлекает только загрязнение химическими веществами. Более того, необходимо помнить, что хотя полный список параметров качества питьевой воды, используемый Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и насчитывает 1200 пунктов, только 20 из них принимаются во внимание при исследовании влияния фильтрата полигонов на качество питьевой воды.

#### 4.1.3.1 Выделения в атмосферу

Полигоны вырабатывают биогаз. Данных о негативном влиянии биогаза на здоровье человека нет. Основными компонентами биогаза являются метан и двуокись углерода; он также содержит и множество микроэлементов (более 700). Влияние этих микроэлементов на организм человека практически неизвестно. В настоящее время меры предосторожности требуют, чтобы полигоны находились, по меньшей мере, на расстоянии 1 км от ближайшего жилья. Очевидно, если биогаз может улавливаться и сжигаться (в факеле или в энергоустановке), то проблема

<sup>10</sup> При разведении домашних животных для питья используется централизованное водоснабжение

микроэлементов исчезает, однако могут появиться иные компоненты в составе дыма. Полигоны производят также пыль и аэрозоли. Они разносятся ветром и могут быть обнаружены на расстоянии многих километров от полигона. Эти продукты оседают на растениях, почве и поверхности водоемов; вдыхаются животными и человеком. Влияние этих продуктов полигонов еще не изучено.

Необходимо отметить, что в настоящее время не существует сценария оценки негативного влияния на здоровье человека, поскольку это влияние неизвестно (науке). Есть опыт проведения исследований полигонов вредных отходов, в ходе которых изучались отдельные компоненты. Однако, этот опыт не может быть использован в применении к полигонам для размещения бытовых отходов.

#### 4.1.3.2 Фильтрат

Биологическое разложение органических отходов происходит с выделением воды. Полигон подвергается влиянию атмосферных осадков, которые могут проникнуть в толщу отходов. В некоторых исследованиях описаны методы расчета притока воды с поверхности полигона в толщу отходов. Вся вода под действием гравитации проходит сквозь слой отходов и насыщается химическими веществами (микробы и прочие микроорганизмы не учитываются). Так образуется фильтрат.

Полигон нельзя рассматривать как водонепроницаемый. Фильтрат перемещается в расположенные ниже горизонты и в стороны от полигона в зависимости от топографии и природы грунта. Вода выбирает пути с наименьшим сопротивлением и формирует поток с преобладающим направлением. В первую очередь насыщается грунт под полигоном, а затем фильтрат проникает сквозь почву. Часть фильтрата может сомкнуться со слоем грунтовых вод, которые используются для питьевого водоснабжения. Часть — может проникнуть сквозь борта полигона в поверхностные водоемы. Фильтрат может проникнуть в реку, которая может использоваться в качестве источника питьевой воды для скота, а также для орошения. В реках и озерах обитают растительные и животные виды, которые человек использует в пищу.

Бытовые отходы характеризуются высоким уровнем ХПК. Если предположить возможность затопления полигона и прорыва дамбы, то можно ожидать поступления в поверхностные водотоки большого количества веществ, вызывающих высокий уровень ХПК, что мгновенную асфиксию во всей природной среде. Именно такой сценарий лежит в основе всех существующих норм, касающихся эксплуатации полигонов бытовых отходов.

Рассматривая старые и существующие полигоны, необходимо учитывать следующее:

- Нельзя быть уверенным в том, что на полигоне размещались только бытовые отходы. Возможно ли определение присутствия вредных отходов?
- Объемы выделения фильтрата зависят от площади полигона и от наличия и свойств покрывающего слоя. Концентрация зависит от количества и возраста отходов.
- Глина в почве не соседствует со слоем гравия, и поэтому не может образовывать слой, сдерживающий фильтрат (в данном случае мы не говорим об искусственных геомембранах). Какая имеется информация относительно наличия глины в почве?
- Грунт под полигоном характеризуется определенной пропускающей способностью и позволяет фильтрату постепенно проникать в водоносный

горизонт. Какие имеются гидрогеологические данные о районе? Имеются ли пьезометры для контроля качества грунтовых вод?

- В зависимости от угла уклона и от пропускающей способности почв часть фильтрата может выступать на поверхность и вытекать за пределы полигона. Заметен ли фильтрат вокруг полигона?

Это — данные сценария проверки существующего полигона.

### **4.1.3.3 Прочие опасности**

#### **4.1.3.3.1 Рассеивание отходов**

Отходы могут разноситься по территории вокруг полигона ветром или птицами. На полигон могут проникать дикие животные в поисках пищи. В этом случае существует риск для охотников и рыболовов, которые потребляют дичь в пищу. В отношении бытовых отходов этому никогда внимание не уделялось.

#### **4.1.3.3.2 Распространение огня**

Общеизвестно, что биогаз горит. Также общеизвестно, что полигоны горят постоянно, поскольку это — один из способов сокращения количества отходов. Однако, летом такие очаги могут вызывать лесные пожары.

## **4.1.4 Оценка и подведение итогов**

В результате проведенного исследования необходимо свести воедино все параметры с целью определения предельно допустимых значений для каждого из них. После этого необходимо провести общую оценку риска. Один из методов заключается в суммировании всех параметров и принятии решения о том, считается ли полигон опасным. Другой метод предлагает выделить предельно допустимые значения для каждого из параметров и считать полигон опасным в случае превышения значений по определенному количеству (2 или 3) параметров.

## **4.2 Местоположение свалки или полигона**

Это очень важный момент при инвентаризации свалок или полигонов. Оказывается, что имеющиеся в распоряжении карты в основном ложные и по ним очень трудно определить точное местоположение обнаруженной свалки или полигона на местности. Определение местоположения объекта является очень важным моментом, так как, с одной стороны, информация о его расположении может потребоваться в будущем, а с другой стороны, так как при работе может возникнуть необходимость переносить информацию с одной карты на другую (с геологической на гидрогеологическую, например) и для этого необходимо, чтобы расположение свалки или полигона было определено как можно точнее.

В этом случае самым простым решением является использование спутниковой системы позиционирования, с помощью которой можно определить абсолютные координаты измеряемой точки и получить геомашичную карту, то есть электронную карту местности в абсолютных координатах.

## 4.2.1 Система GPS

Система GPS – это система спутникового позиционирования, разработанная Министерством Обороны Соединенных Штатов Америки. Сразу же после окончания войны 1990 года, Министерство Обороны Соединенных Штатов Америки приняло решение о том, чтобы сделать систему, в которой использовался 21 спутник широко доступной. В декабре 1993 года в системе использовалось 24 спутника и она стала полностью готовой к использованию. В свою очередь россияне запустили программу спутникового позиционирования, которая называлась ГЛОНАС, но из-за того, что спутники не ремонтировались, она перестала вскорости функционировать.

Система GPS позволяет пользователю в реальном времени определять свое местоположение (широту, долготу и высоту) в любой точке. Система GPS обладает двумя уровнями точности. Точность прибора составляет 95%. То есть с точностью до 95% определяется:

- точное местоположение (PPS – Система Точного Позиционирования), которое позволяет получить данные с точностью до 15 метров по горизонтали. Эта система находится в распоряжении Службы Безопасности Соединенных Штатов Америки, а также частных пользователей, имеющих на эту разрешение. Эта служба работает на двух частотах: L1 (1575,42 Гц) и L2 (1227,60 Гц).
- Стандартная система позиционирования, SPS (Стандартная Система Позиционирования), которая позволяет получить данные с точностью до 40 метров по горизонтали и с точностью до 60 метров по вертикали. Эта система работает только на одной частоте L1 и доступна широкому кругу пользователей. В дальнейшем будем описывать только стандартную систему позиционирования.

В рамках этих двух систем была разработана система GPS, в дифференцированном виде DGPS, которая позволяет получать данные с большей степенью точности. При этом многочисленные наблюдательные станции корректируют полученные с помощью других систем значения в ограниченной зоне и передают их пользователям, которые обладают адаптированными приемниками.

## 4.2.2 Геодезические системы

Местоположение объекта при использовании прибора GPS, определяется в координатах WGS 84 (то есть долгота и широта по мировым стандартам, в «Мировой Геодезической Системе 1984»). По умолчанию, прибор GPS показывает практически всегда местоположение объекта в системе координат. По историческим причинам, многие страны (в том числе и Франция) сохранили несколько геодезических систем. Иногда случается такое, что морские карты и карты местности одной и той же страны используют разные системы! При работе с прибором GPS очень важно следить за тем, чтобы пользователь использовал всегда одну и ту же геодезическую систему. В противном случае появится очень большая вероятность получения данных с ошибками до 100 метров, то есть с ошибками, превосходящими точность прибора. К счастью, приборы GPS способны показывать местоположение точек в различных системах (около 240 используемых по всему миру).

## 4.2.3 Формат данных (координаты)

Чаще всего прибор GPS показывает местоположение точек по долготе и широте. Возможны три формата представления данных:



- в градусах: DDD.DDDDD;
- в градусах и минутах: DDD MM.MMM;
- в градусах, минутах и секундах: DDD MM SS.S.

Чаще всего при работе с картами, данные представлены в наиболее удобной форме - в градусах и минутах.

### 4.3 Расчет площади и объемов

Масса складированных отходов сама по себе является фактором риска. Для оценки риска нам необходимо определить порядок размера массы складированных отходов. Для определения порядка размера воспользуемся степенью 10: имеется ли у нас 10 м<sup>3</sup>, 100 м<sup>3</sup>, 1 млн. м<sup>3</sup>?

Кстати, было замечено, что устройство GPS указывает «путевые точки» и «точки направления движения» с точностью в 5 м по осям X и Y и 0,1 м по оси Z. Даже если точность не является высокой, достаточно рассчитать объем накопленных отходов и определить порядок размера.

### 4.4 Исторические данные

Ясно, что, когда речь идет о несанкционированных свалках, ответить на этот вопрос непросто! У инспектора не всегда будет достаточно времени на то, чтобы разузнать у соседей, когда появилась новая свалка, кто приносит туда отходы и т.д.

Мы можем лишь надеяться на то, что по коммунальным свалкам имеется информация о времени создания свалки, захораниваемых отходах и т.д. Иногда может повезти, и вы получите чертеж свалки.

### 4.5 Геологические данные, предположения или идентификация водоносных горизонтов

Донецкое государственное областное геологическое предприятие «Донецкгеология» располагает всеми геологическими и гидрогеологическими данными о территории области. Трудность заключается в том, что, по мнению этого предприятия, такие данные необходимы для целей обороны и являются секретными.

Государственной экологической инспекции необходимо будет урегулировать вопрос использования необходимых данных. Во время встреч, организованных нами с «Донецкгеологией», было сказано, что в распоряжении предприятия имеются электронные карты. Чрезвычайно интересным было бы наложение электронных геологических и гидрогеологических карт на географическую базу данных по управлению отходами, которая будет передана в распоряжение Госуправлению экологии.

Помимо этих технических данных возможно получение информации «с полей». Наличие по соседству скважин указывает на достаточно глубокие водоносные горизонты. Иногда, благодаря проведению работ в карьерах или работ по гражданскому строительству по соседству с полигонами, можно наблюдать, из чего состоят подземные материалы.

## 4.6 Поверхностные воды

В фильтрате, образующемся на свалках бытовых отходов, может содержаться 100 000 мг/л БПК. Максимальный коэффициент растворенного в поверхностных водах  $O_2$  составляет около 10 мг/л. Это означает, что 1 л фильтрата может абсорбировать кислород, содержащийся в 10 м<sup>3</sup> поверхностных вод. Данный расчет является теоретическим, и природные явления гораздо более сложные. Тем не менее, необходимо принять во внимание, что несколько м<sup>3</sup>/день фильтрата могут оставить без кислорода имеющие важное значение поверхностные воды.

Поэтому очень важно идентифицировать сеть поверхностных вод вокруг полигона. Следует объехать полигон, установить местонахождение ручьев и прудов рядом с полигоном, а затем рек, в которые поступают эти воды. Инспектор должен будет получить полное представление о поверхностных водах, имеющих отношение к полигону, а также, по возможности, потоках сменяющих друг друга водотоков (по крайней мере, о ширине каждого, которая может быть показательной).

## 4.7 Производство биогаза

Биогаз вреден для окружающей среды, поскольку способствует парниковому эффекту.

Более того, он создает серьезный риск взрыва и распространения пожара. Возможно, было бы интересным организовать сбор биогаза и преобразовать его в энергию (электрическую или тепловую). Обратной стороной стихийного горения на свалке является уменьшение образования биогаза (сокращение органических веществ).

Измерить или оценить поток биогаза на свалке очень трудно, несмотря на то, что это необходимо для принятия решения о том, стоит ли устанавливать системы сбора биогаза и конвертировать его в энергию. С имеющимися средствами измерения провести невозможно.

Поэтому единственной возможностью оценки риска взрыва является измерения содержания биогаза в воздухе. Метан приводит к взрыву, когда его содержание в окружающем воздухе составляет от 8% до 12%.

## 4.8 Контроль уровня радиоактивности

Размещать радиоактивные отходы на полигонах ТБО, конечно же, всегда запрещалось! Однако, опыт показывает, что на практике все возможно. Как правило, источниками радиоактивных отходов являются: радиоактивные источники лечения раковых заболеваний (больницы), промышленные радиоактивные источники (используемые в целях контроля за производством металла), военные отходы. Данными отходами должны управлять специализированные предприятия в рамках особых процедур, которые, к сожалению, стоят денег. Поэтому неудивительно, что время от времени такие отходы попадают на полигоны. Часто радиоактивные источники находятся в защитной упаковке. Со временем упаковка разрушается (распад на более мелкие частицы, биоразложение на полигоне) и теряет свои защитные свойства. В такой момент внезапно появляется радиоактивность. Еще большую обеспокоенность вызывает тот факт, что в контакт с источником может вступить вода, в результате чего образуется радиоактивный фильтрат.

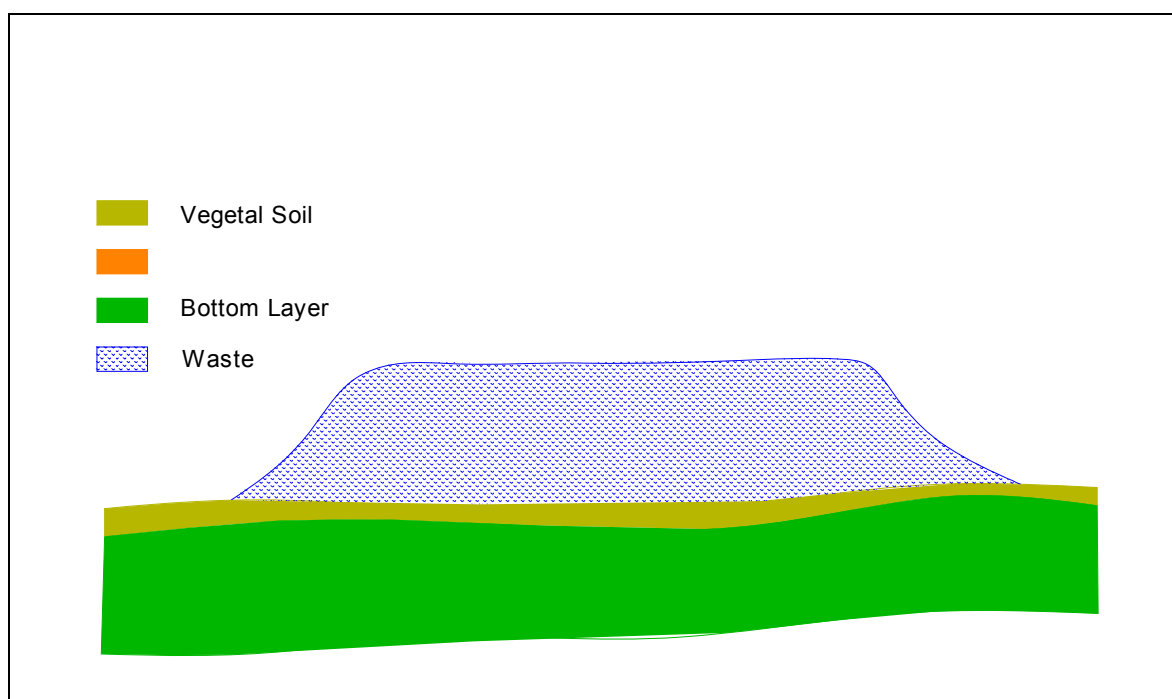
## 4.9 Типология полигонов

Как правило, полигоны делятся на несколько типов. Наиболее распространенными являются следующие.

### 4.9.1 Холм

Полигон формируется в результате размещения отходов непосредственно на земле. На фоне природного ландшафта он выглядит как искусственно созданный холм. Он также может напоминать террикон.

Рис. 4 Тип холма



Vegetal soil – растительный слой почвы

Bottom layer – нижний слой

Waste – отходы

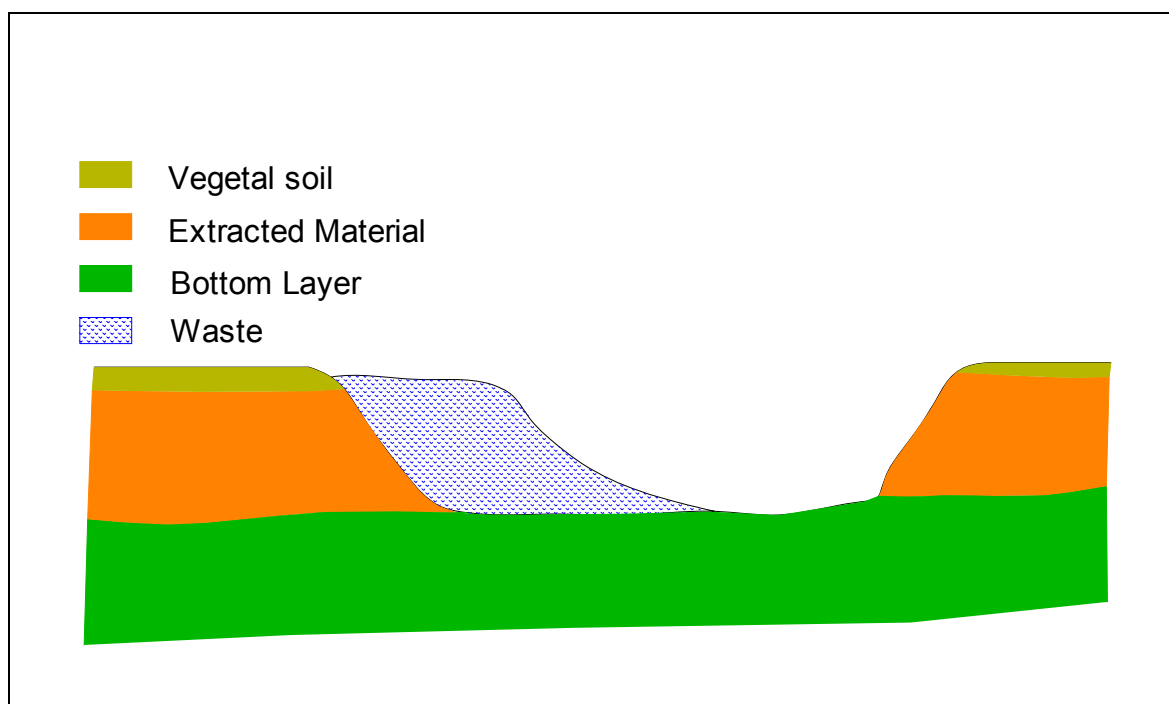
При таком типе фильтрат будет стекать по бокам. Для размещения отходов необходима подъездная дорога, позволяющая мусоровозам взбираться наверх.

### 4.9.2 Карьер

Соблазн создать полигон на месте использованного карьера существовал всегда. Даже в настоящее время в Европе многие предприятия, эксплуатирующие карьеры, пытаются получить разрешения на использование старых карьеров в качестве полигонов.

Недостаток такого типа, как правило, связан с геологией: извлекаемый материал может быть очень пористым (песок, известняк, гравий), его разработка прекращается по достижению нижнего слоя, который состоит из материала, не представляющего экономического интереса. Этот нижний слой может состоять из глины или другого материала с очень низкой проницаемостью. Часто можно наблюдать перемещение фильтрата в проницаемых слоях, приводящее к загрязнению скважин с питьевой водой.

*Рис. 5 Тип карьера*



Vegetal soil – растительный слой почвы

Extracted material – извлекаемый материал

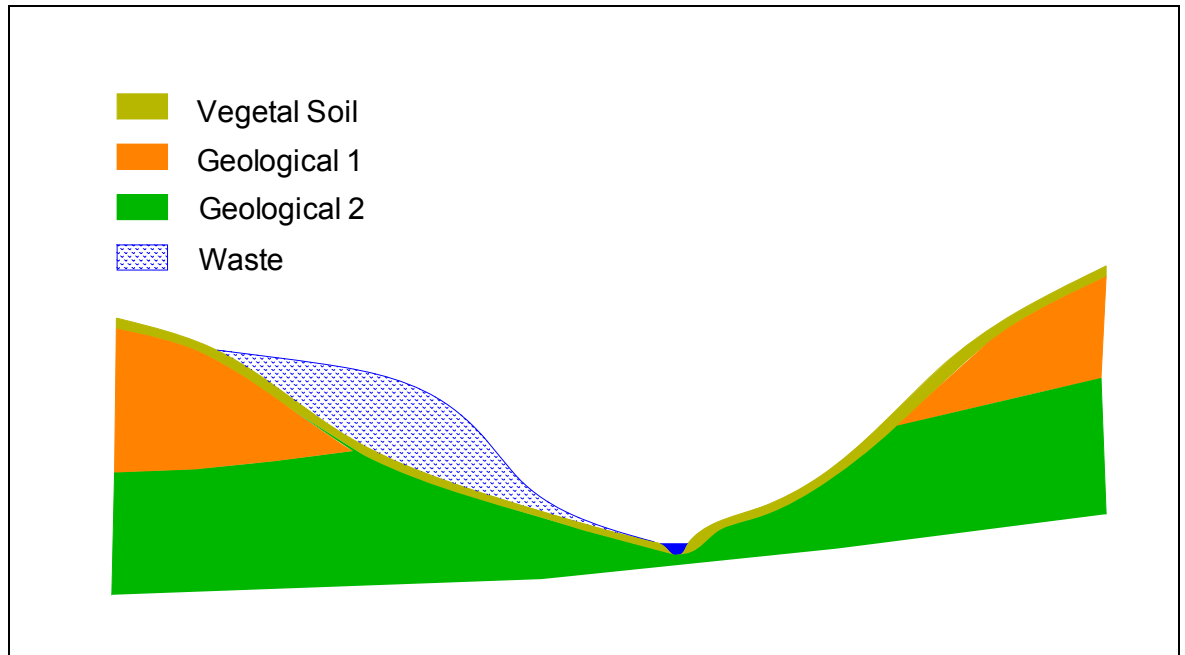
Bottom layer – нижний слой

Waste – отходы

### 4.9.3 Долина

Третьим распространенным типом является полигон, образованный в результате стихийного размещения отходов на краю долины или тальвега.

*Рис. 6 Тип долины*



Vegetal soil – растительный слой почвы  
Geological 1 – первый геологический слой  
Geological 2 – второй геологический слой  
Waste – отходы

Как правило, в нижней точке долины протекает река или ручей.

## 5 Обучение проведению аудита

### 5.1 Подготовка к аудиту

Аудит свалок включает в себя несколько этапов:

- Сбор имеющихся данных
- Подготовка оборудования
- Исследования на местности
- Обработка полученных результатов и составление отчета.

Перед выездом на исследуемую местность необходимо проверить состояние и готовность оборудования. Оборудование включает в себя:

- Устройство GPS Garmin V
- Газоанализатор MX 21 Plus
- Прибор для измерения уровня подземных вод (глубиномер) и ампулы для отбора проб
- Устройство для определения уровня радиоактивности.

С собой необходимо также иметь:

- Резиновые сапоги
- Одноразовые резиновые перчатки для отбора проб
- Емкости для отбора проб воды вместимостью 1 л
- Пакеты или емкости (полностью открывающиеся) для отбора проб отходов
- Тряпочки
- Цифровой фотоаппарат.

### 5.2 Сбор данных: предполагаемое местоположение, геологические данные, гидрогеологические данные

В первую очередь необходимо получить копию планов, если они существуют. После того как местоположение свалки будет примерно определено, необходимо собрать топографические карты в масштабе 1/25000 исследуемой местности для того, чтобы определить общую топографию местности и выявить источники воды.

Затем необходимо запросить в Управлении Экологии геологические и гидрогеологические данные исследуемой территории, находящиеся в распоряжении Регионального Института Геологии.

### 5.3 Оценка местоположения, площади, объема: использование GPS и программного обеспечения по установлению местоположения объекта

*Данный раздел находится в стадии разработки.*

Устройство GPS (система глобального позиционирования) фирмы GARMIN является переносным многофункциональным прибором. Этот прибор


функционирует как одночастотный GPS (см. пар. 4.2.1), а также в качестве DGPS (сдвоенного GPS). Однако в местных условиях этот второй способ применения оказывается недоступным. При обычных удовлетворительных условиях (на открытой местности, в отсутствии преград, при хороших метеоусловиях, а также при исправности спутников) прибор определяет местоположение с точностью до 15 метров.

### 5.3.1 Приведение прибора в действие

Прежде всего, следует убедиться в наличии 4 запасных щелочных батареек AA LR6.



На полигоне следует поместить GPS в первой точке, которую требуется определить.

Затем необходимо нажать на красную кнопку  и не отпускать ее в течении 3 секунд.

Следует дать прибору GPS время на поиск спутников.

Когда на табло будет отмечена связь по крайней мере с четырьмя спутниками, следует нажать и некоторое время не отпускать кнопку “ENTER”. При этом регистрируются координаты искомой точки, после чего вы можете дать точке буквальное название.

### 5.3.2 Регистрация координат искомой точки

Для того, чтобы зарегистрировать координаты искомой точки в памяти прибора, необходимо нажать и удерживать кнопку «ENTER». Координаты точки будут таким образом зарегистрированы и Вы сможете не спеша изменять ее название.

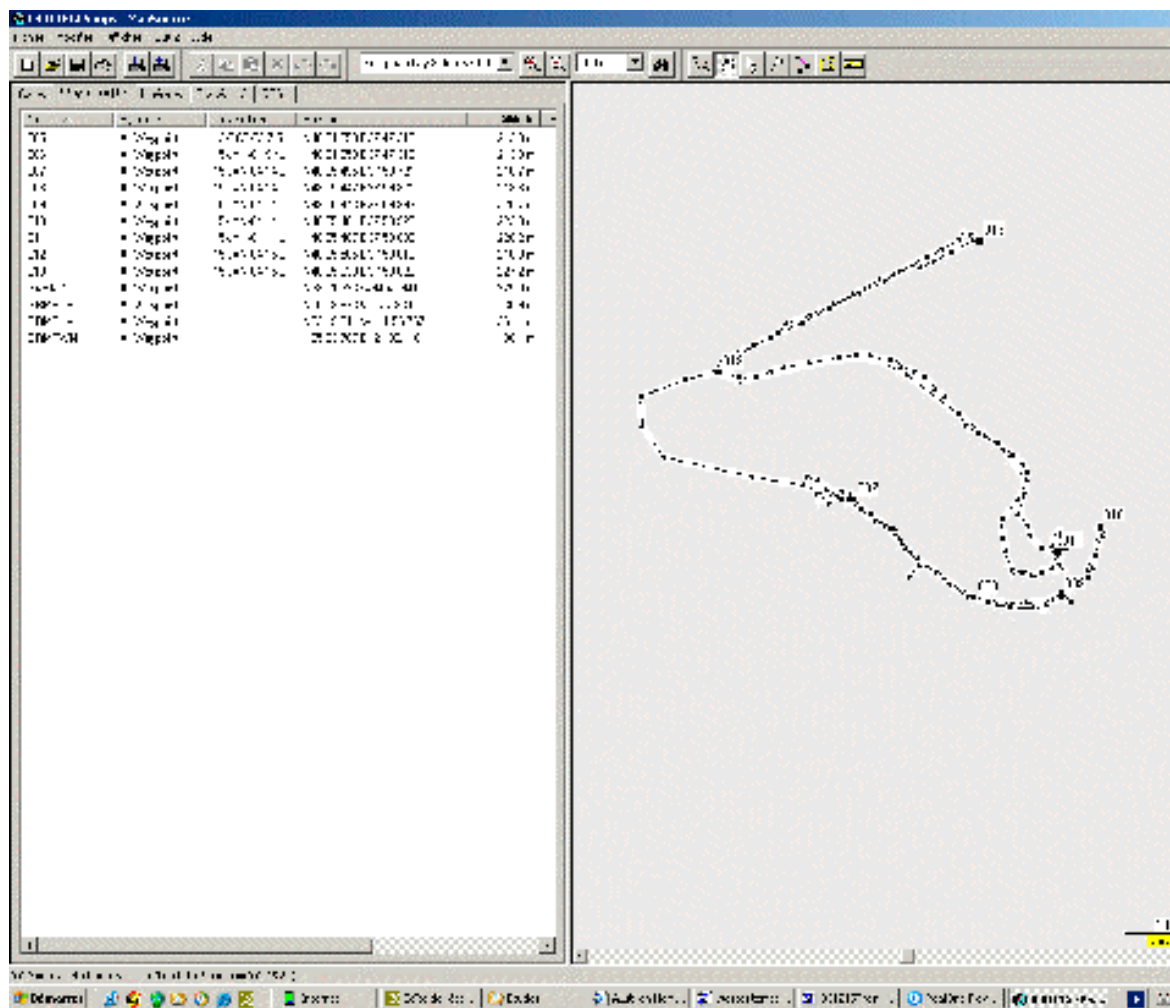
Если Вы оставите GPS включенным на протяжении всего пребывания на свалке, то прибор будет автоматически регистрировать точки по мере Вашего перемещения, но у Вас не будет их координат.

### 5.3.3 Обработка полученных данных

По возвращении на рабочее место, подсоедините GPS к порту серии RS 232 C Вашего компьютера и запустите компьютерную программу Mapsource. После этого Вы сможете перенести зарегистрированные точки на компьютер.

Экран разделен на две части:

*Рис. 7 Местоположение ячеек*



На левой части экрана находится информация о зарегистрированных данных, а на правой указано расположение этих точек и траектория маршрута, осуществленная инспектором.

При нажатии на левой части экрана на вкладке «Waypoints» появляются координаты зарегистрированных инспектором точек. При нажатии на вкладке «Fichier Exporter» в панели меню можно экспортировать координаты точек в файл с расширением txt. Этот файл содержит не только точки, зарегистрированные инспектором, но также все точки, внесенные прибором в память автоматически при Вашем перемещении на свалке.

Затем Вы можете использовать и обрабатывать данные об этих точках в программе Microsoft Excel.

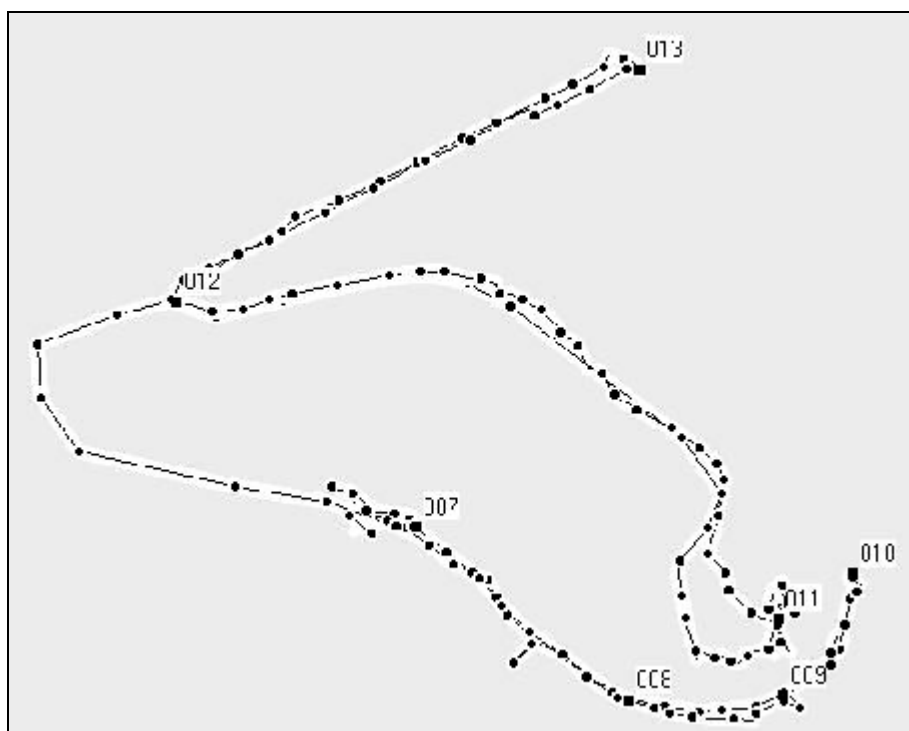


**Таблица 20** Файл Excel с зарегистрированными точками

Сетка	Широта/долгота hddd° мм.ммм'				
Дата	WGS 84				
Заголовок	Названи е	Описание	Тип	Положение	Высота
Путевая точка	7	15/01/2004 14:00	Путевая точка пользователя	N48 05.495 E37 59.721	216.7 м
Путевая точка	8	15/01/2004 14:19	Путевая точка пользователя	N48 05.442 E37 59.821	218.6 м
Путевая точка	9	15/01/2004 14:23	Путевая точка пользователя	N48 05.443 E37 59.892	220.7 м
Путевая точка	10	15/01/2004 14:26	Путевая точка пользователя	N48 05.481 E37 59.925	222.9 м
Путевая точка	11	15/01/2004 14:49	Путевая точка пользователя	N48 05.467 E37 59.890	228.2 м
Путевая точка	12	15/01/2004 15:16	Путевая точка пользователя	N48 05.565 E37 59.610	218.3 м
Путевая точка	13	15/01/2004 15:24	Путевая точка пользователя	N48 05.638 E37 59.826	227.2 м

На правой части экрана Вы можете увеличивать изображение до тех пор, пока не появятся точки Вашего перемещения по местности.

**Рис. 8** Точки, зарегистрированные прибором GPS



Нажимая на правой части экрана, затем на вкладке «Fichier Exporter» Вы можете экспортировать этот рисунок в файл программы Autocad.

## 5.4 Контроль радиоактивности: применение устройства по определению радиоактивности, установление местонахождения обнаруженных территорий

Детектор радиоактивности приводится в действие в начале визита свалки. В том случае, если включится сигнал тревоги, инспектор должен зафиксировать координаты точки с помощью GPS и сфотографировать это место для того, чтобы в дальнейшем его было легко найти.

Затем следует сообщить в специальную службу о выявленном нарушении, которая приезжает и делает замеры с помощью специальных приборов.

Рис. 9



## 5.5 Поверхностные воды: мониторинг, отбор проб

При обходе свалки необходимо выявить возможные вытекания фильтрата в окружающую среду (ручьи, большие лужи), в которые он может стекать.

Если такие растекания выявлены или подозреваются, необходимо сфотографировать эти места и отобрать пробы фильтрата в специальные емкости. Все осуществляемые отборы проб должны быть тщательно идентифицированы и записаны.

*Рис. 10 Озеро фильтрации у подножия свалки*



*Рис. 11 Ручей у подножия свалки*



## **5.6 Подземные воды (при наличии пьезометра): измерение уровня подземных вод с помощью глубиномера, отбор проб**

Перед выездом на исследуемую территорию инспектор должен протестировать глубиномер, опустив его в стакан с водой.

Если существует один или несколько пьезометров на исследуемой территории, необходимо зарегистрировать их координаты с помощью GPS и затем измерить уровень подземных вод с помощью глубиномера. При накручивании измерительной ленты назад на катушку, необходимо тщательно ее протереть, а на рабочем месте вымыть с помощью губки.

*Рис. 12 Измерение уровня подземных вод в пьезометре*



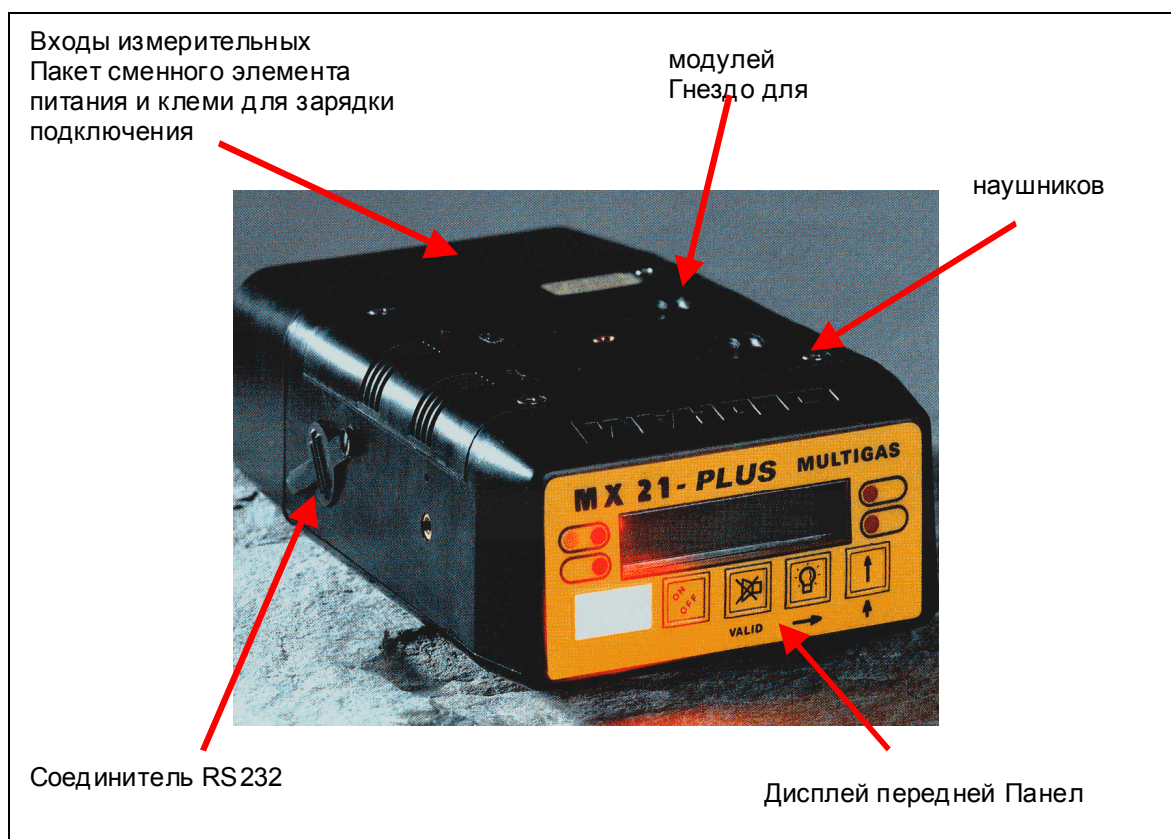
Затем инспектор должен взять пробу воды из пьезометра для ее анализа в лаборатории. Все места взятия проб воды должны быть тщательно идентифицированы и записаны.

## **5.7 Биогаз: применение мультигазового анализатора MX21, контроль окружающего воздуха, контроль биогаза, отбор проб, компьютерная обработка данных**

### **5.7.1 Назначение прибора**

Прибор MX 21 позволяет одновременно определять присутствие от одного до четырех газов в атмосфере. Он может определять взрывчатые газы, токсичные, либо кислород.

*Рис. 13 Описание прибора MX 21 Plus*



### 5.7.1.1 Электропитание

MX 21 Plus снабжен блоком элементов электропитания (батареек), перезаряжаемых и взаимозаменяемых. В нормальных условиях прибор может работать, в зависимости от конфигурации измерительных ячеек, от 12 до 170 часов.

Еще одна батарея (литиевая, не перезаряжаемая) позволяет хранить в памяти собственные данные прибора MX 21 Plus. У этой батареи максимальное время жизни - 5 лет.

### 5.7.1.2 Виды измерительных ячеек

#### 5.7.1.2.1 Ячейка для измерения взрывчатых газов

Эта ячейка позволяет определять содержание взрывчатого газа в атмосфере в диапазоне от 0 до 100% ПДК (максимально разовых). Корпус ячейки снабжен противопожарным устройством, которое обязательно фиксируется в приборе MX 21 Plus, как указано на рисунке 1.

Ячейки для измерения токсичных газов и кислорода

Этот тип ячеек называется также " умный блок ".

Они съемные и взаимозаменяемые, там есть электрохимическая ячейка, а также электронный блок " EEPROM ", в котором записана собственная характеристика ячейки (диапазон измерений, номер серии, срок годности и т.д.).

#### 5.7.1.2.2 Ячейка-катарометр

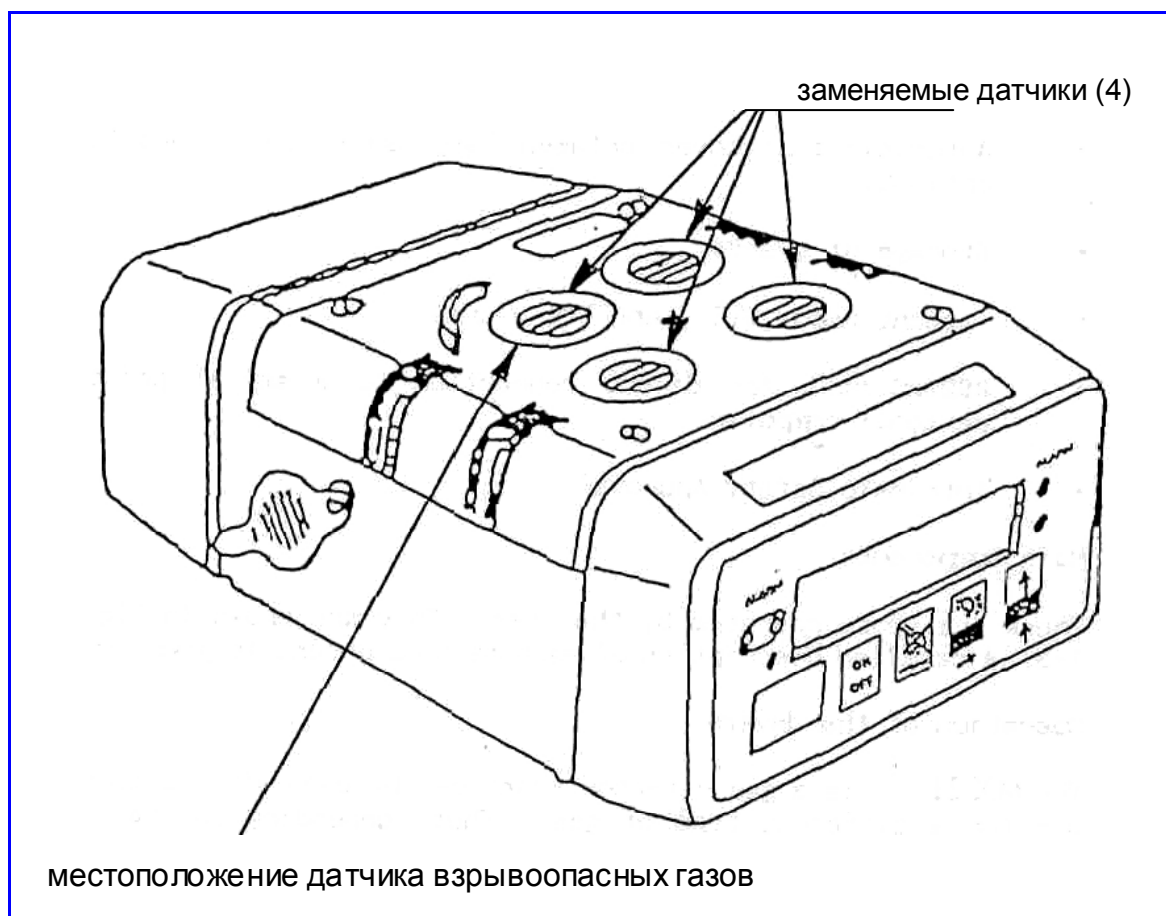
Это съемная и взаимозаменяемая ячейка, которая позволяет определять взрывчатые газы, содержащиеся в атмосферном воздухе в больших количествах в диапазоне от 0

до 100 объёмных %. Ячейка располагается строго как указано на рис. 2, после ячейки по измерению взрывчатых газов (позиция 2,3 или 4 смотря по обстоятельствам).

### 5.7.1.2.3 Ячейка для измерения углекислого газа

Она съёмная и взаимозаменяемая, имеет полупроводниковый детектор, который измеряет содержание в диапазоне от 0 до 5 объёмных % углекислого газа в атмосфере. Этот блок располагается строго как указано на рис. 2 слева от ячейки для измерения взрывчатых газов.

*Рис. 14 Размещение ячеек*



## 5.7.2 Как пользоваться прибором

### 5.7.2.1 Зарядка блока питания (батареек)

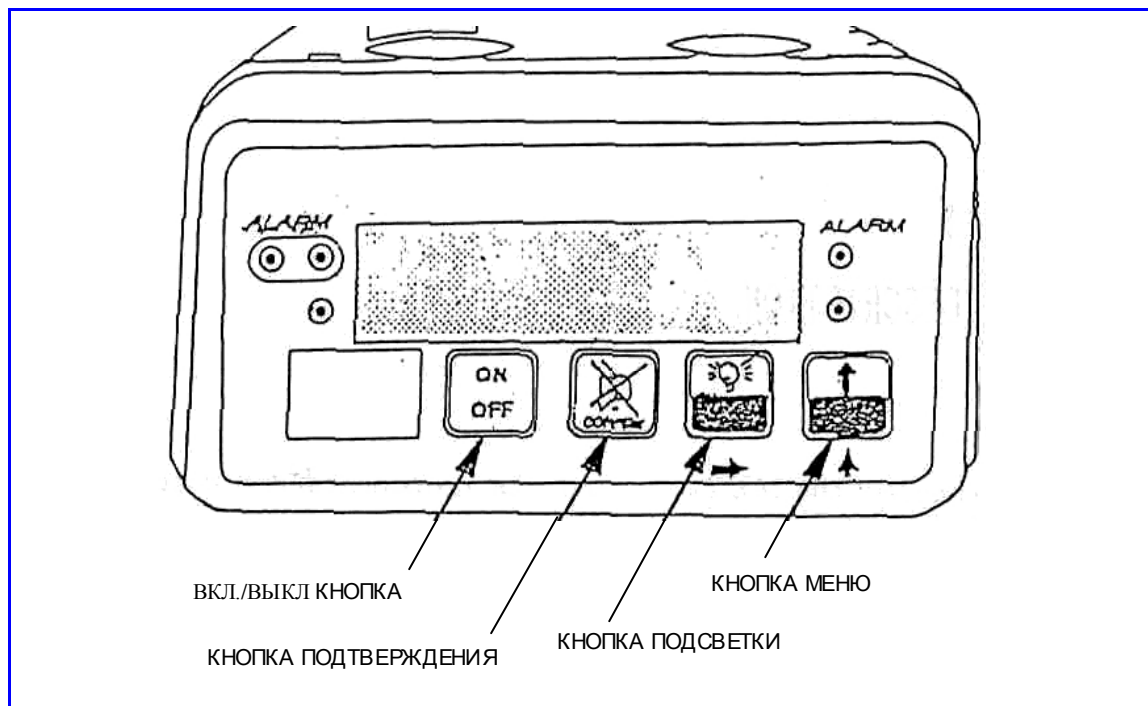
Перед тем как приступить к работе, нужно перезарядить блок питания прибора МХ 21 Plus. Длительность зарядки, независимо от типа подзарядного устройства, составляет 16 часов (24 часа максимально для полностью разряженной батареи).

### 5.7.2.2 Установление блока измерительных ячеек

Необходимые для работы ячейки нужно подсоединить к прибору до запуска МХ 21 Plus. Когда батарея заряжена, на блок питания табло высвечивается показатель 7,46 V (при этом следует несколько раз нажать на кнопку «Меню»).

### 5.7.2.3 Приведение прибора в действие:

Рис. 15 Передняя панель MX 21 PLUS



У нас есть выбор между тремя процедурами:

#### 5.7.2.3.1 Стандартная процедура

Данная процедура используется в большинстве случаев. При этом следует быстро нажать на кнопку «ON/OFF», после чего прибор проходит фазу внутренних тестов и либо выдаёт результаты измерений, либо сигнализирует о неисправности (неготовности).

#### 5.7.2.3.2 Приведение в действие с выбором взрывчатого газа в качестве относительной единицы измерения.

#### 5.7.2.3.3 Приведения в действие с авторегулированием.

### 5.7.2.4 Снятие замеров

Нажать кнопку включения насосов

### 5.7.2.5 Дистанционный отбор проб

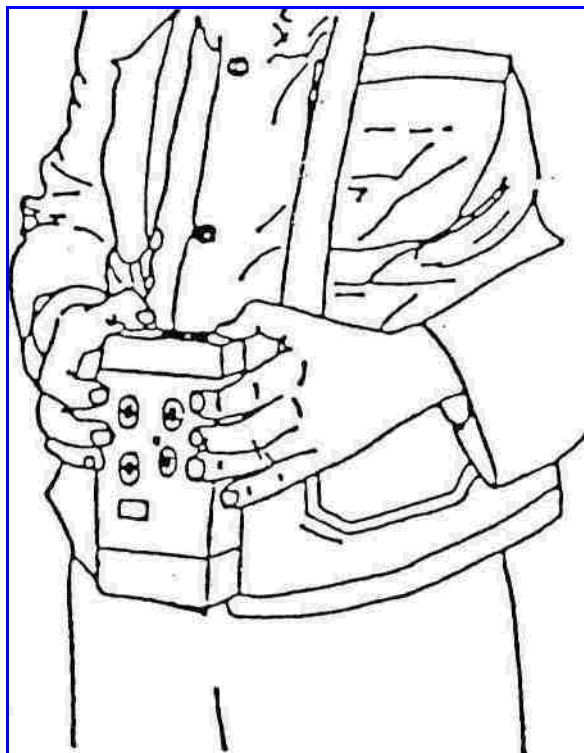
К прибору MX 21 Plus можно присоединить систему отбора проб, которая позволяет измерить концентрации газа либо в местах, обычно недоступных, либо перед заходом в помещение, атмосфера которого может содержать токсичный газ (цистерны, канализационные коммуникации и др...). Когда отбор проб закончен, необходимо не забыть демонтировать эту систему отбора проб с прибора MX 21 Plus.



### 5.7.2.6 Положение прибора при работе

Эксперт может:

- Заниматься другими делами, оставив при этом прибор MX 21 Plus в вертикальном положении контролировать атмосферу.
- Сам осуществлять измерения в атмосфере с помощью системы отбора проб (положение MX 21 Plus на шейном ремне).



### 5.7.2.7 Запись и передача показаний замеров

Функция "гистограмма" позволяет печатать на принтере или на совместимом компьютере измеряемые величины в течение работы прибора. Гистограммы могут быть распечатаны только в тех случаях, когда:

- -прибор проработал не менее 15 мин (при печати на принтере);
- -прибор проработал не менее минуты (при распечатке на компьютере).

Объём памяти прибора MX 21 Plus ограничен, поэтому если количество запоминаемой информации превышает физический объём памяти прибора, данные, поступившие в память первыми, будут утеряны (стёрты).

После окончания каждой процедуры печати у эксперта имеется выбор - стереть из памяти распечатанные данные или сохранить их в памяти.

### 5.7.2.8 Выключение прибора

Осуществляется при нажатии кнопки «ON / OFF» и удержании ее в этом положении в течение 3 с. После выключения прибора все данные в памяти сохраняются.

### 5.7.3 Чтение результатов измерений

Концентрация измеряемого газа в каждой из ячеек появляется на экране, который разделён на четыре независимые зоны, каждая из которых относится к определённой ячейке. При необходимости можно включить подсветку, нажимая соответствующую кнопку.

### 5.7.4 Сигналы «тревоги»

Они могут быть визуальными и слуховыми в зависимости от программирования и типа газа. Превышение следующих значений вызывает сигнал тревоги:

- Мгновенный для всех 4-х ячеек
- Минимальный только для кислородной ячейки
- Максимальный для всех 4-х ячеек
- Среднесуточной концентрации
- Максимальной однократной концентрации

## 5.8 Наблюдения

Во время посещения исследуемой местности инспектор должен выявить основные потенциальные опасности.

### 5.8.1 Пожары

Существует два вида пожаров на свалках.

#### 5.8.1.1 Горение отходов

В течение многих десятилетий в странах Восточной Европы отходы сжигались на свалках. Считалось, что таким образом с помощью огня очищалась территория, используемая под свалки, и снижался объем отходов. С развитием производства пластика, горение отходов превратилось в один из основных источников загрязнения атмосферы: выделения тяжелых металлов, диоксинов, хлорной и серной кислоты.

#### 5.8.1.2 Горение биогаза

В общей массе отходов могут образовываться скопления биогаза. И в один прекрасный момент этот биогаз может выйти на поверхность и войти в реакцию с окружающим воздухом. Во время обучающего визита на одной из свалок мы наблюдали подобные пожары на склонах свалки. Биогаз выходит и горит как факел. Если в воздухе находится от 8 до 12% метана, ситуация может стать очень опасной из-за риска возникновения взрывов.

*Рис. 16 Горение биогаза на Макеевской свалке*



Существует также особая опасность, связанная с сочетанием очагов скопления биогаза и огня свалок. В любой момент выделение биогаза может достичь взрывоопасного предела и в сочетании с пламенем вызвать взрыв. В мировой практике известны подобные случаи взрывов, приведшие к гибели десятков бездомных.

### **5.8.2 Опасные отходы на свалках**

На свалку должны вывозиться только твердые бытовые отходы, а также приравненные к ним промышленные отходы, т.е. отходы из офисов, столовых, промышленная упаковка.

Но для предприятий проще всего все свои отходы направлять на свалки. Некоторые из них могут быть опасными для обслуживающего персонала, а также для бездомных по своей химической или бактериологической природе. А другие могут оказать тяжелые последствия для окружающей среды. На нижеследующих рисунках показано складирование технической смазки или масел из нескольких грузовиков на свалке твердых бытовых отходов. Масла образуют пленку на поверхности воды, которая препятствует проникновению кислорода в воду, отравляя таким образом акватическую среду. Один литр масла может отравить до сотен м<sup>2</sup> стоячей воды (пруда, озера).

*Рис. 17 Стеkanie смазочных материалов вдоль откосов свалки*



*Рис. 18 Выгрузка смазки на свалке твердых бытовых отходов*



### **5.8.3 Уклон**

Во всех законодательных актах считается, что уклон свалки  $1/3$  обеспечивает хорошую стабильность массы отходов. Когда наблюдается уклон  $1/1$  или  $1/0,5$  существует риск обвала свалки. Грузовики выгружают отходы на краю свалки, а в непосредственной близости от краев могут находиться люди, которые в случае обрушения массы отходов могут смертельно пострадать.

*Рис. 19 Почти вертикальный уклон откосов свалки*



#### **5.8.4 Бездомные**

Бездомные не представляют собой опасности, даже если в зимний период зажигают костры для собственного обогрева. Они в первую очередь сами страдают от рисков, представляемых свалками.

*Рис. 20 Бездомные на свалке*



## 5.9 Стандартная отчетность и оценка риска

### 5.9.1 База данных по полигонам

Целью первой части отчета является составление базы данных о существующих свалках твердых бытовых отходов на территории Донецкой области. Для этих целей в отчете имеется таблица, которую необходимо заполнить. В настоящее время это *Таблица 21*, представленная ниже. В дальнейшем она может быть улучшена в зависимости от данных, полученных при обследовании свалок.

**Таблица 21 Стандартная отчетность**

<b>Название свалки (полигона)</b>			Единица измер.
Официальный статус	<input type="checkbox"/> Паспортизирована <input type="checkbox"/> Зарегистрирована <input type="checkbox"/> Не известна		
Дата выдачи разрешения на использование земельного участка под свалку/полигон			
Местоположение свалки в системе координат GPS у въезда на свалку <sup>11</sup>	X		° ‘
	Y		° ‘
	Z		М
<b>Владелец свалки:</b> Название			
Регистрационный код в управлении статистики			
Адрес			
Почтовый индекс			
Город			
<b>Организация, владеющая или эксплуатирующая свалку:</b> Название			
Регистрационный код в управлении статистики			
Адрес			
Почтовый индекс			
Город			км
<b>Подъездная дорога к свалке</b> от N° или от N° подъездная дорога	<input type="checkbox"/>	Магистральная дорога	
	<input type="checkbox"/>	Дорога	
	<input type="checkbox"/>	Бетон или асфальт	
	<input type="checkbox"/>	Камни	
Расстояние между границами свалки и ближайшим населенным пунктом			
Каково расстояние между свалкой и наиболее крупным районным или городским центром?			
Общая площадь свалки			Га
Активная площадь свалки (уже используемая для захоронения отходов)			Га
Средняя толщина слоя отходов (фактическая)			м
Год открытия свалки			
В том случае, если свалка была закрыта, укажите, пожалуйста, год закрытия			
Засыпаны ли отходы землей или строительными отходами?	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
<b>Определение радиоактивности</b>	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
<b>Установление наличия метана в окружающем воздухе</b>	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
При наличии, доля содержания			%
<b>Установление наличия метана в отходах</b>	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
При наличии, доля содержания			%
<b>Горит ли, как правило, свалка?</b>	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	

<sup>11</sup> По возможности, приложите карту с указанием местоположения свалки/полигона



Наблюдается ли горение биогаза	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
Есть ли опасные уклоны?	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
Коэффициент уклона		1/	
Высота			м
Наличие пьезометров - количество			м
Глубина воды	1		
	2		
	3		
	4		
Наличие реки поблизости свалки: Название Расстояние до свалки ширина			1
			км
			м
Наличие реки поблизости свалки: Название Расстояние до свалки ширина			2
			км
			м
Наличие реки поблизости свалки: Название Расстояние до свалки ширина			3
			км
			м
Виден ли вокруг свалки фильтрат?	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
Создана ли свалка на месте бывшего карьера?	<input type="checkbox"/>	Песок	
	<input type="checkbox"/>	Известняк	
	<input type="checkbox"/>	Глина	
	<input type="checkbox"/>	Гранит	
	<input type="checkbox"/>	Другое	
Наличие <b>неприемлемых или опасных отходов</b>		<b>Характер</b>	<b>м<sup>3</sup></b>
Происхождение отходов (название основных городов и районов – поставщиков отходов)			
Объем отходов/год: бытовые отходы жилого сектора			м <sup>3</sup>
Объем отходов/год: бытовые отходы промышленных предприятий, сбор которых осуществляется на основании контракта			м <sup>3</sup>
Объем отходов/год: муниципальные отходы			м <sup>3</sup>
В случае поступления промышленных отходов на свалку: объем промышленных отходов/год			м <sup>3</sup>
Объем строительных отходов/год			м <sup>3</sup>
Общий объем отходов, накопленных на свалке			м <sup>3</sup>
Резервные мощности свалки для накопления отходов			м <sup>3</sup>
Огорожена ли свалка?	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
Есть ли сторожа на свалке?	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
Если да, присутствуют ли они на свалке 24 часа в сутки?	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	
Имеется ли в распоряжении сторожей телефон?	<input type="checkbox"/>	Да	
	<input type="checkbox"/>	Нет	

Есть ли на свалке или где-то поблизости весовая, которой могли бы воспользоваться мусоровозы, едущие на свалку?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Да Нет	
Если да, каково расстояние между весовой и свалкой?			м
Количество бульдозеров/тракторов в рабочем состоянии			
Количество бульдозеров/тракторов в неисправном состоянии			
Количество сторожей			
Количество персонала, работающего на свалке			
Количество водителей бульдозеров/тракторов, работающих на свалке			
Приблизительное количество бомжей, ведущих несанкционированный сбор тех или иных компонентов отходов			
Погодные условия во время проведения аудита			
Солнце	<input type="checkbox"/>		
Дождь	<input type="checkbox"/>		
Температура			°C
Ветер			
Дата проведения аудита	Подпись		

## 5.9.2 Комментарии

В отчете будут содержаться также элементы наблюдений инспектора, фотографии и результаты анализов взятых проб.

Очень важно, чтобы инспектор детально описывал свои наблюдения, в частности то, что на его взгляд представляет опасность. Напомним, что понятие опасность включает в себя многие аспекты, такие как:

- идентифицированную потенциальную опасность;
- зону действия вредного фактора;
- возможность случайного возникновения опасности;
- чувствительность среды, подверженной опасности.

Например, риск взрыва биогаза (идентификация): энергия, выделяемая при взрыве (зона действия), возможность взрыва, люди, которые могут непосредственно пострадать от взрыва.

## 5.9.3 Оценка риска

### 5.9.3.1 Методология

Методология, предложенная британским экологическим агентством, включает в себя оценку инспектируемых критериев. Эта оценка по шкале от 1 до 15 приведена в *Таблица 22*.

**Таблица 22 Количественная оценка исследуемых критериев**

Название	Оценки			
	Соответствие и минимальные технические нарушения	Нет вредного воздействия или воздействие минимально	Долгосрочные последствия	Непосредственное загрязнение
Оценка инспектируемых критериев	0	1	2	3
Превышение	-	3	6	9
	-	-	Если несоответствие (в случае аварии) будет классифицировано во вторую категорию, давать оценку 10	Если несоответствие (в случае аварии) будет классифицировано в первую категорию, давать оценку 15

Этот метод используется, в основном, для оценки соответствия работающей установки детально разработанному и массово соблюдаемому законодательству. Однако мы находимся в такой ситуации, когда законодательство практически не соблюдается. Обнаружение нарушений законодательства не имело бы большой значимости, так как за исключением лишь нескольких случаев, все свалки получили бы самые низкие оценки. Мы не хотим распределить свалки по трем классам опасности: сильно опасные, опасные и неопасные. У нас другая цель: это определение тех установок, которые смогут работать и удовлетворять потребностям на переходном этапе, на протяжении времени, необходимом для строительства новых санитарных полигонов. Можно даже представить себе свалку, которая будет классифицирована как опасная, но в тоже время может эксплуатироваться еще в течение нескольких лет. В этом случае необходимо просто провести работы по приведению этой свалки в безопасное состояние, затрачивая на это разумное количество денег. Таким образом, мы должны записывать наблюдения в две разные таблицы.

Если добавить 2 колонки, как показано в *Таблица 23*, можно выделить оценки для нескольких категорий. Мы предлагаем оценки для нескольких факторов риска или вилку изменений этих оценок (как, например, от 0 до 6) на взгляд инспектора, а иногда даже отрицательные оценки, в частности, для оценки интереса поддержания свалки в рабочем состоянии.

**Таблица 23 Количественная оценка показателей риска**

Название свалки (полигона)		Ед.	Опа сн.	Объ ясн.
Официальный статус	<input type="checkbox"/> Паспортизирована			
	<input type="checkbox"/> Зарегистрирована		3	
	<input type="checkbox"/> Неизвестна		9	15
Дата выдачи разрешения на использование земельного участка под свалку/полигон				
Местоположение свалки в системе координат GPS у въезда на свалку <sup>12</sup>	X	° ‘		
	Y	° ‘		
	Z	М		
<b>Владелец свалки: название</b>				
Регистрационный код в управлении статистики				
Адрес				
Почтовый индекс				
Город				
<b>Организация, владеющая или эксплуатирующая свалку: Название</b>				
Регистрационный код в управлении статистики				
Адрес				
Почтовый индекс				
Город			км	
<b>Подъездная дорога к свалке</b>	<input type="checkbox"/> Магистральная дорога N°			
	или от <input type="checkbox"/> Дорога N°			
	<input type="checkbox"/> Подъездная дорога			
	<input type="checkbox"/> Бетон или асфальт			-6
	<input type="checkbox"/> Камни		1	6
Расстояние между границами свалки и ближайшим населенным пунктом			0-3	0-9
Какое расстояние между свалкой и наиболее крупным районным или городским центром?			0-3	0-9
Общая площадь свалки		Га	0-3	0
Активная площадь свалки (уже используемая для захоронения отходов)		Га		-3
Средняя толщина слоя отходов (фактическая)		м		
Год открытия свалки			0-3	
В том случае, если свалка была закрыта, укажите, пожалуйста, год закрытия				
Засыпаны ли отходы землей или строительными отходами?	<input type="checkbox"/> Да		0-3	
	<input type="checkbox"/> Нет			
<b>Определение радиоактивности</b>	<input type="checkbox"/> Да		15	15
	<input type="checkbox"/> Нет			
<b>Установление наличия метана в окружающем воздухе</b>	<input type="checkbox"/> Да			
	<input type="checkbox"/> Нет			
При наличии, доля содержания		%	0-6	
<b>Установление наличия метана в отходах</b>	<input type="checkbox"/> Да			
	<input type="checkbox"/> Нет			
При наличии, доля содержания		%	0-3	
Горит ли, как правило, свалка?	<input type="checkbox"/> Да		3	
	<input type="checkbox"/> Нет			

<sup>12</sup> По возможности, приложите карту с указанием местоположения свалки/полигона

Название свалки (полигона)		Ед.	Опа сн.	Объ ясн.
Наблюдается ли горение биогаза	<input type="checkbox"/> Да		6	
	<input type="checkbox"/> Нет			
Есть ли опасные уклоны?	<input type="checkbox"/> Да		0-9	0-3
	<input type="checkbox"/> Нет			
Коэффициент уклона	1/			
Высота		м		
Наличие <b>пьезометров</b> - количество		м		
Глубина воды	1			-3
	2			-3
	3			-3
	4			-3
Наличие реки поблизости свалки: Название	1		0-3	0-3
	Расстояние до свалки	км		
	ширина	м		
Наличие реки поблизости свалки: Название	2		0-3	0-3
	Расстояние до свалки	км		
	ширина	м		
Наличие реки поблизости свалки: Название	3		0-3	0-3
	Расстояние до свалки	км		
	ширина	м		
Виден ли вокруг свалки фильтр?	<input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Нет		0-6	0-3
Создана ли свалка на месте бывшего карьера?	<input type="checkbox"/> Песок		6	6
	<input type="checkbox"/> Известняк		3	3
	<input type="checkbox"/> Глина		-3	-9
	<input type="checkbox"/> Гранит		0	0
	<input type="checkbox"/> Другое		0-3	0-3
Наличие <b>неприемлемых или опасных отходов</b>	Характер		м <sup>3</sup>	
				0-9
				0-9
Происхождение отходов (название основных городов и районов – поставщиков отходов)				0 to -9
Объем отходов/год: бытовые отходы жилого сектора		м <sup>3</sup>	0 to 6	0 to -15
Объем отходов/год: бытовые отходы промышленных предприятий, сбор которых осуществляется на основании контракта		м <sup>3</sup>		
Объем отходов/год: муниципальные отходы		м <sup>3</sup>		
В случае поступления промышленных отходов на свалку: объем промышленных отходов/год		м <sup>3</sup>		
Объем строительных отходов/год		м <sup>3</sup>		
Общий объем отходов, накопленных на свалке		м <sup>3</sup>	0-6	
Резервные мощности свалки для накопления отходов		м <sup>3</sup>		- ?
Огорожена ли свалка?	<input type="checkbox"/> Yes		1	3
	<input type="checkbox"/> No			
Есть ли сторожа на свалке?	<input type="checkbox"/> Yes		3	
	<input type="checkbox"/> No			
Если да, присутствуют ли они на свалке 24 часа в сутки?	<input type="checkbox"/> Yes		-3	
	<input type="checkbox"/> No			
Имеется ли в распоряжении сторожей	<input type="checkbox"/> Yes		-2	-2

Название свалки (полигона)		Ед.	Опа сн.	Объ ясн.
телефон?	<input type="checkbox"/> No			
Есть ли на свалке или где-то поблизости весовая, которой могли бы воспользоваться мусоровозы, едущие на свалку?	<input type="checkbox"/> Yes			-3
	<input type="checkbox"/> No			
Если да, каково расстояние между весовой и свалкой?		м		
Количество бульдозеров/тракторов в рабочем состоянии			-2	
Количество бульдозеров/тракторов в неисправном состоянии				
Количество сторожей				
Количество персонала, работающего на свалке			0-3	
Количество водителей бульдозеров/тракторов, работающих на свалке			0-3	
Приблизительное количество бомжей, ведущих несанкционированный сбор тех или иных компонентов отходов			0-3	
Погодные условия во время проведения аудита				
Солнце	<input type="checkbox"/>			
Дождь	<input type="checkbox"/>			
Температура		°C		
Ветер				
Дата проведения аудита				
<b>Ф.И.О. инспектора</b>	<b>Подпись</b>			

### 5.9.3.2 Оценка риска

Наивысшая оценка по сумме всех показателей в колонке составляет 140.

Необходимо собрать данные по всем свалкам прежде чем предлагать уровни по оценке их опасности.

В конечном итоге эта оценка не исключает возможность оценки опасности свалки лишь по одному критерию. Представим, например, что на свалке обнаружен очень высокий уровень радиации.

### 5.9.3.3 Контроль рисков и осуществление эксплуатации

По результатам оценки может сложиться такая ситуация, когда самая лучшая ситуация будет оценена в -65 баллов, а самая худшая в +78. Грубо говоря, можно сделать вывод о том, что свалка, не оцененная как очень опасная по результатам предыдущих расчетов, заслуживает того, чтобы на ее будущее обратили внимание даже в том случае, если суммарная оценка будет отрицательной.

## 6 «Санитарный» полигон

### 6.1 Основные принципы

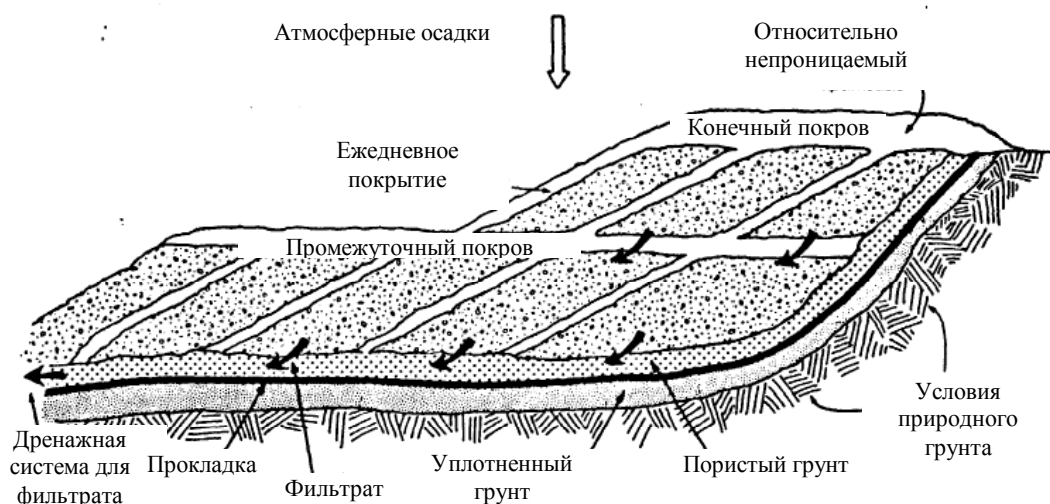
Напоминаем что «Санитарный полигон» -это полигон, спроектированный, построенный и эксплуатируемый в соответствии с санитарно-экологическими нормами

#### 6.1.1 Описание<sup>13</sup>

Полигон – это объект, на территории которого размещаются и хранятся отходы. Часто полагают, что к технологии использования полигонов следует обращаться только после того, как было сделано все возможное для снижения и устранения опасности, представляемой отходами. Цель заключается в том, чтобы захоронить отходы или изменить их свойства таким образом, чтобы они перестали представлять опасность для окружающей среды или здоровья человека. Полигоны не являются гомогенными, обычно они состоят из отдельных карт, отходы которых изолируются от соседних карт с отходами соответствующим барьером. Как правило, такие барьеры между картами состоят из естественного почвенного слоя (глины), который препятствует стоку отдельных фракций отходов или фильтрата по бокам или вниз.

Ниже на *Рис. 21* изображен поперечный разрез полигона отходов с указанием ежедневного, промежуточного и завершающего покрытия, представляющих соответствующие условия эксплуатации, отдельные карты захороненных материалов, использование изолирующих прослоек и системы сбора фильтрата. Вопросы размещения прослоек, покрытий, условия эксплуатации, закрытие полигонов и мероприятия, которые должны проводиться после закрытия полигонов, рассматриваются в последующих главах.

*Рис. 21* Схема поперечного сечения полигона

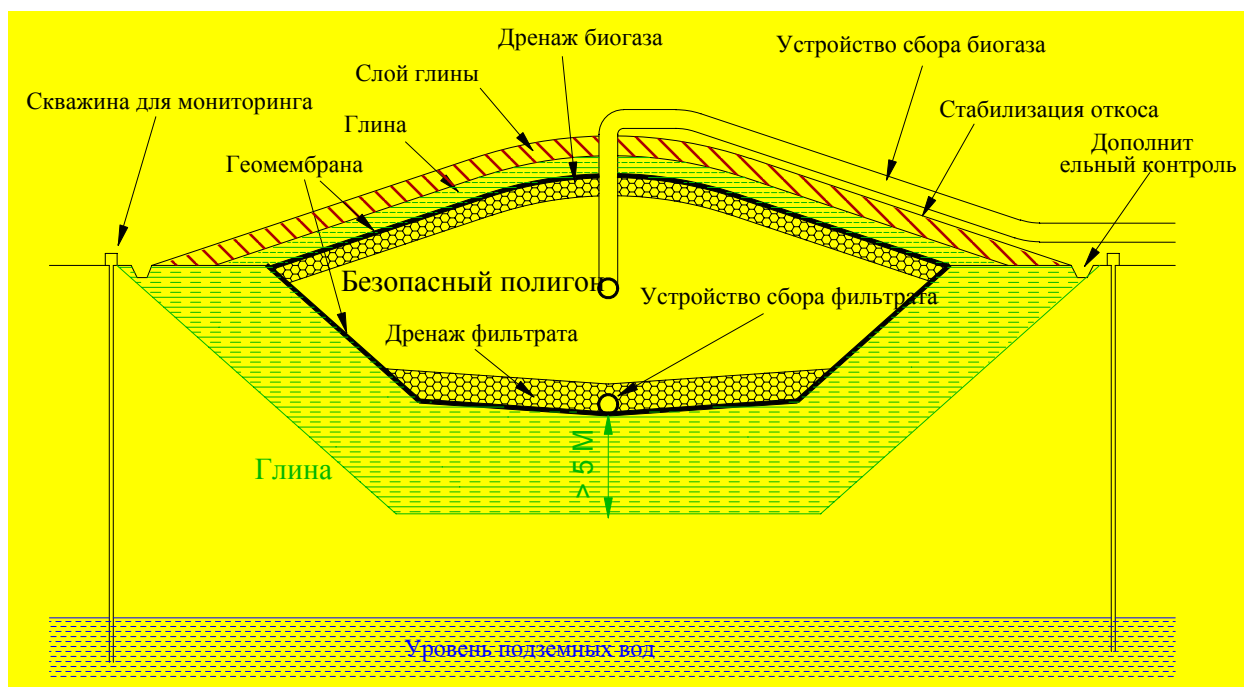


<sup>13</sup> Технический отчет Мирового Банка № 93: Безопасное захоронение опасных отходов / Особые потребности и проблемы развивающихся стран

Полигоны – распространенная технология управления отходами, как необработанных отходов, так и их остатков, полученных в результате применения технологий по обращению с отходами. Полигоны требуют применения тщательно продуманных строительных решений, а также постоянного обслуживания и мониторинга.

Ниже на *Рис. 22* показано поперечное сечение заполненного экологически безопасного закрытого полигона. Неотъемлемой частью экологически безопасного полигона являются соответствующие прослойки, применяемые в целях защиты подземных вод от загрязненного фильтрата, контроль за стоком, система сбора и очистки фильтрата, мониторинговые скважины и соответствующий дизайн завершающего покрытия.

*Рис. 22* Схема поперечного сечения экологически безопасного полигона



Несмотря на то, что эксплуатация полигона иногда приводит к загрязнению подземных вод полигоны продолжают оставаться основной стратегией обращения с отходами. Исключение составляют случаи наличия неприемлемых гидрологических условий. Проект и строительство таких полигонов направлены на предотвращение контакта между содержимым полигона и окружающей средой.

Первоочередная задача, стоящая перед полигонами, связана с предотвращением загрязнения подземных вод. Проект полигона и его управление должны быть организованы таким образом, чтобы предупреждать образование и перемещение фильтрата. Среди мер предупреждающего характера можно перечислить следующие: а) устранение свободной жидкости (до захоронения жидкие отходы должны быть обезвожены или преобразованы в твердое состояние); б) отвод поверхностных вод (сток); в) использование относительно непроницаемых ежедневных и завершающих прослоек с целью минимизации инфильтрации осадка;



г) уплотнение отходов; д) использование карт по всему полигону; е) сбор и очистка фильтрата; ж) мониторинг подземных вод.

Методы предотвращения попадания воды на полигоны:

- Правильное размещение – избегайте заболоченных территорий, территорий, подверженных наводнениям, территорий с высоким уровнем подземных вод
- Организация отвода поверхностных стоков
- Сокращение территории размещения отходов, куда может попасть вода
- Предотвращение скопления осадков на участке полигона
- Правильное использование промежуточной покрывающей прослойки
- Своевременное покрытие и закрытие неактивных зон
- Правильное управление мерами по закрытию полигона и мерами, осуществляемыми после закрытия полигона.

Идеальный полигон по захоронению отходов – это полигон, расположенный в сейсмобезопасной зоне, основание которого покрыто непроницаемым глиняным слоем толщиной в несколько метров. Полигоны по захоронению отходов не должны размещаться над дренируемым водоносным слоем. Должен быть организован правильный учет. Необходимо регистрировать местоположение и размеры каждой карты полигона, а также содержимое каждой карты. Следует регистрировать местоположение и дата поступления каждого типа отходов, что может пригодиться в дальнейшем.

Первое, что нужно сделать при планировании создания экологически безопасного полигона по захоронению отходов - это определить тип и характеристики материалов, которые будут на нем размещаться. Сведения о предполагаемых объемах отходов, физических и химических свойствах материалов, которые должны захораниваться важны при непосредственном проектировании и управлении, равно как и определение требований к территории, объему, а также потребностей в оборудовании.

## **6.1.2 Международные стандарты: европейские, североамериканские, Мирового Банка**

### **6.1.2.1 Выбор участка**

#### **6.1.2.1.1 Общая оценка**

Возможность организации захоронения отходов на полигоне зависит от таких факторов, как тип, количество и свойства отходов, законодательные и нормативно-правовые акты, отношение и согласие общественности, свойства грунтов и характеристики участка. Данный раздел посвящен описанию факторов, играющих важное значение при выборе участка для захоронения отходов. Проектирование и управление захоронением отходов на полигоне определяются особенностями участка.

Технико-экономическое обоснование различных вариантов захоронения отходов зависит от топографических, почвенных, климатических и гидрологических характеристик участка, расстояний от места образования отходов до полигона, практикуемого и предполагаемого использования земельных ресурсов.

В подходе, применяемом при выборе участка, можно выделить, по меньшей мере, три основных компонента: а) общая оценка – выявление проблемы и первоначальная оценка возможностей ее решения, б) подробный анализ возможных решений; в) окончательный выбор участка и его проектирование. Общая оценка позволяет отсеять альтернативные участки, которые, что совершенно очевидно, не подходят для размещения полигона. При детальном анализе производится тщательная оценка участка, свойств грунтов и подземных ресурсов, включая экономические и политические аспекты. В результате такого анализа количество участков, пригодных для размещения полигона, сокращается.

В ходе принятия окончательного решения по выбору участка и его проектирования детально оцениваются экономические, технические и политические аспекты ряда конкретных участков.

При проведении общей оценки участков определяется возможность размещения полигона с технической точки зрения (например, стоит ли изучать имеющиеся технические возможности более подробно или же лучше обратиться к другим, более подходящим вариантам). После рассмотрения свойств отходов и характеристик участков определяются общие требования к территории, а также возможности изменения свойств отходов в целях сокращения занимаемой ими площади. Определив общие требования к участку и его местоположению, можно приступить к расчету приблизительных затрат. Затраты, а также такие факторы, имеющиеся отношение к участку, как собственность на землю, предполагаемая реакция общественности могут учитываться при принятии решения о том, продолжает ли участок быть потенциально пригодным для захоронения отходов. При положительном ответе на данный вопрос можно приступить к проведению детального технико-экономического и политического анализа.

В связи с необходимостью минимизации перемещения загрязняющих веществ, а также риска для общественности и окружающей среды, потенциальных участков, подлежащих оценке, будет совсем немного. Многие предприятия, производящие отходы, могут располагать такие участки на своей территории.

Участок не может использоваться для захоронения отходов до тех пор, пока не будут тщательно изучены и признаны удовлетворительными его геологические и гидрогеологические характеристики. Кроме того, при проведении общей оценки необходимо учитывать все общие критерии выбора участка:

#### **6.1.2.1.2 Критерии выбора участка для размещения полигона**

##### **Инженерные аспекты**

Физический участок: Должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить размещение отходов в течение всего срока службы производственных мощностей

Близость: Участок должен находиться как можно ближе к производственному объекту. Это позволит свести до минимума затраты по обращению с отходами, а также транспортные расходы. Полигон должен быть расположен как можно дальше от источников водоснабжения (рекомендуемое минимальное расстояние - 500 футов) и границ застройки (рекомендуемое минимальное расстояние - 200 футов).

Подъезд: Должен быть обеспечен при любых погодных условиях, иметь необходимую ширину и выдерживать необходимую нагрузку. На поездежной дороге скопление транспортных средств должно быть минимальным.

Топография:

Смещение грунтов должно быть минимальным, пользуйтесь естественными условиями. Избегайте долин и естественных понижений местности, где возможны загрязнения водных ресурсов.

Геология: Избегайте сейсмоопасных участков, участков, подверженных оползням, смещениям, расположенных над шахтами, котлованами, протоками.

Грунты: Должны иметь естественную глиняную прослойку или глину, которую можно было бы использовать как прослойку, а также материал, который мог бы применяться в качестве завершающего покрытия.

### **Экологические**

Поверхностные воды: Участок должен находиться за 100 летней границей затопляемых территорий. Не должно быть прямого контакта с судоходными водами. Избегайте заболоченной местности.

Подземные воды: Отсутствие контакта с подземными водами. Нижние слои полигона должны располагаться выше уровня грунтовых вод, наиболее приближенного к поверхности. Избегайте участков, где только один водоносный горизонт. Избегайте участков, где происходит пополнение подземных вод.

Воздушная среда: Участок должен быть размещен таким образом, чтобы минимизировать выбросы летучих веществ и распространение неприятных запахов.

Экологии воды и суши: Избегайте уникальных сред обитания (важных для воспроизведения редких и подвергающихся опасности особей) и заболоченных участков.

Шум: Сведите до минимума шум работы мусороуборочных машин и оборудования.

Использование земельных ресурсов: Избегайте населенных пунктов, участков, по использованию земель которых ведутся споры: парки, живописные ландшафты.

Культурное наследие: Избегайте территорий, представляющих археологический, исторический и палеонтологический интерес. Нормативно-правовые аспекты: Учитывайте требования государственного, областного и местного значения, предъявляемые к размещению полигонов.

Общественно-политические аспекты: Заручитесь поддержкой на местах со стороны должностных лиц, занимающих выборные должности, местных групп по интересам.

### **Экономические аспекты**

Приобретение имущества: Фактическая стоимость земли плюс сопутствующие затраты.

Работы на участке: Земляные работы, профилирование, прослойки, новые дороги, другие затраты, связанные с подготовкой участка.

Годовые затраты: Затраты на топливо, содержание обслуживающего персонала, обслуживание участка, подготовка земельных ресурсов, предприятия, накладные расходы.

Ликвидационная стоимость: Данный вопрос не стоит рассматривать; участок, по всей видимости, не будет являться капиталом.

Полигон для захоронения отходов не должен размещаться в зоне, подверженной наводнениям, или вступать в контакт с подземными водами. Необходимо определить уровень сезонных подъемов и потоков подземных вод, что позволило бы оценить

потенциал загрязнения водных ресурсов и определить местоположение мониторинговых скважин.

Участок не должен находиться в сейсмоопасной зоне или зоне, где могут быть котлованы, геологические разрушения или карстовые воронки. Целостность полигона на таких участках может быть поставлена под угрозу. В основании полигона, используемого для захоронения отходов, должен лежать глиняный относительно непроницаемый слой толщиной в несколько футов. Желательно, чтобы проницаемость не превышала  $10^{-9}$  м/с. В случае отсутствия глины такого качества на участок можно завезти необходимый грунт, который служил бы изолирующим материалом, и/или же установить синтетически гибкую мембранную прослойку. Должны иметься грунты, которые могли бы использоваться в качестве покрытия полигона, либо же, в случае их отсутствия, их необходимо будет завезти на полигон.

Участок не должен располагаться в местах, в которых обычный водосток мог бы вызвать затопление. Вокруг участка необходимо организовать водоотвод.

После определения участка по захоронению отходов в качестве потенциально возможного начинается его детальный анализ. В данном анализе должны: а) даваться оценка важных характеристик каждого участка; б) определяться метод захоронения, который будет исследоваться для каждого участка-претендента; в) устанавливаться детальные требования к проектированию, в зависимости от метода захоронения и участка – претендента; г) разрабатываться коэффициент экономической эффективности каждого альтернативного предложения; д) поощряться участие общественности в планировании; е) определяться, продолжает ли захоронение отходов оставаться реально возможным; и ж) определяться участок или участки, подлежащие активному изучению. Несмотря на то, что в данном анализе используется прежде всего опубликованная информация, желательно проводить полевые исследования.

Фактическое или прогнозируемое использование земли потенциального или прилегающего к нему участка будет оказывать влияние на экономические, политические и социальные аспекты, определяющие выбор участка. Эти факторы могут быть важными сдерживающими факторами, относящимися к использованию возможного участка. Ограничения по использованию земельных ресурсов должны рассматриваться как часть процесса по отбору участка.

Желательно, чтобы захоронение отходов велось на участке производителя отходов или в непосредственной близости к нему. Однако для большинства производителей отходов это не реально. В случае необходимости транспортировки отходов к объекту, не находящемуся на территории производителя, посредством общественных автомобильных или железных дорог, или другими средствами, перевозчик должен обеспечить соблюдение соответствующих правил перевозки опасных веществ.

### **6.1.2.1.3 Характеристики участка**

Случаи идеального размещения участка по захоронению отходов редки. Ниже приводятся некоторые характеристики, которые необходимо учитывать при выборе участка:

- ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
- ГИДРОЛОГИЯ
  - Поверхностная
  - Подземная
- ГЕОЛОГИЯ
- СВОЙСТВА ПОЧВ
  - Физические
  - Химические
  - Гидравлические
- ТОПОГРАФИЯ
- КЛИМАТ
  - Ветер
  - Температура
  - Влажность

Характеристики, неприемлемые для строительства объектов по обращению и захоронению отходов:

- Геология
  - Обнажение коренных подстилающих пород
  - Смещения, например, трещины или разломы над грунтовыми водами
- Гидрология
  - Зона заполнения водоносного слоя
  - Территории, подверженные наводнениям
  - Заболоченные территории
  - Высокий уровень подземных вод, зависящий от сезонных изменений
  - Расположенные поблизости частные или общинные водоснабжающие скважины или хранилища
- Климат
  - Чрезвычайно влажный или холодный
- Топография
  - Чрезвычайно крутые склоны
  - Неровная местность
- Почвы
  - Тонкий почвенный слой над грунтовыми водами
  - Почвы с повышенной водопроницаемостью, располагающиеся над мелкими грунтовыми водами
  - Почвы, обладающие высоким потенциалом эрозии
- Использование земельных ресурсов
  - Ранее использовавшиеся под полигоны участки
  - Участки, загрязненные постоянными остатками химических стоков или водоочистки.

Для оценки пригодности участка характеристики участка могут быть взяты из обзора грунтов. Тем не менее, во многих районах мира современных обзоров грунтов нет. Необходимую информацию по гидрогеологии участка и характеристикам грунтов может получить с помощью наземной съемки, и информации, получаемой с помощью аппаратуры, позволяющей считывать данные на расстоянии.

В *Таблица 24* указываются типы земель, которые обычно не пригодны для участков по захоронению отходов. Среди других геологических характеристик, которые должны быть определены при выборе участка: (а) глубина подземных почв; б) обнажение подстилающих коренных пород; в) тип коренных пород; г) трещины, сдвиги, разломы, расщелины, карстовые образования, родники, впадины, известняковые ямы или другие нарушения в коренных породах.

**Таблица 24 Пригодность отдельных типов земель для размещения на них участков по захоронению отходов**

Тип земельного участка	Комментарии	Пригодность участка для захоронения отходов
Морена	Чрезвычайно неоднородный материал	Необходим детальный анализ грунтов
Пойма	Частое затопление	Непригоден
Фрумлины	Ограниченные территории и крутые склоны	Непригоден
Заполняемые долины	Неоднородный материал, зависящий от основного материала и климата	Необходим детальный анализ грунтов
Дельта	Частое затопление	Непригоден
Береговые валы	Ограниченная территория, высокий уровень грунтовых вод	Непригоден
Прибрежная равнинная местность	Чрезвычайно неоднородный материал	Необходим детальный анализ грунтов
Территории, подверженные приливам	Частое затопление	Непригоден
Песчаные дюны	Выветривание ветром, нестабильные очертания	Непригоден

### **Неприемлемые гидрогеологические условия**

Вредные воздействия на здоровье человека и окружающую среду, которые могут иметь место в случае каких-либо сбоев на объекте по захоронению отходов, сильно отличаются друг от друга и зависят от месторасположения объекта. Некоторые гидрогеологические характеристики участка способствуют быстрому высвобождению и транспортировке отдельных компонентов отходов, и следовательно, обладают большим потенциалом для оказания вредных воздействий. При выборе участка для размещения полигонов таких гидрогеологических условий следует избегать

Непригодными считаются участки, характеризующиеся неустойчивыми гидрогеологическими условиями, участки, где возможно разрушение структур, где хранятся отходы. Непригодные участки – это участки, подверженные: а) наводнениям, б) сейсмическим воздействиям, в) вулканической деятельности, г) оползням или д) оседанию грунтов. Среди других непригодных участков: (а) участки, характеризующиеся слабыми и неустойчивыми грунтами, (б) участки,

расположенные над водоносными горизонтами, используемыми для питьевого водоснабжения.

### **Критерии пригодности участков**

Существуют общие критерии идентификации участков, пригодных для размещения объектов по захоронению отходов:

Описание участка: Может быть дано полное описание геологических, гидрогеологических и почвенных характеристик участка.

Местоположение: Участок должен обеспечивать устойчивость объекта по захоронению отходов и быть защищенным от природных или техногенных катаклизмов. На участке должны быть подходящие гидрогеологические условия.

Мониторинг: Можно обеспечить мониторинг всех потенциальных путей движения подземных вод и других потоков, содержащих загрязняющие вещества.

Защищенные земли: Участок не должен находиться в зоне расположения исторически значимых мест или парков, не должен занимать крупных территорий, которые могут использоваться для сельскохозяйственных целей, важных заповедных зон или мест обитания особей, которым угрожает опасность.

Использование данных критериев и данных по участку позволяет размещать объекты по удалению отходов в местах, где последствия для здоровья человека и окружающей среды будут минимальными.

#### **6.1.2.1.4 Ландшафт**

Вполне очевидно, что места захоронения отходов оказывают визуальное воздействие. Не следует размещать полигоны в живописной местности, на территориях заповедников, небывало красивых местах, местах, отдельные черты которых вызывают повышенный интерес или местах, интересных с научной точки зрения. Влияние полигона в ходе его эксплуатации на ландшафт должно быть минимальным, он не должен приводить к ненужным потерям черт, представляющих интерес или имеющих важное значение. Перед тем, как приступить к эксплуатации полигона, необходимо согласовать соответствующие планы с тем, чтобы избежать неблагоприятных визуальных воздействий и обеспечить его максимально быстрое восстановление. Участок, на котором размещен полигон, должен быть огражден от территорий, доступных для посещения общественности, либо лесополосой, либо естественными земельными формами. Это поможет отличить его визуально. Восстановленный полигон должен быстро вписаться в ландшафт, став его неотъемлемой частью.

Тем не менее, более чувствительные аспекты будут нарушены. Например, если на участке наблюдается геологическое обнажение пород, представляющих серьезный интерес, территорию, где зафиксировано данное явление можно будет сохранить только, если породы выходят у самой поверхности участка или, что тоже возможно, в том случае, если на ней отходы захораниваться не будут. Таким образом, необходимо будет принять решение о том, что важнее: захоронение отходов или сохранение участка. При принятии решения следует учитывать местоположение участка с точки зрения стратегии захоронения отходов, важность черт, которые хотелось бы сохранить, экономические и экологические последствия использования альтернативных решений.

#### **6.1.2.1.5 Топография**

Конфигурация ландшафта определяет маршрут и скорость движения поверхностных вод, а часто и движение подземных вод, находящихся у самой поверхности. Режим транспортировки отходов на участок также требует топографической оценки. Необходимо провести оценку как топографии потенциального участка, так и прилегающей территории. Плоский участок, прилегающий к земле с более крутыми склонами может получить значительный поверхностный сток и подземный поток. Поверхностные и подземные гидрологические аспекты могут помочь оценить такие условия, а также потребность и тип систем отвода поверхностных вод.

#### **6.1.2.1.6 Экология**

Ранее полигоны размещались в карьерах или местах добычи полезных ископаемых, на заброшенных участках и, что гораздо реже, на целинных землях или сельскохозяйственных угодьях. Тем не менее, карьеры или места добычи полезных ископаемых, как правило, плохо подходят для размещения полигонов, поскольку в них отсутствует необходимый глиняный слой, не соблюдаются гидрогеологические условия, существуют трудности с установкой промежуточных слоев. Такие участки по-разному воздействуют на ландшафт и экологию, обладают разными свойствами, однако захоронение отходов на таких участках окажет огромный и скорее всего необратимый эффект на экологию участка и непосредственно прилегающей территории.

#### **6.1.2.1.7 Местное сообщество**

Одно из наиболее очевидных воздействий, оказываемых полигоном на местное сообщество и вызывающим постоянные жалобы – это дополнительное движение транспортных средств, обусловленное наличием полигона. Движение тяжеловесных грузовых машин причиняет неудобства, связанные с шумом, вибрацией, выхлопными газами, пылью, грязью и визуальными воздействиями. По мере возможности, маршрут тяжеловесных транспортных средств должен разрабатываться таким образом, чтобы их движение к месту назначения происходило по главным дорогам. Об этом можно договориться либо на добровольной основе, либо необходимо включать данное условие в контракт на захоронение отходов, если таковой существует. В целях установления хороших отношений с местным сообществом и демонстрации своей компетенции предприятие, эксплуатирующее полигон, должно быстро и благожелательно реагировать на их жалобы. Оперативная реакция позволит предприятию продемонстрировать свою решимость обеспечить эффективную эксплуатацию участка, а также должную заботу об охране окружающей среды и сообщества.

### **6.1.2.2 Свойства грунтов и механизмы контроля загрязнения**

#### **6.1.2.2.1 Свойства грунтов**

Свойства грунтов, требующие оценки, зависят от фракционного состава отходов и типа захоронения отходов. Измерение свойств грунтов должно стать составной частью детального анализа и полевых исследований. Интерес представляют следующие свойства грунтов: проницаемость, pH, содержание органических веществ, содержание ила, песка и глины, скорость обмена катионами. Эти и другие аналогичные параметры рассматриваются в главе 6.1.2.1.



Данные почвенного разреза могут использоваться для подготовки детальной карты грунтов участка. Ниже приводятся шаги, которым необходимо следовать для получения данных о грунтах какого-то конкретного участка, в частности участка по захоронению или обращению с отходами:

- Шаг 1
  - Разработать карты почв на основе фотографий, полученных с воздушных транспортных средств, обзоров почв, рисунков топографических карт или другой имеющейся информации.
  - Определить ориентировочные границы почвенных слоев и местоположение пунктов мониторинга.
- Шаг 2
  - Наложить на участок сетку и определить уровень поднятия отдельных участков сетки.
  - Провести бурение грунтов и определить их характеристики на участках, обозначенных на сетке.
  - Установить временные скважины мониторинга подземных вод.
- Шаг 3
  - Разработать топографические карты высоты грунтов, высоты непроницаемых горизонтов, уровней подъема подземных вод и глубины по отношению к коренным подстилающим породам.
  - Проанализировать характеристики грунтов и сопоставить их с известными типами почв.
  - Разработать карту почв и указать местоположение точек отбора проб для каждого типа почв.
  - Определить химические и гидравлические параметры для измерений.
- Шаг 4
  - Взять пробы для химического анализа.
  - Провести гидравлические тесты в выбранных точках сетки.
  - Пробурить глубокие скважины для определения геологических условий подземных слоев.

#### **6.1.2.2.2 Механизмы контроля загрязнения почв**

Знание механизмов контроля и удаления загрязняющих веществ в грунтах имеет важное значение для принятия решений, касающихся типа захораниваемых на поверхности или в недрах земли отходов, а также правильного проектирования и эксплуатации участков по захоронению отходов.

Свойства грунтов, имеющих на участке, а также протекающие биологические и химические реакции оказывают влияние на мобильность компонентов отходов или побочных продуктов. Например, в отдельных грунтах отходы, имеющие высокое или низкое значение pH, могут обезвреживаться, неорганические компоненты могут преобразовываться в менее мобильные и токсичные, а органические соединения могут разлагаться.

Почва состоит из твердых частиц, разделенных порами. Твердые вещества состоят из минеральных частиц фрагментов скал и органических веществ, образующихся в результате гниения растений и разложения животных. В состав органических веществ также входят микроорганизмы. В верхнем почвенном слое органические

вещества могут составлять 1-10% твердых веществ. Поры между твердыми частицами заполнены воздухом или водой и растворенными органическими или неорганическими элементами.

Движение воды – это естественная функция, зависящая от количества пор, в то время, как движение фракций отходов связано как с движением воды, так и физико-химическими характеристиками фракций и почвы. Свойства почвы изменяются во времени и пространстве. Например, с увеличением глубины увеличивается процентное содержание неорганических веществ.

Структура грунтов определяется на основании размера отдельных минеральных частиц. В *Таблица 25* перечислены ее основные классы. Упоминаются и другие термины, обычно используемые для описания грунтов. По определению, песок должен составлять 70% или более веса песчаных почв, а глиняные почвы должны содержать, по крайней мере, 35% глины.

**Таблица 25 Классы структуры грунтов и общепринятая терминология, используемая для их описания**

Структура	Общепринятая терминология	Диапазон проницаемости (см/час)
Грубая	Песчаная, суглинистый песок	> 5
Умеренно грубая	Крупный суглинистый песок, мелкий суглинистый песок	От 1.6 до 5
Средняя	Очень мелкий суглинистый песок, суглинок, илистый суглинок, ил	От 1.6 до 5
Умеренная	Суглинок, глина и песок, илистый суглинок	От 0.5 до 1.6
Тонкая	Глина с песком, илистая глина, глина	<0.10 до 0.5
<b>Частицы</b>		<b>Размеры (мм)*</b>
Гравий		
о грубый		От 12.7 до 76.2
о тонкий		От 2.0 до 12.7
Песок		
о очень крупный		От 1.0 до 2.0
о крупный		От 0.5 до 1.0
о средний		От 0.25 до 0.5
о мелкий		От 0.1 до 0.25
о очень мелкий		От 0.05 до 0.1
Ил		0.002 до
Глина		<0.002

\* Система классификации Министерства сельского хозяйства США

Размер частиц в почвах остается постоянным за исключением случаев, когда имеют место значительные физические или химические процессы. В результате основным свойством почвы становится доля частиц одного и того же размера. Размеры гравия, песка, ила и глины представлены в *Таблица 25*. Для определения размера частиц в грунтах мелкие песчаные и более крупные фракции сгруппированы в зависимости от использования сетчатых фильтров. Процентное содержание ила и глины устанавливается посредством методов определения скорости осаждения частиц в водной суспензии.

Проницаемость связана с легкостью, с которой воздух и вода перемещаются в почве, и определяется размером пор почвы. Диаметр отдельных пор может быть от нескольких микронов до нескольких миллиметров. Как правило, чем тоньше структура почвы, тем ниже проницаемость. Глина характеризуется очень низкой проницаемостью (Таблица 26). Проницаемость выражается в единицах расстояния на единицу времени (дюймы или сантиметры/час). Общепринятые классы проницаемости даны в Таблица 26.

**Таблица 26 Общепринятые классы проницаемости\***

Класс	Проницаемость	
	(см/час)	(м/с)
Очень быстрый	>25.0	$>7 \times 10^{-5}$
Быстрый	12.5 – 25.0	От 3.5 до $7 \times 10^{-5}$
Умеренно быстрый	6.25 – 12.5	От 1.7 до $3.5 \times 10^{-5}$
Умеренный	2.0 – 6.25	От 0.6 до $1.7 \times 10^{-5}$
Умеренно медленный	0.5 – 2.0	От 1.4 до $6 \times 10^{-6}$
Медленный	0.125 – 0.5	От 3.5 до $14 \times 10^{-7}$
Очень медленный	<0.125	$<3.5 \times 10^{-7}$

\*Классификация, используемая службой почвосбережения США

Еще одна важная характеристика почв – их способность удерживать растворенные ионы и соединения. Результирующий заряд на глину и перегной является отрицательным.

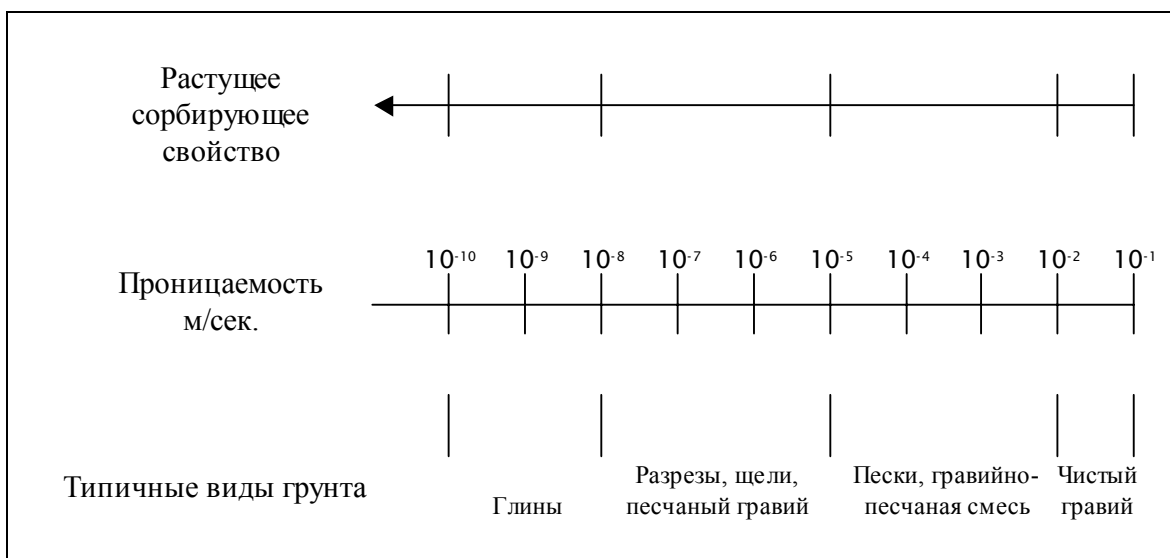
Положительно заряженные ионы (катионы), такие как аммоний, кальций, магний и натрий притягиваются к глине и перегною и удерживаются ими. Отрицательный заряд, оказываемый на органические вещества почв и, в меньшей степени, частицы глины зависит от рН, при этом с увеличением содержания рН результирующий отрицательный заряд увеличивается.

В результате данного явления положительно заряженные ионы (катионы) удерживаются почвами, имеющими высокое содержание глины и перегноя, тогда как отрицательно заряженные ионы (анионы), такие как ионы нитрата и хлорида, удерживаться не будут, продолжая оставаться мобильными и перемещаясь с водой в почве. Чем больше способность обмена катионами (СОК) почвы, тем больше потенциал почвы к удержанию заряженных частиц отходов и тем более подходит она для обращения с отходами и их захоронения. СОК почвы выражается в миллиэквивалентах (мэкв) на 100 г почвы (мэкв/100 г) и определяется содержанием органических веществ, а также типом и количеством глины в почве. СОК чистого перегноя составляет около 200 мэкв./100 г, тогда как СОК монтмориллонитовых и каолинитовых глин составляет около 90 и 80 мэкв/100 г соответственно. СОК большинства почв колеблется между 10 и 30 мэкв/100 г.

Состав почв, проницаемость и СОК почв являются основными факторами, влияющими на движение отдельных фракций отходов в почвах. Общие отношения между типами почв, проницаемостью и сорбционными свойствами изображены на *Граф. 3*. Существуют, однако, и другие факторы, оказывающие влияние на перемещение и судьбу отдельных компонентов, попавших на поверхность или внутрь земли. Более подробную информацию можно получить в фундаментальных научных трудах по почвам (Брейди (Brady), 1984 г.) и справочных документах (Пейдж (Page) и др, 1983 г., Лоер (Loehr) и др., 1979 г.). Химические реакции, происходящие в почвах, влияют на мобильность растворенных ионов или соединений, в результате чего некоторые фракции могут удерживаться на участке в

течение неограниченного количества времени, тогда как другие являются более подвижными. Адсорбция и химическое оседание – две важные химические реакции, управляющие движением отдельных фракций отходов на участке по захоронению отходов. При этом скорость обмена катионов (СОК) является наиболее важным абсорбционным явлением. Многие потенциально токсичные металлы, такие как кадмий (Cd), никель (Ni), цинк (Zn) и медь (Cu) имеют положительный заряд, уменьшение их подвижности и удержание грунтом связано с СОК грунта.

**Граф. 3 Проницаемость грунтов и сорбирующие свойства грунтов**



Поскольку СОК грунта обычно связана с распределением частиц того или иного размера, а также типом грунта (структурой грунта), содержание металлов в захораниваемых отходах зависит от данного свойства. Это учитывалось при установлении интегральных лимитов на содержание металлов в шлаках, располагающихся на сельскохозяйственных пахотных угодьях (USEPA 1983). Разрешаемое содержание металлов увеличивается для грунтов с более высокими значениями СОК. Разрешаемое содержание металлов, как правило, имеет следующий порядок: Pb > Zn > Cu > Ni > Cd. Максимальное количество фракций отходов, присутствие которых разрешается, зависят от типа и характера отходов, а также свойств грунтов.

### 6.1.2.2.3 Разложение под действием микроорганизмов

Первоочередную роль в снижении объемов органических загрязнителей почвы играет разложение под действием микроорганизмов. Это наиболее эффективно происходит в тех случаях, когда грунт и мусор тесно смешиваются и создаются оптимальные условия для разложения и распада. Микроорганизмы, находящиеся в почве, способны перерабатывать органические компоненты различных видов отходов. Такое разложение происходит при участии факультативных или анаэробных микроорганизмов в том случае, когда отходы не являются по отношению к ним ингибиторами или токсинами. Говоря в общем, почва обладает большим потенциалом переработки органических углеродов. Зарегистрированное (Loehr et al. 1979) количество перерабатываемых почвой отходов без ущерба природной среде равняется 1100 кг/га/день. Вредные отходы, однако, содержат также органические компоненты, которые не сразу готовы к разложению. Такие органические компоненты как хлорированные углеводороды относительно

устойчивы к разложению в почве, если микроорганизмы почвы предварительно не подготовлены к переработке специальных отходов.

На обычных санитарных полигонах изначально преобладают аэробные условия. Однако, в результате выделения метана и двуокиси углерода, как продуктов углеродного обмена, быстро создаются анаэробные условия. Карбоновые кислоты являются основными промежуточными соединениями и могут сохраняться в качестве конечных продуктов углеродного обмена. В обмене веществ на полигонах для бытовых отходов Великобритании преобладают углеводороды, составляющие около 50% сухого вещества, в то время как белки и липиды составляют только 5-10% сухого вещества.

Большая часть исследований в области микроорганизмов, обитающих на полигонах, осуществляется в интересах здравоохранения. Внимание сосредоточивается на присутствии микроорганизмов, участвующих в разложении бытовых отходов. На контролируемых полигонах опасные для человека и животных болезнетворные микроорганизмы не должны выживать. Некоторые из таких микроорганизмов могут присутствовать в поверхностных стоках, если стоки образуются непосредственно после выброса отходов, но не следует уделять большого внимания болезнетворным микроорганизмам, находящимся на полигоне, поскольку именно полигоны предназначены для размещения отходов.

От степени уплотнения отходов зависит скорость их разложения. Если отходы сваливаются без уплотнения ( $0,35 \text{ т/м}^3$ ), обеспечивается беспрепятственный доступ кислорода в толщу. Разложение в этом случае происходит аэробно и основные продукты — диоксид углерода и вода — получаются при температурах выше  $80^\circ\text{C}$ . При плотности отходов более  $0,5 \text{ т/м}^3$  процесс разложения становится преимущественно анаэробным с выделением карбоновых кислот в виде фильтрата и метана в газовой фазе. При дальнейшем увеличении плотности затрудняется проникновение воды в толщу и значительное увеличение влажности не наблюдается. Поскольку степень разложения возрастает по мере увеличения влажной составляющей, высокая степень уплотнения отходов позволяет снизить темпы разложения. Однако, в некоторых случаях чрезмерное уплотнение отходов может означать, что насыщение может быть достигнуто при меньшем уровне влажности. Большое количество выделяемых газов наблюдалось при плотности  $0,8 \text{ т/м}^3$  и больше.

### **6.1.2.3 Защита качества водных ресурсов**

#### **6.1.2.3.1 Полигоны и качество воды**

В результате инфильтрации поверхностных и ливневых стоков на полигоне с одновременным биохимическим и химическим распадом отходов образуется фильтрат с высоким содержанием взвешенных веществ, органических и неорганических компонентов. В случае проникновения фильтрата в поверхностные или грунтовые воды без предварительного достаточного разбавления возможно серьезное их загрязнение.

Управления водного хозяйства, а также учреждения, в ведении которых находятся полигоны, обязаны следить за тем, чтобы эксплуатация полигонов не наносила вреда качеству водных ресурсов.

Соответствующие учреждения в секторе водного хозяйства должны обеспечить максимальную защиту объектов, используемых в качестве источников питьевого водоснабжения, а также осуществлять общую охрану водных ресурсов. Вода в неосвоенных водоносных горизонтах, пригодных для питьевого водоснабжения,

должна быть защищена так, как если бы они были освоенными. Управления водного хозяйства также должны принимать участие и в прочих аспектах развития полигонов, если это как-то касается стока.

- **Характеристики полигонов**

Редко можно найти место, идеально подходящее для полигона, однако существует множество территорий, которые, при условии тщательного планирования (с соответствующими затратами), могут быть приспособлены под полигоны. Полигоны можно классифицировать по количеству содержащегося в них фильтрата. Для удобства объекты подразделяют на два типа: "открытого" типа (полигоны для размещения неуплотненных разжиженных отходов) и "закрытого" типа (полигоны для захоронения и консервации отходов в изолированном виде) в соответствии с двумя различными подходами к охране водных ресурсов.

- **Полигоны "открытого" типа**

Эти полигоны обеспечивают медленный сток фильтрата и основываются на различных механизмах замедления процесса разложения в пределах насыщенных и ненасыщенных зон с применением различных подстилающих слоев с целью снижения негативного влияния на окружающую среду. Механизмы замедления включают разжижение отходов и распределение их по большей площади с целью снижения воздействия на водные ресурсы. Геологические образования, наиболее подходящие для создания полигонов этого типа, характеризуются значительным присутствием глинистых минералов, обеспечивающих медленное протекание фильтрата через естественные поры и щели. Замедление процессов может также осуществляться с помощью проницаемых подстилающих слоев. На некоторых полигонах перемещение фильтрата происходит слишком быстро, чтобы осуществлять биологические или химическое сдерживание процесса, однако, разжижение и распределение по поверхности остается актуальным. Такие полигоны в естественном состоянии обычно пригодны для относительно инертных отходов, хотя и могут быть приспособлены для размещения других веществ.

- **Полигоны "закрытого" типа**

Полигоны "закрытого" типа предназначены для изолирования отходов и фильтрата от природной среды на значительный период времени (от десятков до сотен лет). Это может быть обеспечено путем использования естественных свойств геологических слоев с низкой пропускающей способностью или посредством искусственно созданной изолирующей подложки. На полигонах такого типа нейтрализация отходов происходит полностью в замкнутом объеме. Со временем органическая плотность фильтрата снижается, хотя в некоторых случаях, особенно при наличии трудноперерабатываемых отходов, качество фильтрата может снизиться.

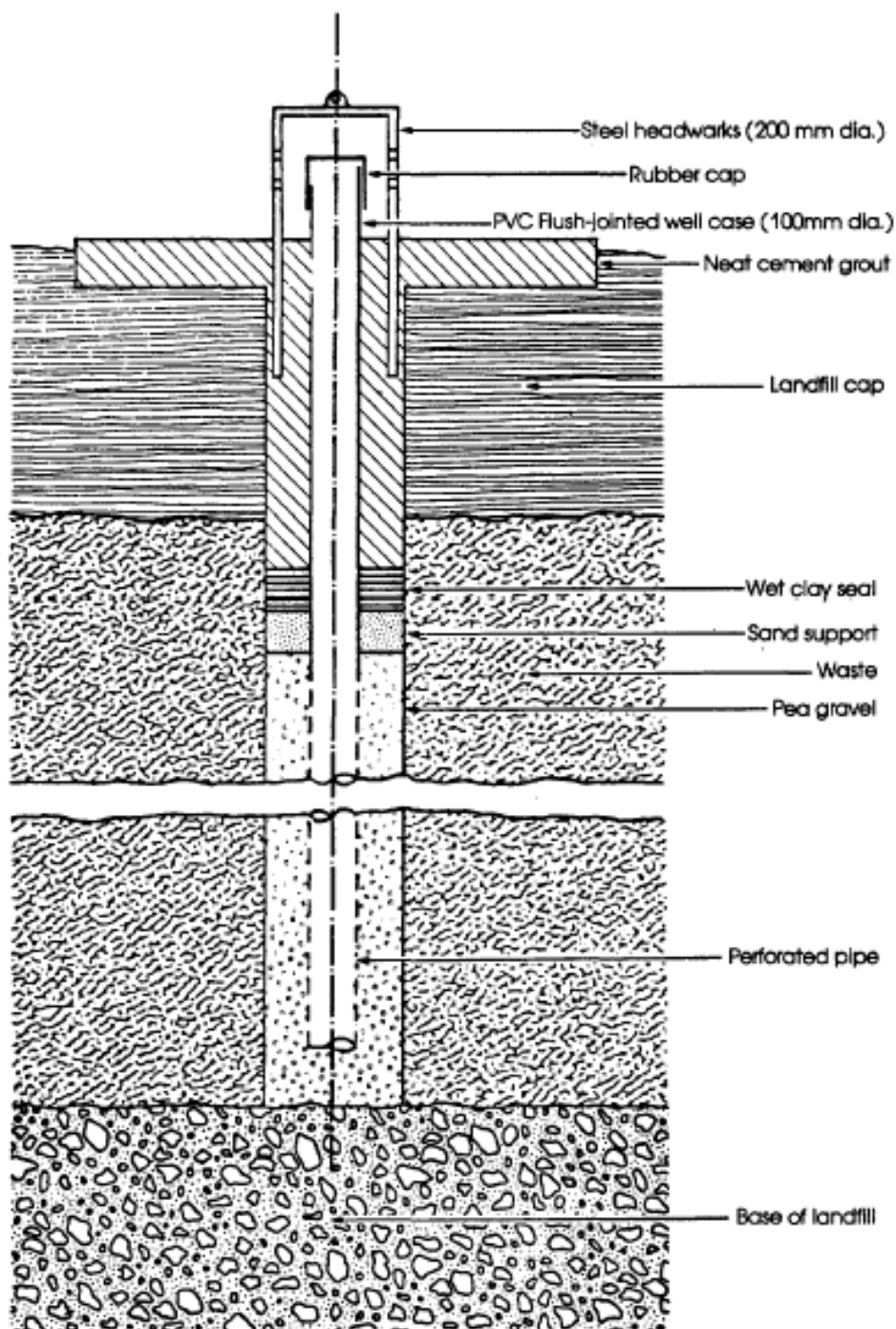
Полигоны "закрытого" типа обычно непригодны для размещения больших объемов жидких отходов. В конечном счете, такие полигоны могут переполниться, если своевременно не сократить приток жидкости с помощью подходящего покрытия, не пропускающего воду. Следует отметить, что для защиты качества водных ресурсов изолирующая способность покрытия также важна, как и изолирующая способность подложки. Системы контроля фильтрата также должны предусматривать возможность отвода и переработки фильтрата, если это необходимо. Восстановление

и последующий уход за полигонами должен быть учтен при начальном проектировании.

#### **6.1.2.3.2 Охрана качества водных ресурсов**

Место расположения полигона необходимо выбирать и проектировать с учетом обеспечения безопасности водных ресурсов. фундаментальным аспектом является контроль фильтрата. Контроль должен основываться на понимании принципов водного баланса полигона с учетом притока жидкости, вместительности полигона и объемов стока так, чтобы как можно более точно оценить объемы и продолжительность выработки фильтрата, а также спланировать необходимые контролирующие меры. Такая оценка, а также эффективность предпринимаемых мероприятий, должны постоянно контролироваться в ходе мониторинга (см. *Рис. 23*). Как только фильтрат выходит за границы полигона существует потенциальная опасность загрязнения как грунтовых, так и поверхностных вод. Необходимо изолировать полигон от возможных источников жидкости. Жидкость, скапливаясь над подстилающим слоем, образует гидростатический напор, увеличивает объем фильтрата, который необходимо удалить, и создает опасность утечки.

*Рис. 23 Скважина для контроля фильтрата*



Steel headworks (20 mm dia.)	Металлическая головная конструкция (диаметр – 20 мм)
Rubber cap	Резиновый наголовник
PVC flush-jointed well case (100 mm dia.)	Обсадные трубы из ПВХ с безнипельными соединениями
Neat cement grout	Очищенный цементный раствор
Landfill cap	Верхний пласт полигона
Wet clay seal	Изолирующий слой из влажной глины
Sand support	Песочная прослойка



Waste	Отходы
Pea gravel	Мелкий гравий
Perforated pipe	Перфорированная (дренажная) труба
Base of landfill	Основание полигона

▪ **Поверхностные воды**

Сток фильтрата в поверхностные водотоки должен быть предотвращен, если на то нет соответствующего разрешения управления водных ресурсов. Поверхностные воды могут быть защищены путем разработки и сооружения соответствующих дренажных систем; однако, фильтрат может проникнуть многими путями, поэтому следует провести гидрологическое исследование, чтобы убедиться в том, что все возможные основные пути предусмотрены в проекте. Фильтрат может просачиваться через основание или борта полигона и проникать в поверхностные воды. В противном случае, когда полигон оборудован водонепроницаемым дном и бортами, при отсутствии жесткого контроля над притоком жидкости фильтрат может проникнуть в поверхностные водотоки при переливе. Риск утечки фильтрата особенно высок в местах старых горных выработок, где, возможно, были прорыты дренажные штольни.

Небольшие V-образные впадины могут быть использованы в качестве полигонов путем строительства водоотводных каналов и отсыпки. Однако, здесь существует риск того, что фильтрат под действием гравитации будет разгружаться в водоотводной канал. Такие впадины необходимо тщательно обследовать на предмет наличия сезонных и постоянных источников, малых водотоков; следует изучить природу и площадь зоны водосбора с целью расчета пропускной способности обводного канала. Размещение отходов над обводными каналами не считается приемлемым и возможно только при условии тщательного проектирования инженерных сооружений. Рекомендуется отводить верховую воду вокруг полигона. Территории между старыми железнодорожными насыпями также могут рассматриваться как искусственные впадины, однако здесь необходимо учитывать тот факт, что в таких насыпях имеются дренажные каналы, которые могли сохраниться. Необходимо определить, имеются ли такие дренажные каналы, и если они есть, то следует рассмотреть варианты их отвода, блокирования или сохранения. Важно помнить, что стенки водоотводных каналов должны быть водонепроницаемые, например достаточным изолятором является слой глины толщиной 0,5 м.

В результате подземной выработки породы (угля, соли) может иметь место оседание пород с образованием впадин на поверхности. В таких впадинах могут скапливаться дождевые осадки. Этот процесс также усугубляется тем, что оседание породы может нарушить естественные пути стока и привести к затоплению подземных пустот. Или же впадины могут высохнуть в результате разломов пород и проникновения воды в нижележащие горизонты. Такие территории не могут рассматриваться в качестве мест организации полигонов до тех пор, пока не будут проведены соответствующие инженерные работы по предотвращению загрязнения, в том числе и возможного от оседания пород в будущем.

Некоторые полигоны располагаются выше уровня окружающих земель. В таких случаях фильтрат проникает либо через основание в нижележащие породы, либо выступает на поверхность окружающих земель. Необходимо выяснить, существует ли дренажная система; если да, то необходимо выяснить ее характеристики, после чего принять решение относительно использования, защиты или удаления полигона.

■ Грунтовые воды

Охрана грунтовых вод — задача более сложная и требует более детального изучения гидрогеологических характеристик местности с целью выяснения путей проникновения фильтрата в случае утечки. В местах с большим расходом грунтовых вод перед проникновением в грунтовые воды фильтрат будет быстро проходить через трещины и грубые осадочные породы, также медленно — через толщу пород. В иных местах сток фильтрата с полигона будет жестко ограничен, но, тем не менее, в долгосрочной перспективе ожидается некоторый переток. Необходимо оценить, в гидрогеологическом и прочих аспектах, вероятную эффективность механизмов сдерживания стока в пределах полигона и в подстилающих горизонтах и их влияние на снижение риска загрязнения до приемлемого уровня. По данным таких исследований можно оценить типы и объемы микроорганизмов, взаимодействующих в массе отходов.

Основные компоненты фильтрата могут быть объединены в следующие четыре класса:

- (а) основные элементы и ионы: кальций, магний, железо, натрий, аммоний, карбонаты, сульфаты, хлориды;
- (б) рассеянные металлы: марганец, хром, никель, свинец, кадмий;
- (в) различные органические соединения, количество которых обычно измеряется общей органическим углеродом (ООУ) и химическом потреблении кислорода (ХПК); отдельные органические вещества, такие как фенол; а также
- (г) микроорганизмы.

Все бытовые и некоторые промышленные отходы способствуют увеличению объемов фильтрата. Состав бытовых отходов практически однообразен по составу на всех полигонах, как однообразен и фильтрат; типичный состав фильтрата свежих и старых бытовых отходов приведен в *Таблица 27*. Состав фильтрата на полигонах, где размещаются промышленные отходы, более разнообразен; сравнительная характеристика составов фильтрата бытовых и промышленных отходов полигонов, принимающих только бытовые, только промышленные, а также смешанные отходы, приведена в *Таблица 28*.

**Таблица 27 Типичный состав фильтрата свежих и старых бытовых отходов на различных стадиях разложения (мг/л)**

Измеряемый параметр	Фильтрат (свежие отходы)	Фильтрат (старые отходы)
РН	6,2	7,5
ХПК	23800	1160
БПК	11900	260
ООУ	8000	465
Жирные кислоты (С)	5688	5
Аммиачный азот	790	370
Оксидированный азот	3	1
О-фосфаты	0.73	1.4
Хлориды	1,315	2,080
Na	960	1,300
Mg	252	185
K	780	590
Ca	1,820	250
Mn	27	2.1

Измеряемый параметр	Фильтрат (свежие отходы)	Фильтрат (старые отходы)
Fe	540	23
Ni	0.6	0.1
Cu	0.12	0.3
Zn	21.5	0.4
Pb	8.4	0.14

**Таблица 28 Состав фильтрата твердых отходов на полигоне (мг/л)**

	Бытовые отходы	Питси (Великобр.) 43% пром. отходов	Райнхам (Великобр.)*Пром. и бытовые отходы	Гранмо (норвегия) 66% пром. отходов	Седар Хиллз (США) Пром. и бытовые отходы
pH	5.8-7.5	8.0-8.5	6.9-8.0	6.8	5.4
ХПК	100-62,400	850-1,350		470	38,800
БПК	2-38,000	80-250		320	24,500
ООУ	20-19,000	200-650	77-10,000	100	
Летучие кислоты (C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> )	ND-3,700	20	600-10,000	10	7,100
Аммонийный азот	5-1,000	200-600	90-1,700	120	
Органический азот	ND-770	5-20		62	
Нитраты-N	0.5-5			0.04	
Нитриты-N	0.2-2	0.10-10	8.0		
О-фосфаты	0.02-3	0.20		0.6(Total)	11.3(Total)
Хлориды	100-3,000	3,400	400-1,300	680	
Сульфаты	60-460	340	150-1,100	30	
Na	40-2,800	2,185	2,000	462	
K	20-2,050	888	50-125	200	
Mg	10-480	214		66	
Ca	1.0-165	88		188	
Cr	0.05-1.0	0.05	0.5	0.02	1.05
Mn	0.3-250	0.5			
Fe	0.1-20,50	10	0.6-1,000	70	810
Ni	0.05-1.70	0.04	0.5	0.1	1.20
Co	0.01-1.15	0.09	0.5	0.09	1.30
Zn	0.05-130	0.16	1.0-10	0.06	155
Cd	0.005-0.01	0.02		0.0005	0.03
Pb	0.05-0.60	0.10	0.5	0.004	1.40
Одноатомные фенолы		0.01	ND-2.0		
Общий цианид		0.01	0.09-0.52		
Органохлористые пестициды		0.01			
Органофосфорные пестициды		0.05			
ПХБ		0.05			

\* пробы получены из скважин на территории полигона

▪ **Последствия загрязнения воды в результате утечки фильтрата**

Хорошая конструкция и правильная эксплуатация сооружений, в частности проведение в полной мере сдерживающий мероприятий, могут обеспечить безопасность водных ресурсов и свести до минимума риск из загрязнения.

Тем не менее, потенциальная возможность ущерба продолжает существовать и должна быть осознана. Последствия загрязнения поверхностных и грунтовых вод фильтратом кратко описаны в последующих разделах.

▪ **Поверхностные воды**

Проникновение концентрированного фильтрата и неорганических растворов металлов низкой степени окисления в водотоки приведет к снижению количества растворенного в воде кислорода и, как следствие, к гибели зависимых от кислорода форм жизни. Если фильтрат содержит не разлагающиеся биологически органические соединения, то они будут присутствовать в воде на протяжении определенного времени. Когда такие соединения включаются в пищевую цепь, то они могут негативно подействовать на водные организмы. В то время как воздействие на водную фауну отдельных соединений может быть оценено или предсказано с определенной степенью точности, последствия же воздействия комплекса соединений неизвестны. Кроме этого, температура, кислотность и концентрация растворенного кислорода также влияют на степень токсического воздействия на отдельные водные организмы. Для многих загрязняющих веществ нельзя определить единую предельно допустимую концентрацию для всех водных видов.

▪ **Грунтовые воды**

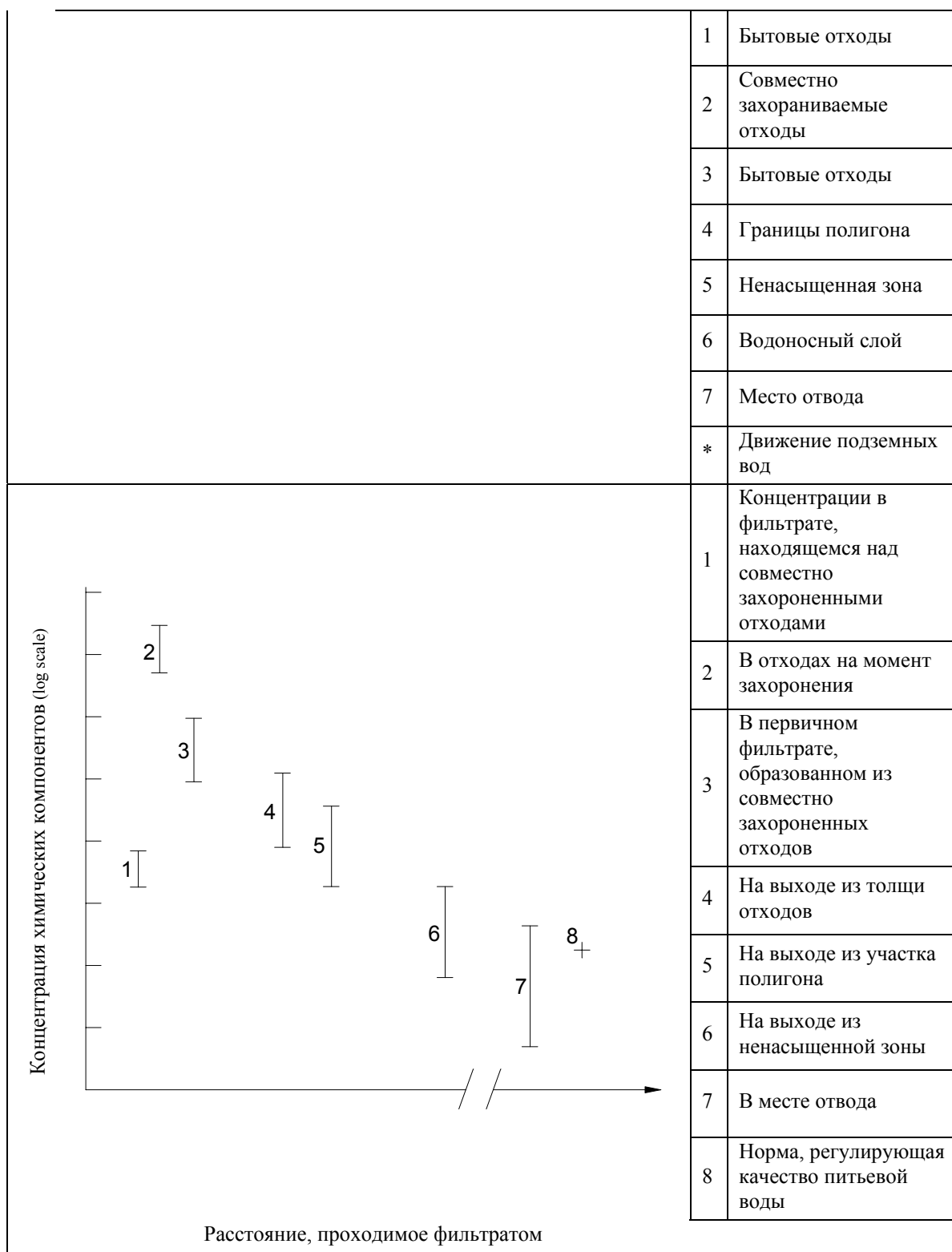
Последствия утечки концентрированного фильтрата в грунтовые воды сохранятся на долгое время из-за ограниченного количества растворенного кислорода и низких темпов рассеивания. Будучи однажды загрязненным, водоносный горизонт на долгое время становится непригодным в качестве источника питьевого водоснабжения. Природа геологических слоев и скорости расхода грунтовых вод определяют форму пятна загрязнения и направление его движения в водоносных слоях от места расположения полигона. Некоторые составляющие фильтрата химически стабильны, иные не подвержены сдерживанию физическими средствами в среде грунтовых вод. Определение формы и количественная оценка пятна загрязнения крайне трудны, если нет возможности отбора большого количества проб из достаточного числа скважин.

▪ **Сдерживание**

Когда отходы размещаются на полигоне, предпринимаются различные меры по снижению потенциальной опасности фильтрата. Предпринимаемые меры — химические, биологические или физические по сути — именуются "сдерживающими" (см. Рис. 24). Далее кратко перечисляются процессы, которые уже были описаны. Они отличаются только природой и количеством отходов и зависят от геохимических характеристик слоев грунта и преобладающих гидрогеологических условий.

**Рис. 24** *Различные факторы, влияющие на сдерживание химических веществ полигонами и окружающими геологическими слоями*

	0	Осадки
--	---	--------



Сдерживание может привести к эффективному удалению конкретных загрязняющих компонентов фильтрата или отсрочить их проникновение в природную среду. Главные сдерживающие процессы перечислены в *Таблица 29*, однако, на многие загрязняющие компоненты воздействовать невозможно.

**Таблица 29 Сдерживание**

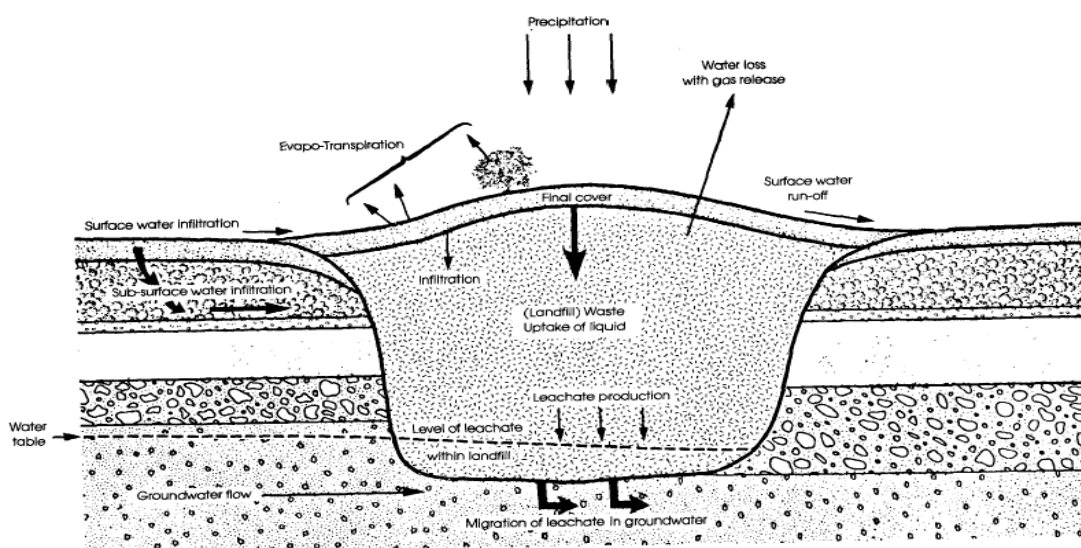
Физическое	Абсорбция, адсорбция, фильтрация, растворение, рассредоточение
Химическое	Взаимодействия "кислота-основание", окисление, восстановление, осаждение, совместное осаждение, ионный обмен, комплексное ионное образование.
Биологическое	Аэробное и анаэробное микробиологическое разложение

### 6.1.2.3.3 Расчет водного баланса

Важность понимания водного баланса полигона уже неоднократно отмечалась. Необходимо свести к минимуму образование фильтрата. Опасность последствий инфильтрации ливневых осадков делает крайне необходимым строгий контроль над проникновением грунтовых и поверхностных вод на полигон (см. *Рис. 25*). Для облегчения расчета и оценки вероятных объемов фильтрата применяются соответствующие уравнения водного баланса. Основными факторами, влияющими на водный баланс полигона являются:

- (а) приток воды, включая эффективные осадки (осадки минус сток, испарение, транспирация), поверхностная инфильтрация, жидкие отходы;
- (б) площадь поверхности,
- (в) природа отходов,
- (г) геологические особенности полигона и
- (д) накопление воды на поверхности (например, скопление фильтрата во впадинах).

**Рис. 25 Водный баланс полигона**



**Пояснения к Рис. 25**

Groundwater flow	Движение подземных вод
Water table	Уровень подземных вод
Sub-surface water infiltration	Инфильтрация подземных вод
Surface water infiltration	Инфильтрация поверхностных вод

Evapo-Transpiration	Суммарное испарение
Precipitation	Осадки
Water loss with gas release	Водоотдача при газовыделении
Surface water run-off	Сток поверхностных вод
Final cover	Окончательная засыпка
Infiltration	Инфильтрация
(Landfill) waste uptake of liquid	Поглощение отходами (полигоном) жидкости
Leachate production	Образование фильтрата
Level of leachate within landfill	Уровень фильтрата на полигоне
Groundwater flow	Движение подземных вод
Migration of leachate in groundwater	Движение фильтрата в подземных водах

Для оценки вероятного ежегодного количества выделяемого фильтрата может использоваться следующее уравнение водного баланса:

$$L_0 = l - E - aW,$$

где

$L_0$  — свободный фильтрат, сохраняющийся на полигоне (общий объем образующегося фильтрата минус объем стока), в м<sup>3</sup>/год (Управление по делам бюджета Конгресса США, 1985 г.);

$l$  — общий объем притока жидкости (осадки плюс отходы плюс все виды поверхностного или грунтового притока) в м<sup>3</sup>/год;

$a$  — поглощающая способность отходов (м<sup>3</sup>/т принятых к размещению отходов);

$W$  — ежегодная масса размещаемых отходов в т/год.

Хорошей практикой является эксплуатация полигонов, когда показатель  $L_0$  отрицательный или равен нулю. Положительное значение  $L_0$  подразумевает наличие утечки.

После восстановления полигона уравнение требует преобразования, чтобы полностью отражать ситуацию. Возможно сохранение некоторой поглощающей способности отходов ( $U$ ) и дополнительный параметр ( $R$ ) должен быть введен для учета поверхностного стока вод. В новом виде уравнение примет следующий вид:

$$L_r = l - E - R - U,$$

где

$L_r$  — фильтрат, оставшийся на полигоне после восстановления (Brady, 1984).

Для полигонов с малопроницаемым покрытием значение параметра  $R$  будет очень велико. Значение  $U$  может быть вычислено как сумма значений  $L$  из первого уравнения во время эксплуатации полигона. Основные факторы, контролирующие выделение фильтрата, описаны ниже со ссылками на параметры уравнения водного баланса.

### Общий приток жидкости ( $l$ )

Атмосферные осадки, которые в таких странах, как Великобритания, выпадают в количестве 0,55–2,0 м/год, являются основным источником притока воды на полигоны. По мере возможности, необходимо максимально сократить поверхностный приток и грунтовую инфильтрацию на полигоне. Любой остаточный приток жидкости должен быть измерен с целью учета его в уравнении водного баланса. Некоторые полигоны имеют лицензии на принятие и размещение жидких отходов и этот фактор притока должен учитываться в общем водном балансе

объекта. Разбрызгивание собираемого фильтрата поверх новых размещаемых на полигоне отходов является распространенной практикой. Этот объем фильтрата уже был однажды учтен в балансе, однако, если собранный фильтрат разбрызгивается на новых территориях, то этот объем должен быть снова учтен в качестве составляющей уравнения баланса.

### **Испарение и транспирация ( $E$ )**

Ветер, температура воздуха, влажность и атмосферное давление влияют на скорость испарения/транспирации и отражаются параметром  $E$  в приведенном выше уравнении. Однако, территориальные различия между значениями  $E$ , скорее всего, гораздо меньше, чем различия в значениях между действующими и закрытыми полигонами. Развитая растительность на закрытых полигонах способствует росту транспирации и связывает почву, тем самым, предотвращая эрозию. Однако, целостность изолирующей верхней присыпки, ограничивающей инфильтрацию и способствующей поверхностному стоку, может быть нарушена корнями растений.

Эффективные осадки выражаются как разность между общим объемом осадков и  $E$ . Количество осадков, проникающих сквозь поверхность полигона, таким образом, равно количеству эффективных осадком минус сток. Данные экологического мониторинга показывают, что темпы инфильтрации на поверхности типичного грунта колеблются от 20% летом до 100% зимой. Такие высокие темпы фильтрации, которые, очевидно, независимы от качества ежедневной покрывающей отсыпки, указывают на важность ограничения количества действующих карт и исключения источников притока жидкости. Подобные же требования предъявляются и к промежуточному слою; как показывают наблюдения, темпы инфильтрации осадков практически не зависят от типа или толщины промежуточного слоя. Если при формировании полигона образуются плоскости с уклоном более 10%, возможно ожидать некоторый сток, однако он не способен в значительной степени снизить общий объем инфильтрации, если дополнительно не обеспечить сбор и отведение сточных вод. По этим причинам маловероятно, что сток на действующем полигоне будет эффективным, поэтому нет смысла учитывать его в первом уравнении.

Иная ситуация наблюдается на заполненных полигонах. Благодаря применению контурного ограждения и дренажных систем (а на "закрытых" полигонах еще и водонепроницаемого покрытия), значительная часть осадков отводится в виде стока (поэтому во второе уравнение и вводится параметр  $R$ ). Типичный уровень инфильтрации на заполненном полигоне составляет 25-30% от годового объема эффективных осадков. Помимо количества, толщины и плотности покрытия, объем стока зависит и от частоты, интенсивности и продолжительности осадков.

### **Поглощающая способность твердых отходов ( $a$ )**

Существует два основных механизма удерживания влаги в толще отходов. Во-первых, жидкость поглощается отходами и удерживается в толще благодаря капиллярному эффекту микроструктуры частиц. Во-вторых, свободная влага может также скапливаться в естественных пустотах. Обычно общий объем пустот составляет 20-35% от объема размещенных отходов. Средний слой, а также слишком уплотненные отходы могут быть причиной увеличения насыщенности влагой, известного как уровень подвешенных грунтовых вод. Таким образом, количество содержащейся в отходах воды напрямую зависит от плотности отходов, наличия/отсутствия пустот или сдерживающих влагу барьеров. На многих полигонах плотность отходов составляет от 0,7 до 0,8 т/м<sup>3</sup>; это означает, что



существует потенциальная возможность удержания до 0,1–0,2 м<sup>3</sup> воды без выделения фильтрата. Однако, при большей плотности размещения отходов поглощающая способность снижается. Например, при уплотнении свыше 1,0 т/м<sup>3</sup> поглощающая способность одной тонны отходов снижается до 0,02–0,03 м<sup>3</sup> воды.

### **Отходы (*W*)**

Для вычисления общего водного баланса полигона необходимо знать общий годовой объем размещаемых отходов (*W*). Говоря в общем, чем выше темпы поступления отходов на полигон, тем меньше вероятность выделения фильтрата. Это означает, что поглощающая способность отходов не будет использована в полной мере и выработка газа в ходе биологического разложения будет невозможна по причине нехватки влаги.

## **6.1.2.4 Развитие полигона**

Мероприятия по подготовке полигона к принятию отходов можно разделить на две группы: инфраструктура, т.е. расположение зданий, дорог и прочих сооружений, необходимых для эффективной эксплуатации полигона, и основные инженерные работы по непосредственной подготовке полигона к приему отходов и приведению его в соответствие с техническими требованиями рабочего плана.

### **6.1.2.4.1 Инфраструктура полигона**

Создание инфраструктуры предполагает обеспечение общих условий работы полигона. Для обеспечения эффективной и безопасной эксплуатации полигона на протяжении всего периода необходимо тщательное планирование.

#### **Подъездные пути**

На многих полигонах, особенно на действующих или недавно заброшенных горных выработках, подъездные пути уже имеются. Однако, иногда их необходимо создавать заново. В любом случае необходимо организовать площадку для сброса отходов. Площадка должна иметь определенный уклон и достаточно твердую поверхность для движения транспорта. Возможно, потребуется реконструкция подъездных дорог, строительство полос разгона и торможения на магистралях. На автомагистралях вблизи полигонов мусоровозы не должны создавать заторы. Организация подъездных путей зависит от множества факторов, включая количество и тип транспортных средств, а также класс прилегающих автодорог. Внешний вид въезда на полигон также имеет большое значение, т.к. от этого зависит отношение общественности к расположенному поблизости полигону. Грязные подъездные дороги не вселяют уверенности в безопасности эксплуатации полигона, поэтому необходимо осуществить ландшафтное проектирование и спланировать посадку деревьев, закрывающих полигон.

#### **Строения**

Размер, тип и количество строений на территории полигона зависит от планируемых объемов принимаемых отходов, продолжительности эксплуатации полигона, окружающей среды и прочих факторов. Таким образом, размер зданий может варьироваться от передвижных домиков до комплексных строений, включающих

офисы, помещения для персонала, склады, гаражи и мастерские. Тем не менее, независимо от количества и размера строений должны обеспечиваться:

- пожарная безопасность и охрана труда;
- охрана объектов и территории;
- надежность строений и возможность их перемещения в течение срока эксплуатации полигона;
- техническое обслуживание и поддержание чистоты;
- приемлемый внешний вид;
- электроснабжение, водоснабжение, канализация и связь.

В наличии должны быть помещения для персонала, гараж, мастерские. На крупных полигонах, особенно на полигонах, принимающих промышленные отходы, должны быть предусмотрены помещения для руководства, технического персонала, лаборатории для контроля принимаемых отходов.

### **Управление полигоном**

Необходимо регистрировать все транспортные средства на въезде и выезде. Для этого на территории полигона должно быть административное помещение. Размеры помещения и место его расположения зависят от следующих факторов:

- наличие на полигоне транспорта, не участвующего непосредственно в переработке отходов;
- расположение полигона на территории предприятия;
- наличие мостовых весов;
- необходимость использования помещений другими службами.

В большинстве случаев административное помещение должно размещаться вдали от въезда в глубине территории, чтобы очереди из автомобилей не создавались за пределами полигона. На крупных полигонах с интенсивным движением транспорта, где используются мостовые весы, административное помещение (диспетчерскую) необходимо размещать на огороженном островке справа по ходу движения автомобилей.

При проектировании административного помещения необходимо учитывать необходимость регулирования движения транспорта (с помощью шлагбаума или светофора). На небольших полигонах достаточно одного здания, объединяющего в себе несколько функций.

### **Бытовые помещения**

На полигоне необходимо обеспечить удобства для персонала (столовая, комнаты отдыха и т.д.). Бытовые помещения могут располагаться в здании управления, однако, на крупных полигонах они обычно выделяются в отдельные строения. Бытовые помещения должны иметь следующее:

- шкафы для грязной и чистой одежды, личных вещей, средств защиты;
- отопление, освещение, мебель;
- оборудование для приготовления пищи, горячее водоснабжение;
- средства оказания первой помощи;
- умывальники с горячей и холодной водой;
- душ;

- туалеты для работников и посетителей;
- комнаты ожидания для бригад мусорщиков (на полигонах, где разрешается присутствие на территории только водителей грузовиков).

### **Складские помещения**

Необходимо обеспечить места для хранения материалов, размещаемых на полигоне. Потенциально опасные вещества, такие как пестициды и гербициды, а также контейнеры со сжиженным газом необходимо размещать в специальных помещениях. Горюче-смазочные материалы должны храниться в соответствующих емкостях с маркировкой. Условия хранения опасных веществ должны быть согласованы с пожарной охраной.

### **Гараж**

На некоторых полигонах размещают также гаражи и мастерские. Если гараж используется для технического обслуживания автомобилей, необходимо обеспечить освещение, отопление, вентиляцию и изоляцию. Также необходимо электроснабжение низкого напряжения для ручного инструмента.

### **Мойка**

Если на территории полигона устраивается мойка для автомобилей и прочей техники, то необходимо обеспечить водоснабжение, дренаж и защиту электрооборудования.

### **Дополнительные сооружения**

На крупных полигонах необходимо предусмотреть помещения для проведения деловых встреч, работы технического и административного персонала.

### **Регистрация принимаемых отходов**

Надежность системы мониторинга полигона зависит от точности регистрации принимаемых отходов. Наилучшим способом оценки количества принимаемых отходов является использование мостовых весов. Необходимо также регулярно контролировать степень использования пустот.

### **Мостовые весы**

При размещении мостовых весов также необходимо учитывать целый ряд факторов. Если доступ на полигон не ограничен, то необходимо взвешивать автомобили и при въезде, и при выезде. Кроме этого, весы не рекомендуется размещать близко к въезду/выезду во избежание образования заторов на дороге за пределами полигона.

Размер платформы весов определяется типом и размерами взвешиваемых транспортных средств. Наибольшее распространение получили два типа платформ. Первый тип представляет собой весовую платформу, расположенную на одном уровне с дорогой; установка таких весов требует выполнения земляных работ. Второй тип представляет собой платформу, монтируемую на поверхности дороги, и требует меньших трудовых затрат. Однако, поскольку весы возвышаются над дорогой на 350 мм, потребуется соорудить пандус. Мостовые весы второго типа мобильны и могут быть установлены там, где это необходимо.

Весы, установленные на территории полигона должны отвечать соответствующим стандартам точности и быть поверенными. Если точность взвешивания не имеет большого значения, недорогой альтернативой является установка осевого взвешивающего устройства. Такие устройства устанавливаются в небольших углублениях в дорожном полотне и позволяют взвешивать транспортные средства без остановки. Информация с весов посылается на установленный в административном помещении индикатор.

### **Очистка колес**

Одним из способов очистки колес и предотвращения выноса грязи с полигона на общественные дороги является строительство качественных дорог на территории полигона. Эти дороги должны быть и достаточно длинными, чтобы грязь успела отпасть с колес до выхода автомобиля на магистраль. Однако, в большинстве случаев в требованиях к эксплуатации полигона указывается необходимость организации механической чистки колес. Механические устройства очистки колес также рекомендуется устанавливать подальше от выезда, чтобы обеспечить высыхание колес и удаление остатков грязи по пути.

### **Моющие ванны**

Одним из наиболее дешевых способов очистки колес является строительство на дороге бетонных ванн небольшой глубины, через которые автомобили проходят, покидая полигон. На дне таких ванн устраивают искусственные препятствия в виде волн, ребер или бугорков, создающие вибрацию и способствующие скорейшему удалению грязи. Необходимо следить за тем, чтобы автомобили проходили ванну на достаточно низкой скорости.

### **Сетка**

Сетчатый очиститель колес представляет собой решетку, уложенную над углублением в одном уровне с дорожным полотном или немного выше него. Благодаря вибрации от проходящего по решетке транспортного средства грязь с колес просыпается сквозь решетку и собирается в углублении под ней. Остается только периодически вычищать грязь из углубления.

### **Информационные щиты**

На территории полигона необходимо разместить щиты с всей необходимой информацией, относящейся к эксплуатации полигона и поведению на его территории. Такой щит должен быть расположен при въезде на полигон (размер щита и величина текста должны быть достаточными, чтобы их могли прочитать из подъезжающих машин). Необходимо убедиться в осведомленности сотрудников и посетителей о правилах поведения и мерах безопасности на полигоне. Вопросы эксплуатации должны быть согласованы между владельцем и пользователем полигона. Основные положения должны быть четко отражены на информационных щитах, которые необходимо разместить так, чтобы они были видны всем, кто въезжает на территорию полигона. По всей территории полигона необходимо установить соответствующие дорожные знаки и таблички ("не курить", "ограничение скорости" и т.д.).

### **Размещение объемных бытовых отходов, доставляемых частными лицами**

Хотя данный аспект и не предусмотрен настоящим исследованием, мы понимаем, что может возникнуть необходимость (особенно в сельской местности) приема бытовых отходов, доставляемых на полигон непосредственно жителями близлежащих населенных пунктов. Площадка для приема таких отходов должна располагаться на территории полигона вблизи въезда и быть отгорожена от остальной его части.

### **Дороги**

Для эффективной эксплуатации полигона необходимы качественные дороги. Необходимо постоянно поддерживать состояние подъездных путей и внутренних проездов. Подъездная дорога от магистрали до административного здания используется наиболее интенсивно на протяжении всего срока эксплуатации полигона, поэтому и стоит ее необходимо с учетом этих требований. Эта дорога должна иметь хорошее бетонное или асфальтовое покрытие. Она должна быть достаточной длины, чтобы обеспечивать двустороннее движение транспорта и предотвращать заторы. Полотно должно быть оборудовано знаками. Второстепенные дороги — временные и их расположение зависит от эксплуатируемых в данный момент карт.

### **Ограждение территории**

За исключением тех случаев, когда вокруг полигона имеется естественная преграда, необходимо обеспечить ограждение, чтобы предотвратить незаконное проникновение на территорию. Незаконное проникновение на территорию полигона опасно не только для нарушителя, но и для пользователей полигона, а также для расположенных рядом собственников.

### **Карьер**

Многие полигоны располагаются в заброшенных карьерах. Для обеспечения безопасной эксплуатации полигона необходимо убедиться в прочности краев карьера. Во время разработки карьера осуществляют определенные мероприятия по укреплению стенок и постоянно контролируют состояние породы. В заброшенных карьерах этого не делается, поэтому перед использованием карьера в качестве полигона необходимо проверить состояние стенок, укрепить их или обрушить, заглушить шахты и т.д. Во время эксплуатации полигона также необходимо проводить регулярные инспекции состояния породы. Необходимо отметить, что все работы по поддержанию состояния полигона (заброшенного карьера) являются сферой деятельности горных инженеров, поэтому в штат необходимо ввести соответствующую должность горного менеджера.

## **6.1.2.4.2 Инженерные работы**

### **Земляные работы**

План работ может включать проведение масштабных земляных работ перед размещением отходов; это особенно актуально, если на полигоне используется искусственный гидроизолирующий экран. Работы могут включать профилирование дна и стенок, формирование дамб и могут потребовать перемещения огромного количества грунта. Материал (грунт) может быть штабелирован для последующего использования. Все эти мероприятия требуют использования тяжелой техники. Количество и тип машин зависят от вида запланированных земляных работ.

Объем земляных работ зависит также и от схемы полигона. Метод использования карт, широко применяемый в настоящее время, требует постройки стен между картами. Этот метод обладает тем преимуществом, что обеспечивает больший контроль над инфильтрацией атмосферных осадков и выделением фильтрата. Размер карт определяется темпами приема отходов на размещение. Замечено, что карта шириной 30 м способна принимать около 1000 т бытовых отходов в день. Необходимо также отметить, что если глиняные стенки карт возвышаются больше, чем на 4 м, необходима тщательная разработка их конструкции.

На некоторых полигонах может возникнуть необходимость строительства защитной стены (вала) по периметру части или всего полигона с целью сокрытия полигона от окружающих. На вершине вала можно посадить деревья, кустарники, увеличив, тем самым, высоту ограждения. Земляные работы также включают строительство внешних (подъездных) и внутренних дорог, организацию дренажной сети для отвода стока.

#### **6.1.2.4.3 Формирование дна полигона**

##### **Общие положения**

Главной целью формирования гидроизолирующего экрана и покрытия является сдерживание фильтрата и предотвращение загрязнения окружающих земель и водных объектов. Гидроизолирующий экран также позволяет сократить инфильтрацию грунтовых вод в полигон. Полигоны со специально подготовленным дном способны принимать большее количество разнообразных отходов. Искусственные экраны формируются из непроницаемых материалов. Естественные материалы, используемые в качестве подстилающих, например, тяжелые глиноземы, характеризуются низкой пропускающей способностью ( $10^{-10}$  м/сек). Помимо препятствования проникновению воды естественные экраны также сдерживают утечку фильтрата.

##### **Подготовка полигона**

Если предусмотрено использование гидроизолирующего экрана, оценку состояния полигона на предмет возможности формирования подкладки необходимо произвести на начальной стадии проектирования и в случае положительного результата включить работы по формированию подкладки в план работ по строительству полигона. Ниже в *Таблица 30* перечислены некоторые факторы, которые следует учитывать при оценке возможности использования экрана. Перед формированием слоя гидроизолирующего экрана необходимо подготовить дно полигона. Отдельное внимание необходимо уделить тому факту, что при формировании экрана грунт извлекается, а затем укладывается и уплотняется снова. Естественный слой глинозема на полигоне имеет неравномерную пропускающую способность. Подготовка дна полигона является сложной инженерной задачей и требует привлечения специалистов. Некоторые работы описаны ниже.

**Таблица 30 Факторы оценки пригодности дна для формирования гидроизолирующего экрана**

1. Профиль откосов:	Для формирования экрана необходим уклон бортов полигона менее 1:3: для достижения необходимых условий грунт можно профилировать.
2. Плотность основания	Основание из твердой породы потребует дополнительных работ по предварительной герметизации дна с помощью бентонита.
3. Устойчивость коренной породы	Материал экрана не в состоянии справиться с внезапным оседанием грунта.
4. Естественный непроницаемый слой	На некоторых полигонах может возникнуть необходимость удаления пустой породы до достижения естественного водоупорного слоя.
5. Приток грунтовых вод	The emergence of groundwater beneath either a natural
6. Основание, покрытое водой	В таких случаях уровень дна необходимо повысить с помощью отсыпки, а затем сформировать экран. Временное снижение уровня грунтовых вод с помощью откачивания неприемлемо.
7. Устойчивость грунтового основания	Если существует опасность сползания грунта, могут возникнуть трудности с формированием экрана на склонах.
8. Обработка отходов	Необходимо рассмотреть варианты переработки избытка фильтрата.

### **Земляные работы**

Площадь, на которой формируется подкладка, должна быть освобождена от объектов, способных физически нарушить целостность подкладки в дальнейшем. К таким объектам относятся растения, пни, корни, твердые предметы, острые камни и пр. Поверхность должна быть сухой и плотной, способной выдерживать вес людей и техники. По данным Агентства по охране окружающей среды США большинство повреждений синтетических подкладок возникает во время их установки мембраны. Поэтому необходимо предпринимать меры предосторожности. Особое внимание следует уделять предотвращению последствий осадков во время выполнения работ. Вся скопившаяся жидкость должна быть удалена, а продолжать работы можно только тогда, когда состояние поверхности соответствует требованиям. В случае невозможности выравнивания основания перед укладкой синтетической подкладки необходимо насыпать тонкий слой мелкозернистого материала, чтобы выровнять поверхность. Еще один слой мелкозернистого материала необходимо насыпать поверх подкладки, чтобы предохранить ее от повреждения острыми предметами сверху. В случае использования синтетической подкладки по периметру полигона необходимо вырыть траншею для фиксации краев.

### **Дренаж**

По возможности, территории с высоким уровнем грунтовых вод не должны использоваться в качестве полигонов. Однако, зачастую все же принимаются решения по использованию таких местностей для организации полигонов, поэтому следует предпринять меры по организации дренажа из-под подкладки. Если существует опасность серьезного загрязнения грунтовых вод в результате повреждения мембраны, такие полигоны могут использоваться только для размещения инертных отходов.

### **Подкладки**

Полигон должен быть оснащен подкладкой, разработанной так, чтобы предотвратить проникновение отходов или продуктов разложения в прилегающие слои почвы, грунтовые и поверхностные воды на всем протяжении срока активной эксплуатации полигона. Под активной эксплуатацией понимается период не только до, но и после закрытия полигона. Подкладка должна быть выполнена из такого материала, который обладает достаточной прочностью и толщиной, чтобы в течение длительного срока выдерживать химическую, физическую, климатическую и прочие нагрузки.

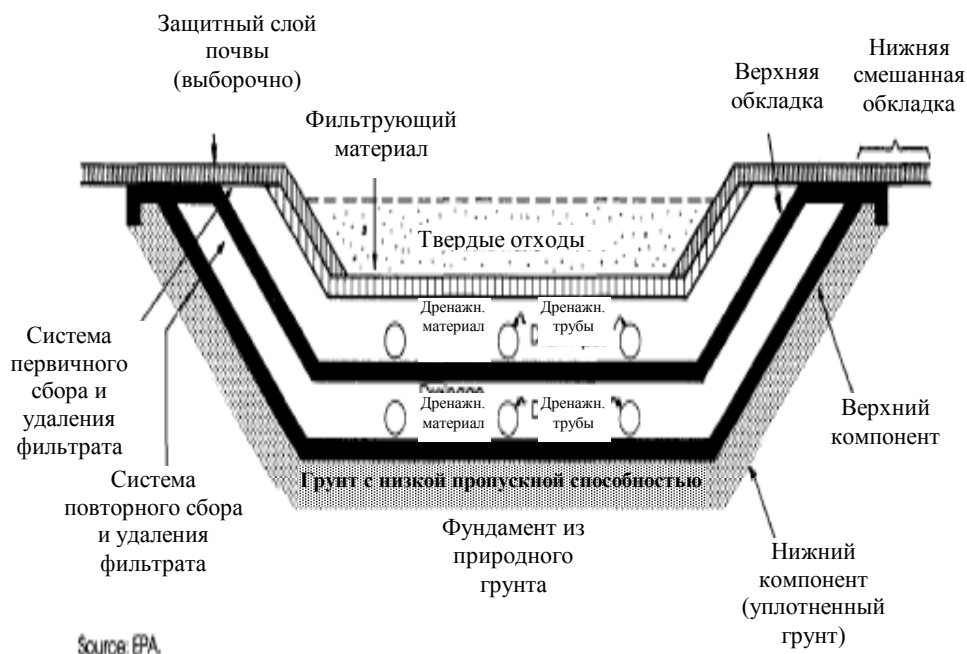
Подкладка должна располагаться на специально подготовленной поверхности, способной противостоять давлению, предотвращать разрыв мембраны в результате оседание/поднятия породы. Подкладка должна покрывать всю окружающую территорию, которая может контактировать с отходами или фильтратом.

В некоторых странах, например в США, полигоны, на которых размещаются опасные отходы, оборудуются двумя слоями подкладки, специальными системами обнаружения утечки и системами сбора фильтрата. Системы обнаружения утечки реагируют на любое перемещение жидкости в пространстве между подкладками, а системы сбора фильтрата позволяют своевременно удалять и перерабатывать фильтрат, если утечка имеет место.

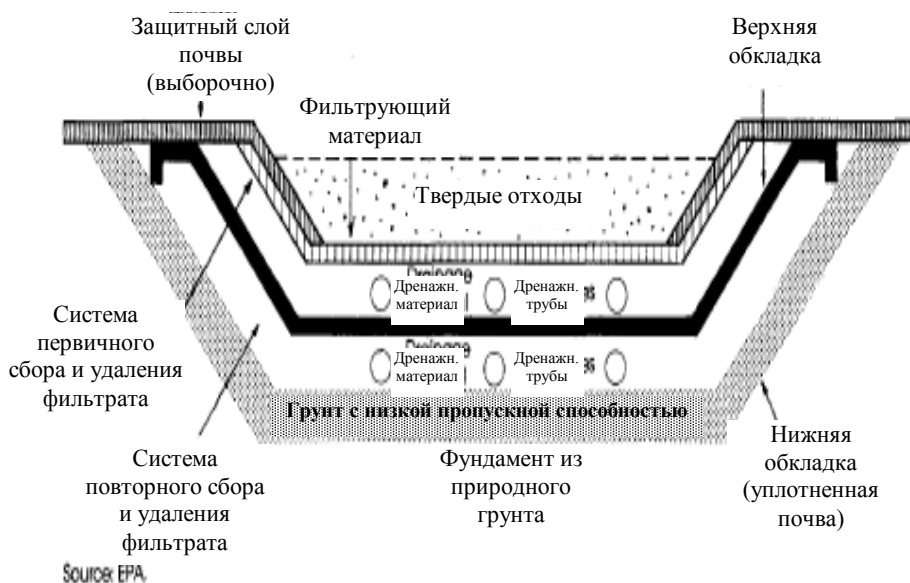
На *Рис. 26* показаны варианты подкладки, обеспечивающие защиту грунтовых вод от загрязнения. Комбинации уплотненных слоев малопроницаемого грунта (суглинки) и гибких мембран (искусственных подкладок) позволяют предотвратить проникновение фильтрата в окружающую среду. На *Рис. 27* показан вариант подготовки полигона для размещения опасных отходов.



**Рис. 26** *Схема применения двойной искусственной подкладки (HSA<sup>14</sup>) и подкладки мембрана/глина*



**СХЕМА СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ С ДВОЙНОЙ ПОДКЛАДКОЙ**



**ДВОЙНАЯ ИСКУССТВЕННАЯ ПОДКЛАДКА (HSA\*) И ПОДКЛАДКА МЕМБРАНА/ГЛИНА**

<sup>14</sup> Толщина определяется на основании времени проникновения фильтрата сквозь слой "мембрана/глина".  
 Источник: "Поправки к нормам обработки опасных и твердых отходов", 1984, США.

**Рис. 27 Схема устройства двойной подкладки<sup>15</sup>**



Схема 1



Схема 2

функции подкладки заключаются (а) в препятствовании проникновению загрязняющих веществ и их переносчиков и (б) в поглощении или накоплении растворенных компонентов. Для сдерживания загрязняющих веществ необходима подкладка с низкой пропускающей способностью. Поглощающая или сдерживающая способность подкладки зависит от химического состава вещества, из которого она сделана, и от ее массы.

Большинство подкладок выполняют обе функции (т.е. препятствуют проникновению веществ и впитывают, но в различной степени). Искусственные мембраны обладают наибольшей изолирующей способностью, но практически ничего не поглощают. Такие грунты как ил и глина обладают большей поглощающей способностью, но также и более проницаемы. В общем, чем толще грунтовая подкладка, тем медленнее проходят сквозь нее загрязняющие вещества. Благодаря распространенности в природе глинистые грунты являются первой альтернативой мембран. Не существует "непроницаемых" подкладок. В определенной степени жидкость проникает сквозь все. Однако, подкладки для полигонов должны обладать как можно более низкой пропускающей способностью.

Проницаемость — это величина, которую можно измерить и выразить в цифрах, означающая способность материала пропускать жидкость. Применительно к воде, просачивающейся сквозь почву, используют термин "гидравлическая проводимость". Единицей измерения обычно является метр в секунду (м/сек). Используя эту единицу измерения, можно вычислить проницаемость различных материалов в перспективе (Таблица 31). Таким образом, материал с проницаемостью, равной  $1,0 \times 10^{-9}$  м/сек, позволит жидкости за 1 год проникнуть на глубину 0,03 метра.

<sup>15</sup> Источник: Агентство по охране окружающей среды США, 1985ю Руководство "Мероприятия по совершенствованию полигонов. 625/6-85-006. Цинциннати, Огайо: исследовательский отдел.

**Таблица 31 Проницаемость почв**

Проницаемость	Эквивалентное расстояние проникновения жидкости и загрязняющих веществ	
	м/год	фут/год
м/сек		
$1,0 \times 10^{-5}$	315	1000
$1,0 \times 10^{-6}$	32	100
$1,0 \times 10^{-7}$	3,2	10
$1,0 \times 10^{-8}$	0,3	1,0
$1,0 \times 10^{-9}$	0,03	0,1
$1,0 \times 10^{-10}$	0,003	0,01

Рекомендуется, чтобы подкладки для полигонов обладали проницаемостью около  $1,0 \times 10^{-9}$  м/сек. и ниже. Проницаемость мелкозернистых песков находится в пределах от  $10^{-3}$  до  $10^{-5}$  м/сек., глинистых грунтов — от  $10^{-5}$  до  $10^{-7}$  м/сек., ила — от  $10^{-7}$  до  $10^{-9}$  м/сек., а глин — от  $10^{-8}$  м/сек. и ниже. Проницаемость большинства грунтов с ненарушенной структурой находится в пределах от  $10^{-5}$ - $10^{-9}$  м/сек.

При постоянных значениях всех остальных параметров снижение количества пустот напрямую влияет на снижение проницаемости. При уплотнении грунта отмечаются следующие изменения: (а) сокращается эффективная площадь стока, (б) сокращается объем пор, и (в) сокращается количество пустот. Таким образом, уплотнение грунта снижает проницаемость. Слои грунта уплотняют с помощью специального оборудования во время строительства полигона.

Если имеющиеся грунты непригодны для формирования подкладки, проницаемость грунта можно снизить, перемешав его с привозной глиной или полимерами. Глины, такие как монтмориллониты или бентонит, доступны на рынке и могут подмешиваться грунт при формировании подкладки. Количество примеси рассчитывается таким образом, чтобы проницаемость смеси была не более  $10^{-9}$  м/сек.

При выборе материала для подкладки необходимо учитывать его совместимость с отходами, которые планируется размещать на полигоне. Информация о совместимости синтетических мембран дана в Таблице 9. исследования показали, что концентрированные органические соединения (уксусная кислота, этиленгликоль, ацетон, ксилол и гептан) способны повысить проницаемость глинистого грунта. Однако, будучи разбавленными до концентрации 1400 мг/л, Они не оказывают влияния на грунт. Растворенные химические вещества присутствуют в фильтрате. Опыт использования подкладок на полигонах небольшой, поэтому исследования продолжаются.

Продолжительность службы подкладки в конкретных условиях эксплуатации является важным фактором при выборе материала. Для временного применения в качестве подстилок под штабели отходов или для выстилания дна временных водоемов может подойти и материал с коротким сроком службы. При обустройстве полигонов для размещения вредных и опасных отходов требуются долгосрочные материалы. В Таблица 32 перечислены факторы окружающей среды, сокращающие срок службы материалов.

**Таблица 32 Характеристики, преимущества и недостатки некоторых синтетических подкладок**

Материал	Состав	Стоимость	Преимущества	Недостатки
Бутилкаучук	Сополимер изобутилена и небольшого количества изопрена	Средняя	Низкая проводимость газа и водяных паров, термостойкость; слегка подвержена влиянию обогащенных кислородом растворителей и прочих полярных жидкостей	Сильно разбухает под воздействием углеводородных растворителей, минеральных масел; плохо поддается сварке и ремонту.
Полихлорэтилен	Изготавливается путем химической реакции между хлором и полиэтиленом высокой плотности	Средняя	Высокая механическая прочность (удлинение, давлению), устойчив к множеству неорганических веществ	Разбухает под воздействием ароматических углеводородов и масел; растягивается, отсутствие "памяти".
Полихлорэтилен-полисульфодиоксид	Семейство полимеров, производимых посредством реакций полиэтилена с хлором и двуокисью серы	Средняя	Высокая сопротивляемость озону, нагреву, кислотам и щелочам. Легко сваривается.	Прочность при растяжении со временем повышается; подвержен воздействию нефтепродуктов.
Эпихлорполиэтиленоксид	Насыщенные высокомолекулярные соединения, алифатические полиэферы с хлорметилловыми боковыми цепями	Высокая	Высокая механическая прочность (разрыв, растяжение), термостойкость; низкая проводимость газов и паров, устойчивость к выветриванию и вымыванию; устойчивость к углеводородам, растворителям, нефтепродуктам.	Плохо поддается сварке и ремонту в полевых условиях.
Этиленпропиленовая резина	Семейство сополимеров этилена, пропилена и несопряженного углеводорода	Средняя	Устойчива к разбавленным кислотам, щелочам, силикатам, фосфатам и рассолам; выдерживает экстремальные температуры, отлично противостоит вымыванию и выветриванию, а также ультрафиолетовому излучению.	Не рекомендуется при работе с нефтепродуктами и галогензамещенными растворителями. Плохо поддается сварке. Сварные швы характеризуются меньшей прочностью.

Материал	Состав	Стоимость	Преимущества	Недостатки
Неопрен	Синтетическая резина на основе хлоропрена	Высокая	Устойчива к маслам, вымыванию/выветриванию, озону и ультрафиолетовому излучению; обладает высокой устойчивостью к проколам, абразии и механическому воздействию.	Плохо поддается сварке.
Поливинилхлорид	Изготавливается в виде ленты в рулонах различной ширины и толщины; продукт полимеризации мономера винилхлорида	Низкая	Устойчив к неорганическим соединениям; характеризуется хорошей механической прочностью (на разрыв, удлинение, прокол, абразия); широкий диапазон физических свойств. Хорошо поддается сварке.	Подвержен воздействию многих органических веществ, включая углеводороды, растворители и масла; не рекомендуется подвергать воздействию погодных условий и ультрафиолетового излучения.
Термопластические эластомеры	Относительно новый класс полимерных материалов, включающий как высокопластичные, так и низкопластичные	Средняя	Отличное сопротивление воздействию нефтепродуктов, воды и озона; высокая механическая прочность (разрыв, истирание).	Не отмечены
Полиэтилен высокой плотности	Продукт выдувки или раскатки полиэтилена	От средней до высокой (зависит от толщины)	Устойчив к маслам и химическим соединениям, высоким температурам, выветриванию и вымыванию; имеется в виде листов толщиной от 20 до 150 mils.	Толстые листы требуют большего количества сварных соединений. Материал трескается при сильных нагрузках. При малой толщине легко прокалывается. Проколы рвутся.

Примечания: 1) Диапазон стоимости: "низкая" = 1,5 \$/m<sup>2</sup>; "средняя" = 5 \$/m<sup>2</sup>; "высокая" = 10 \$/m<sup>2</sup> (включая установку). 2) Все расчеты выполнены для материалов, применяемых конкретно для обустройств полигонов. (Источник: Агентство по охране окружающей среды США, 1985ю Руководство "Мероприятия по совершенствованию полигонов. 625/6-85-006. Цинциннати, Огайо: исследовательский отдел.)

**Таблица 33 Факторы окружающей среды, сокращающие срок службы материалов**

Неблагоприятные условия	Потенциальные проблемы
<u>Геотехнические / гидрогеологические</u>	
Зона умеренной или сильной сейсмической активности	Нестабильность, разрушение
Оседание породы	Трещины в глине, разрывы синтетической подкладки
Высокий уровень грунтовых вод	Выпячивание подкладки
Пустоты в породе	Разрыв подкладки
Провалы	Разрушение

Подземные скопления газа	Вздутие подкладки и перелив через край
Высокая проводимость грунта	Суффозия
<b><i>Климатические</i></b>	
Мерзлый грунт, лед	Трещины, разрывы
Ветер	Поднятие краев, разрывы
Солнечный свет	Пересыхание глинистой подкладки (трещины). Разрушение некоторых синтетических подкладок под действие ультрафиолетового излучения.
Высокая влажность	Нарушение прочности склеенных швов.

*Источник: Агентство по охране окружающей среды США, 1985ю Руководство "Мероприятия по совершенствованию полигонов. 625/6-85-006. Цинциннати, Огайо: исследовательский отдел.*

Физическое разрушение подкладки обычно связано с неправильной подготовкой основания под подкладку, подвижками грунта, нарушением условий эксплуатации полигона или изменением гидростатического давления. Химические разрушения являются, главным образом, результатом неправильного подбора материала.

Во время строительства или установки подкладка должна быть осмотрена на предмет однородности, отсутствия повреждений и брака (разрывов, трещин). Непосредственно после установки необходимо вновь проверить синтетическую подкладку, проверить прочность швов и соединений, убедиться в отсутствии разрывов и расслоений. Качество грунтовых подкладок и подкладок на основе грунтовых смесей также необходимо проверить и убедиться в отсутствии посторонних предметов, трещин, отверстий от корней растений, структурной неоднородности и прочих факторов, способных повлиять на проводимость.

Гибкая мембрана должна быть защищена с двух сторон мягким грунтом. Материал, на который укладывается мембрана, должен быть очищен от инородных предметов (камней, корней, пней), способных повредить целостность подкладки.

Очень важно освоить технику соединения деталей гибкой мембраны, чтобы обеспечивалась однородность и непрерывность швов. Техника, используемая при подготовке основания для подкладки, также может повредить мембрану. Мембрана должна быть достаточно прочной, чтобы выдержать подвижки грунта основания. Все перечисленные аспекты необходимо учитывать при разработке полигона.

Климатические условия также способны нарушить целостность подкладки. Особое внимание следует уделить сезонным циклам "замерзание-таяние" и эрозии.

### **Специфика эксплуатации полигонов с искусственной подкладкой**

Ниже описаны специфические аспекты эксплуатации полигонов с искусственной подкладкой. На начальной стадии эксплуатации необходимо особенно бережно относиться к подкладке, чтобы не повредить ее техникой, работающей на карте. Передвижения техники по подкладке необходимо свести к минимуму, а основные подъездные пути следует выстелить плотным листовым материалом. С особой осторожностью необходимо размещать первые партии отходов. Во время загрузки карты необходимо постоянно контролировать образование фильтрата. После размещения первой партии отходов необходимо прочистить дренажные трубопроводы, если такие уложены поверх подкладки.

Одной из основных проблем, связанных с полигонами, оборудованными искусственными подкладками, является угроза выделения газа в результате разложения отходов в случае проникновения фильтрата сквозь подкладку. Выделяющийся газ приводит к вздутию подкладки. Для возможности отведения газа, если такая ситуация возникнет, рекомендуется под подкладкой насыпать слой газопроводящего материала. Необходимо постоянно контролировать техническое

состояние подкладки, отбирая пробы грунтовых вод вблизи полигона. Следует помнить, что в случае утечки, найти точное место утечки и устранить ее практически невозможно. Единственный способ сократить загрязнение — это сдерживать процесс выделение фильтрата и как можно скорее накрыть карту водонепроницаемым покрывалом. Даже после этого может сохраниться необходимость периодического откачивания и отведения фильтрата.

### **6.1.2.5 Контрольный список работ при проектировании полигона**

#### **6.1.2.5.1 Определение количественных и качественных характеристик отходов**

- а. Реальные
- б. Планируемые

#### **6.1.2.5.2 Сбор информации о полигоне**

- а. Топографическая съемка границ полигона
- б. Создание карты состояния природных условий в районе полигона
  - (1) границы частных владений
  - (2) топография склонов
  - (3) поверхностные воды
  - (4) инженерные сооружения
  - (5) дороги
  - (6) конструкции
  - (7) землепользование
- в. Сбор гидрогеологической информации и создание карты размещения
  - (1) почвы (глубина, текстура, структура, плотность, пористость, проводимость, влажность, сложность выемки грунта, стабильность, рН, емкость катионного обмена)
  - (2) коренная порода (глубина, тип, наличие фракции, расположение выходов на поверхность)
  - (3) грунтовые воды (средняя глубина горизонта, сезонные колебания, гидравлический градиент, направление стока, расход, качество, использование)
- г. Сбор климатологических данных
  - (1) осадки
  - (2) испарение
  - (3) температура
  - (4) количество дней с температурой ниже нуля
  - (5) преобладающие направление ветра
- д. Законодательная и нормативная база (федеральные, государственные, местные законы) и нормы проектирования
  - (1) нормы нагрузки
  - (2) периодичность засыпки

- (3) расстояние от населенных пунктов, дорог и поверхностных водотоков
- (4) мониторинг
- (5) дороги
- (6) СНиП
- (7) оформление заявки на получение разрешений

#### **6.1.2.5.3 Проектирование полигона**

- а. выбор способа размещения отходов:
  - (1) топография полигона и склонов
  - (2) почвы
  - (3) коренная порода
  - (4) грунтовые воды
- б. расчет геометрических размеров
  - (1) глубина, ширина и длина траншей
  - (2) размер карт
  - (3) конфигурация карт
  - (4) расстояние между траншеями
  - (5) глубина карт
  - (6) толщина промежуточного слоя грунта
  - (7) толщина слоя окончательной засыпки
- в. Подробности эксплуатации
  - (1) использование покрывающих грунтов
  - (2) метод формирования покрытия
  - (3) способ доставки грунта
  - (4) необходимое оборудование
  - (5) необходимый персонал

#### **6.1.2.5.4 Проектирование вспомогательных конструкций**

- а. Система контроля выделения фильтрата
- б. Система контроля выделения газа
- в. Система контроля состояния поверхностных вод
- г. Подъездные пути
- д. Специальные рабочие зоны
- е. Сооружения
- ж. Коммунальные сооружения
- з. Ограждения
- и. Освещение
- к. Мойка
- л. Контрольные скважины
- м. Благоустройство территории



#### **6.1.2.5.5 Подготовка пакета проекта**

- а. Разработка предварительного плана территории
- б. Разработка плана расположения карт
  - (1) планирование выемки грунта — включая расчет ступеней
  - (2) план последовательного заполнения карт
  - (3) план завершающих работ
  - (4) планирование средств пожарной безопасности, мер по снижению шума, запаха
- в. Расчет объемов размещаемых отходов и продолжительности срока эксплуатации полигона
- г. Подготовка окончательного плана полигона
  - (1) карты, заполняемые в нормальном режиме
  - (2) специальные зоны
  - (3) системы контроля выделения фильтрата
  - (4) системы контроля выделения газа
  - (5) системы контроля качества поверхностных вод
  - (6) подъездные пути
  - (7) инженерные сооружения
  - (8) коммунальные сооружения
  - (9) ограждения
  - (10) освещение
  - (11) мойки
  - (12) контрольные скважины
  - (13) благоустройство территории
- д. План объекта и разрезы
  - (1) выемок грунта
  - (2) заполненных карт
  - (3) промежуточных фаз эксплуатации полигона
- е. Заключение
  - (1) системы контроля выделения фильтрата
  - (2) системы контроля выделения газа
  - (3) системы контроля качества поверхностных вод
  - (4) подъездные пути
  - (5) инженерные сооружения
  - (6) контрольные скважины
- ж. Окончательный план землепользования

- з. Оценка затрат
- и. Проект
- к. Заявка на получение необходимых разрешений
- л. Разработка руководства пользователя

### 6.1.2.6 Мониторинг

Мониторинг необходимо проводить на всех полигонах, где размещаются отходы. Цель мониторинга — построение картины общего поведения полигона. Распределение основных веществ в фильтрате в пределах полигона вместе с отражением таких их физических свойств как температура и уровни воды дают представление об общем состоянии полигона и позволяют судить об эффективности размещения отходов. Вначале, спектр размещаемых отходов должен быть ограничен бытовыми и прочими биологически активными отходами, что позволит убедиться в том, что внедренная система мониторинга работает, а также, что первоначально размещаемый слой отходов достаточно плотный и позволяет размещать промышленные отходы. Таким образом, можно контролировать последствия совместного размещения бытовых и промышленных отходов и нормировать темпы загрузки карт.

Маловероятно, что темпы загрузки карт, установленные в начале, останутся такими же на всем протяжении периода эксплуатации полигона. Данные мониторинга, которые необходимо интерпретировать и рассматривать совместно с операторами полигонов, представителями управления водного хозяйства и управления переработки отходов, что позволит получить четкую картину происходящих на полигоне процессов и откорректировать темпы наполнения карт.

### 6.1.3 Сценарии загрязнения окружающей среды

Все нормативы устанавливаются, исходя из сценариев бедствия. Предполагается, что в период эксплуатации свалки на ней присутствует достаточное количество людей, способных обеспечить контроль за загрязнением. Вопрос, однако, в том, что произойдет после прекращения эксплуатации, поскольку биоразложение будет продолжаться в течение 25 и более лет, оказывая присущее ему воздействие.

Считается, что образование биогаза на современных полигонах является недостатком, поскольку содействует парниковому эффекту и создает риск взрыва. Поэтому должен быть организован сбор биогаза, который необходимо проводить на протяжении 25 лет после закрытия свалки. Биогаз должен сжигаться в факелах или, почему бы и нет, преобразовываться в электроэнергию.

Основной риск заключается в заполнении карт дождевой водой. В таком случае образовалось бы большое количество фильтрата, который попытался бы найти выход либо через боковые откосы, либо через основание. Рассматривать же геомембрану в качестве водонепроницаемого оборудования нельзя. Геомембрана может иметь большое количество разрывов или продавливаний, особенно после того, как над ней образовался 20-ти или 30-ти метровый слой отходов. В таких условиях фильтрат легко заполнит пространство между защитным экраном и подземным слоем и начнет оказывать на этот подземный слой давление. Скорость перемещения фильтрата будет зависеть от водопроницаемости и толщины материалов и гидростатического давления фильтрата. Вопрос будет заключаться в том, какое количество фильтрата сможет достичь уровня подземных вод (в зависимости от площади карты) и какова будет его пропорция в отношении потока

подземных вод и, таким образом, коэффициент растворения загрязнений, поступающих с фильтратом, в подземных водах.

Ясно, что все еще будет зависеть от характера ожидаемого загрязнения фильтрата. В случае с чисто бытовыми отходами основным загрязняющим веществом будет органический углерод. Однако в бытовых отходах также содержится небольшое количество опасных отходов. Они приводят к образованию ионов твердых металлов, что происходит очень медленно, на протяжении столетий, однако в больших количествах фильтрата (в случае попадания дождевой воды).

Дополнительная защита обеспечивается микропластинами глины, связывающими большое количество твердых металлов, однако это свойство зависит главным образом от типа глины (которых может быть несколько сотен!).

## **6.1.4 Контроль, выполняемый силами оператора полигона**

### **6.1.4.1 Принятие отходов на полигон**

В настоящее время принятие отходов на площадки класса II может осуществляться в соответствии с думая процедурами:

- обычный прием на размещение: применяется по отношению к отходам, которые фигурируют в перечне допускаемых к размещению отходов и происхождение которых можно легко установить,
- размещение по особой заявке в случае, если описание отходов выполнено не достаточно четко для принятия решения о размещении отходов на полигоне.

#### **Традиционная процедура приема отходов на размещение**

Любая заявка, поступающая в коммерческую службу подлежат изучению на предмет установления характера отходов. В зависимости от принадлежности отходов к определенной категории, фигурирующей в перечне отходов, допустимых к размещению на полигоне, заявка рассматривается коммерческим отделом в полном объеме, после чего присваивается код клиента. Последний передается контролеру поставки класса II, данный код соответствует разрешению на поставку партии отходов.

В процессе поставки первой партии осуществляется ее визуальный осмотр и отбор проб, необходимый для выполнения анализа на выщелачивание в том случае, если характер отходов допускает проведение такового (шламы, формовочный песок...). Если контрольные мероприятия не выявляют каких-либо аномалий, поставки продолжаются на основании обычных контрольных процедур.

#### **Специфические заявки**

Такие заявки подаются на размещение обычных промышленных отходов, описание характера которых может быть выполнено не четко или которые не могут быть немедленно классифицированы.

В этом случае по получении заявки коммерческий отдел оформляет карточку на исключительную приемку отходов на объект класса II. Данная карточка передается дирекции по эксплуатации на согласование.

Согласие или отказ в размещении передаются коммерческой службе, которая доводит данную информацию до сведения клиента.

При наличии некоторых сомнений дирекция по эксплуатации может ходатайствовать о проведении инспектирования классифицированного объекта в целях утверждения приема отходов. Обмен информацией осуществляется по факсу.

После принятия отходов информация передается контроллеру поставки класса II: данные по клиенту (наименование, адрес, тариф, ...), а также копия разрешения за подписью руководителя эксплуатационной части. В разрешении могут оговариваться условия проведения специфических контрольных мероприятий, касающиеся поставок отходов данного типа.

#### **6.1.4.2 Центр контрольно-аналитических исследований**

##### **6.1.4.2.1 Мониторинг**

Мониторинг играет важное значение для всех участков, где имеет место захоронение. Цель мониторинга заключается в том, что создать представление о поведении участка в целом. Характер распределения основных пород в фильтрате на участке, а также физические свойства, такие как температура и уровень вод, характеризуют общее состояние полигона и воздействие, оказываемое захораниваемыми отходами. С самого начала необходимо свести захоронение отходов к захоронению исключительно бытовых и других биоактивных отходов. Это позволило бы установить сеть мониторинга и гарантировать наличие достаточной толщи сорбирующих отходов до начала совместного захоронения. Таким образом, можно было бы обеспечить мониторинг воздействия промышленных отходов и предоставлять информацию о соответствующих коэффициентах загрузки участка.

Вряд ли первоначально установленные коэффициенты загрузки будут оставаться неизменными на протяжении всего периода эксплуатации участка. Данные мониторинга, которые должны интерпретироваться и обсуждаться предприятием, эксплуатирующим участок, органом контроля за водными ресурсами и органом контроля за захоронением, позволят получить четкую картину поведения участка и определить его свойства, которые, в свою очередь, укажут на то, необходимо ли корректировать коэффициенты загрузки или нет.

##### **6.1.4.2.2 РОЛЬ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ**

Основные функции аналитических лабораторий полигонов для размещения отходов класса 1 и класса 2 могут быть разделены на три различных группы:

- Постоянный контроль отходов на участке:
  - Выполнение контрольных анализов в целях предварительного установления возможности принятия отходов на размещение
  - Осуществление контроля соответствия поставок, доставляемых на площадку
- Постоянный контроль сооружений по очистке сбросов на участках отходов класса II
  - Текущее управление станцией очистки
  - Выполнение анализов, необходимых для управления станцией
  - Надзор за качеством и количеством сбросов
  - Регулярный надзор за эффективностью очистки в целях предупреждения любых отклонений от нормы, способных нанести ущерб окружающей среде

- Постоянный контроль объектов окружающей среды, которые теоретически могут подвергаться загрязнению и аналитический контроль различных изолирующих структур и бассейнов
- Постоянный контроль объемов выделяемого биогаза
- Мониторинг окружающей среды
  - Надзор за атмосферными выбросами газов и твердых частиц
  - Замеры уровня шума, вызываемого деятельностью сооружений и оборудования
  - Постоянный контроль водотоков перед полигоном и за ним
  - Постоянный контроль подземных вод
  - Постоянный контроль вод в различных резервуарах

### **6.1.4.2.3 ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА**

#### **Человеческие ресурсы**

В целях обеспечения эффективной работы лаборатория должна располагать квалифицированными специалистами в области химии, биохимии, гидрологии. Уровень их подготовки должен соответствовать полному среднему образованию плюс два года обучения в соответствующем вузе. Руководство их работой должно осуществляться дипломированным инженером.

#### **Технические средства**

Аналитические исследования, требуемые для принятия отходов на размещение, основаны на выполнении стандартных анализов на выщелачивание. Предусматривается использование мешалок. Помимо традиционного лабораторного оборудования (вытяжные шкафы, весы, сухо-жарочные шкафы) планируется использование следующего базового оборудования: плазменная горелка (аргон) для определения концентраций металлов, анализатор с постоянным потоком для выделения хрома VI, свободных цианов и фенолов, измеритель общего органического углерода, рН метр, гидравлический пресс для определения прочности пробирок, спектроколориметр, позволяющий выполнять анализ воды.

В целях расширения возможностей лаборатории по выполнению анализов (более детальное изучение минерального состава отходов) планируется поставить рентгеновский флуоресцентный спектрометр с рассеиванием энергии.

#### **Общая организация и функционирование**

Лабораторные анализы будут выполняться в соответствии с рекомендациями COFRAC. в целях обеспечения четкой регистрации результатов измерений и анализов, все данные будут фиксироваться и обрабатываться путем использования специализированного программного продукта для аналитических лабораторий LIMS (Система управления лабораторными данными). Управление данными с использованием данного пакета позволяет обеспечить быстрый доступ к информации. По мере возможности все измерительное оборудование будет подключено к данному программному обеспечению LIMS с тем, чтобы избежать ошибок при регистрации полученных данных.

Лаборатория будет принимать участие в выполнении межлабораторных государственных или международных программ, призванных обеспечить возможность сравнения эффективности получаемых результатов с результатами, получаемыми в других лабораториях по мониторингу окружающей среды.

## 6.2 Проектные параметры полигона

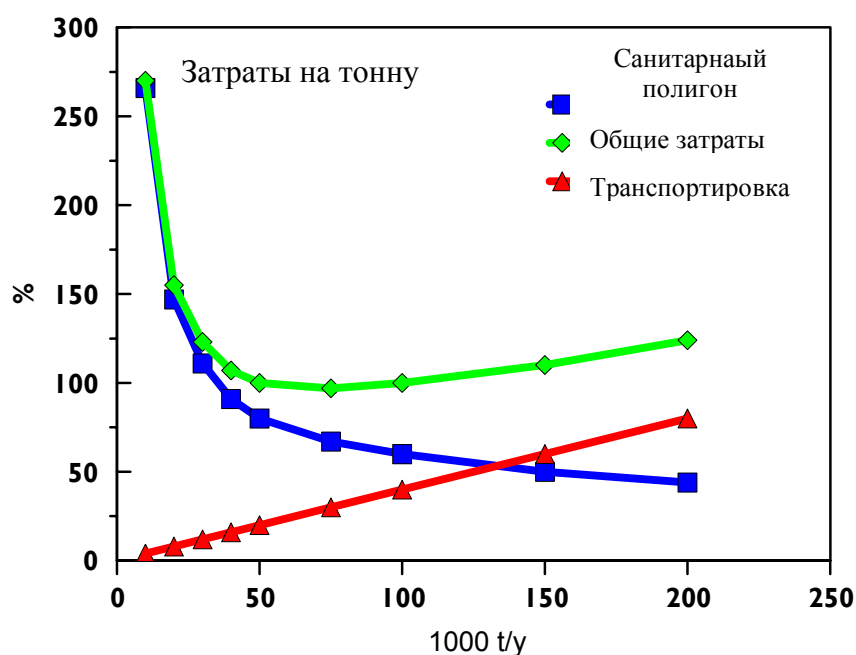
### 6.2.1 Размеры полигона

Часто задают вопрос: какой размер полигона можно считать оптимальным? 15 000 тонн/год, 50 000 тонн/год? 100 000 тонн/год? 200 000 тонн/год?

Во-первых, в целях охраны окружающей среды при размещении «санитарного» полигона необходимо соблюдать целый ряд технических (и естественных) условий, среди которых: геология, гидрогеология, использование земельных ресурсов, наличие как можно меньшего количества проживающих по соседству людей, транспортная инфраструктура и т.д. Обеспечить соблюдение всех этих условий очень сложно. Поэтому месторасположение полигона очень редко бывает оптимальным.

Во-вторых, необходимо искать решение, оптимальное с экономической точки зрения. Большая часть инвестиций в полигон является постоянной и не зависит от количества отходов: проведение исследований, закрытие полигона, дороги, система сбора и очистки биогаза, система очистки фильтратов, контрольно-измерительное оборудование, помещения для размещения офиса и выполнения профилактических мер по уходу. Другая часть инвестиций пропорциональна количеству поступающих на полигон отходов: социологический опрос, геомембраны,... Себестоимость тонны переработанных отходов складывается из амортизации инвестиций и процентов по займу. Как правило, себестоимость тонны уменьшается при увеличении количества поступающих отходов. Кроме того, обеспечение большего количества отходов, поступающих на полигон, предполагает охват большей территории, что влечет за собой рост транспортных расходов. Добавив расходы по переработке и транспортные расходы, получим общий график затрат (см. ниже).

*Граф. 4 Стоимость тонны в целом*



Исходя из отдельных исследований, а также с учетом общего графика затрат, можно сказать, что вместимость полигона должна варьировать между, как минимум, 50 000 тонн/год и 200 000 тонн/год.

## 6.2.2 Основополагающие принципы

Рациональный подход к условиям строительства площадки для размещения отходов требует учета следующих моментов:

- сокращение рисков вредного воздействия на окружающую среду путем развития и внедрения совершенных систем контроля движения жидкости;
- обеспечение включения полигона в пейзаж в период его эксплуатации с учетом его последующего возможного использования после окончания срока эксплуатации;
- физическое развитие сооружений полигона в направлении от гидравлического низовья к гидравлическому верховью с целью последующего включения новых структур в общую систему;
- оборудование точек постоянного контроля;
- оптимальное использование естественных уклонов для образования постоянного гравитационного оттока;
- наличие точки контроля подземных вод;
- наличие точки контроля поверхностных вод;
- строительство защитных сооружений над водоносным горизонтом;
- поддержание природных водонепроницаемых слоев в состоянии насыщения во избежание их обезвоживания (образование трещин из-за сухости материала);
- сохранение свойств материалов грунтового основания.

Принимая во внимание вышеуказанные моменты, для разработки проекта полигона конечных отходов были определены следующие основные принципы:

1. Предусмотреть поэтапное строительство сооружений таким образом, чтобы капиталовложения отвечали темпам роста потребностей административной единицы;
2. Физическое развитие сооружений от гидравлического низовья к гидравлическому верховью в целях получения возможности привязки новых очередей строительства к существующим структурам и их включения в общий план расширения мощностей полигона;
3. Геометрическая совместимость сооружений с механическими свойствами материалов такими как параметры напряжения сдвига и сжимаемость в кратко и долгосрочной перспективе;
4. Постоянный гравитационный снос потока подземных вод под уровнем сооружений;
5. Строительство сооружений в благоприятный период (с мая по октябрь);
6. Обязательное внедрение программы обеспечения качества при строительстве сооружений как в отношении естественных грунтов, так и для синтетических материалов.

Цели, преследуемые при разработке проекта полигона, связаны, таким образом, с шестью основными параметрами:

ПАРАМЕТРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
Сокращение воздействия на окружающую среду (включение в пейзаж)
Соблюдение нормативных требований (дополнительные меры по защите)
Соответствие потребностям эксплуатации
Соответствие техническим требованиям (План обеспечения качества)
Соблюдение химической совместимости материалов
Сведение к минимуму экономического влияния проекта в долгосрочной перспективе

Учитывая роль воды в жизни человека, кроме пассивной защиты существуют следующие системы контроля движения жидкости (СКДЖ):

Элементы системы	Функция
<u>Основание и стенки</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• дренажные системы в толще отходов</li> <li>• дренирование жидкости первичного сбора</li> <li>• техническая галерея</li> <li>• первичный противофильтрационный барьер</li> <li>• постоянное вторичное дренирование под действием гравитации</li> <li>• грунт основания и непроницаемые насыпи</li> <li>• дренажные канавы на периферии</li> <li>• поверхностное дренирование</li> <li>• техническая галерея</li> <li>• внутренне дренирование на периферии</li> </ul>	<p>Контроль фильтратов (содержание карт в сухом состоянии)</p> <p>Контроль уровня подземных вод</p> <p>Контроль вод склонового стока</p>
<u>Поверхностный слой</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• поверхностный дренаж</li> <li>• верхний противофильтрационный барьер</li> </ul>	Контроль вод атмосферных осадков

### 6.2.3 Расположение и геометрия санитарного полигона

Определение удобного участка для строительства полигона было осуществлено на основе выводов, сделанных при анализе геологических, гидрологических и геотехнических исследований. Условия эксплуатации, состояние подъездных путей, управление размещением грунтов выемки и гидрологические характеристики участка и прилегающей области были также приняты во внимание. Исследование показало, в частности, что:

- элювиальная глина имеет требуемые характеристики в соответствии с Постановлением от 18 декабря 1992 года, необходимые для сооружения противофильтрационного барьера пассивного типа;
- глинистые материалы залегают на всей территории участка, толщина слоя глины различна в зависимости от геологического расположения отложений, обнаруженных на участке;
- глинистые почвы, находящиеся на участке, представляют собой удачный материал, обладающий гидравлическими и механическими характеристиками, которые можно прогнозировать при использовании традиционных геотехнических принципов.



- Исходя из требований эксплуатации, оказываются предпочтительным развитие полигона в направлении с юга на север, с тем чтобы:
- соблюсти необходимые дистанции;
- позволить строительство бассейна для обработки фильтратов.

Общая площадь полигона для захоронения конечных отходов составляет \_\_\_\_\_ м<sup>2</sup>, его общая емкость будет равна \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup> отходов. Мощности первой очереди строительства занимают площадь в \_\_\_\_\_ м<sup>2</sup> и могут принять \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup> отходов.

## 6.2.4 Окончательное покрытие полигона

Как только масса отходов достигнет максимальной отметки выполняется заключительная засыпка (рекультивационный слой). Данный слой состоит из следующих элементов, укладываемых в порядке указанном ниже:

- искусственное строительное волокно и полимерная сетка, позволяющие осуществлять сбор газа (при его наличии), выделяемого отходами и его продвижение к вытяжным каналам, расположенным в наиболее высоких точках верхнего покрытия;
- этот слой искусственного строительного волокна служит также для удержания инфильтрационных вод при наличии перфорации расположенной над ним геомембраны;
- геомембрана толщиной 1,5 мм;
- водонепроницаемый слой глины толщиной в 1,5 м и проницаемостью равной или ниже  $1 \times 10^{-9}$  м/с,
- сепарационный слой из искусственного стройволокна;
- дренажный слой песка, толщиной 500 мм с проницаемостью равной или выше  $1 \times 10^{-4}$  м/с, в основании которого находятся дренажные коллекторы;
- слой пахотной земли с растительностью толщиной 300 мм;
- защитный противоэрозионный слой там, где это необходимо.

Уклон покрытия должен составлять как минимум 5% в целях обеспечения стока вод атмосферных осадков.

## 6.3 Фильтраты

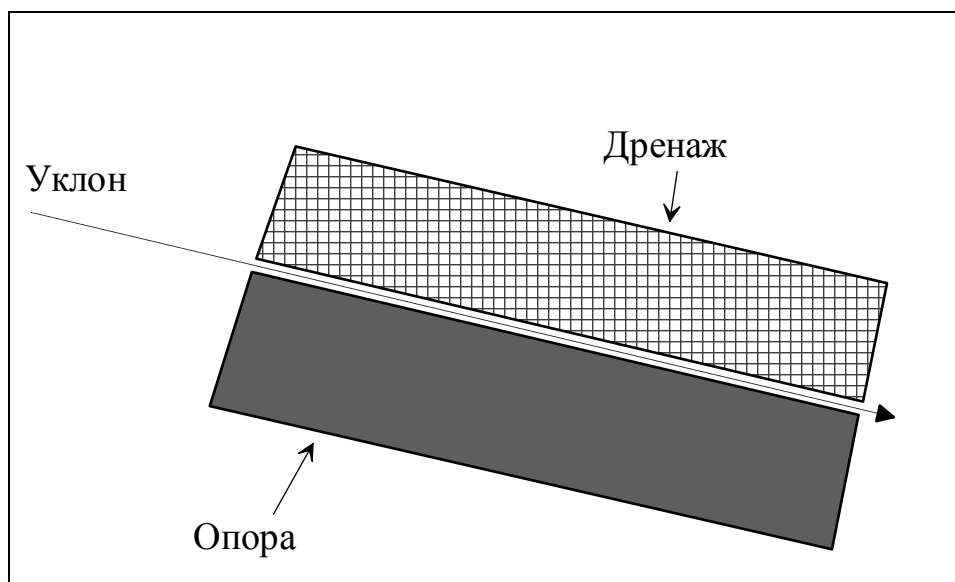
### 6.3.1 Основные принципы

Избранный нами принцип не состоит в том, чтобы предотвратить просачивание фильтрата внутрь грунтов в подпочвенный слой. Он заключается в том, чтобы собрать весь фильтрат для его последующей обработки. В действительности не существует полностью непроницаемой системы, которая гарантировала бы эффективную работу на протяжении десятков или сотен лет:

- глина не является полностью непроницаемой, она имеет низкую проницаемость
- геомембраны используются только в течение последних 20 лет.

Таким образом, оптимальное решение заключается скорее в том, чтобы постараться создать систему, при которой фильтрат будет впитываться как в губку. На практике следует стремиться к оптимизации компромиссного решения, которое заключается в создании подпорного слоя, обладающего минимальной проницаемостью, дренажной системы с максимальной проницаемостью и уклона.

*Рис. 28 Принцип выполнения дренажной системы*



Конечно, дренажные системы по истечении длительного времени могут закупориваться или забиваться. В этом случае качество подпорного слоя останется единственным залогом защиты окружающей среды.

Приведем пример полигона г. Лаваль во Франции:

в 1986 году во время сооружения первой карты было принято компромиссное техническое решение со следующими параметрами:

- подпорный слой: слой глины имеющейся на месте толщиной  $> 8$  м, проницаемость  $< 10^{-7}$  м/с
- дренаж: слой гравия толщиной 40 см, проницаемость  $> 10^{-4}$  м/с, укладка в "елку"
- уклон: 6 %.

В 1993 году во время строительства второй карты были приняты следующие параметры:

- подпорный слой: наносная глина, утрамбованная, толщина слоя 5 м, проницаемостью  $< 10^{-8}$  м/с, усиленная мембраной из полиэтилена низкого давления толщиной 2,5 мм, проницаемостью  $< 10^{-12}$  м/с
- дренажная система: круглый гравий 10/15, толщина слоя 10 см плюс дробленый гравий 15/30, толщина слоя 30 см, центральная дрена
- уклон: 2 %

## 6.3.2 Общие соображения относительно контроля движения жидкости

### 6.3.2.1 Вступление

Управление выбросами, остатками и отходами представляется все более и более важным моментом в свете того факта, что численность населения, которое их производит, возрастает, а площади, необходимые для их переработки сокращаются. Затраты на переработку должны быть пропорциональны качеству защиты окружающей среды, которое управленческая деятельность гарантирует. Поскольку вода представляет собой первостепенное средство распространения загрязнения, управление ее водотоками представляет собой важнейшее направление деятельности в области охраны окружающей среды. Контроль данных потоков воды становится, таким образом, основной задачей для любого объекта, деятельность которого связана с управлением отходами.

При условии соблюдения нормативных требований, существуют различные способы выполнения эффективных, надежных и долговечных сооружений, в задачу которых входит удержание и контроль вышеуказанных водотоков. Водоудерживающие сооружения, относящиеся к системам "пассивного" типа, используют однородные или композитные противофильтрационные барьеры, которые действуют как "элемент-ингибитор", замедляя распространение жидкости в направлении несущей среды (окружающая среда). Однородность материала, его прочность, условия установки и наличие возможных методов контроля его качества, - все это параметры которые являются определяющими для эффективности данных сооружений. Кроме того, в ситуации, когда гидронагрузка является постоянной, любое нарушение физических или химических характеристик противофильтрационного барьера может в отдаленной перспективе снизить его эксплуатационные параметры. К тому же, если речь идет о необходимости сведения к минимуму расхода жидкости при утечках путем снижения гидравлической проводимости противофильтрационных барьеров за счет выбора специфических материалов то ясно, что вопрос химической диффузии представляет собой дополнительную сложность в плане обеспечения защиты окружающей среды.

Опыт, накопленный с начала 80-ых годов, показывает, что использование многослойных комплексов "непроницаемый слой-дренажная система" "активного" типа позволяет осуществлять на практике контроль и управление воздействием на окружающую среду со стороны тех сооружений, которые могут представлять риск ее загрязнения. Была доказана главенствующая роль наличия контраста характеристик проницаемости, а также тот факт, что даже будущие последствия возможного нарушения физико-химических характеристик материалов, входящих в состав такого комплекса, не будут иметь большого значения при условии, что будет постоянно соблюдаться наличие контраста характеристик проницаемости.

Высокая эффективность сооружений "активного" типа на сегодняшний день признана организациями, устанавливающими нормы и правила в большинстве развитых стран, а многочисленные методы контроля позволяют оценить эффективность сооружений из таких материалов, даже до его введения в эксплуатацию. Преимущество таких систем не только в их безопасности для населения, которое ими пользуется, но еще и в том, что при этом обеспечивается гарантия контроля их функционирования в долгосрочной перспективе.

Помимо этого, в такой концепции водоудерживающих сооружений уточняются основные технические элементы, которые определяют преимущественный выбор геосинтетических материалов для строительства комплексов типа "непроницаемый слой-дренажный слой", активный характер которых будет в

долгосрочной перспективе обеспечивать управление загрязненными потоками жидкости, подлежащей удалению с таких участков и последующей обработке.

### 6.3.2.2 Обычные и усиленные водонепроницаемые слои

В прошлом, инженеры-проектировщики использовали различные материалы, обладающие низкой проницаемостью для выполнения водоудерживающих сооружений. Плотины, водоудерживающие дамбы, бассейны для очистки, накопительные резервуары и прочие инфраструктуры были построены с использованием либо естественных, либо материалов с добавками, улучшающими технические характеристики, либо синтетических материалов. Сооружения из таких водонепроницаемых материалов ("пассивного типа") представляли собой противофильтрационные барьеры, которые действовали как фильтрующий элемент, замедляя распространение жидкости в несущую среду.

В таком контексте понятие противофильтрационного барьера связано с понятием проницаемости, которая может быть определена как способность материала (противофильтрационного барьера) пропускать определенное количество проникающего вещества (твердого вещества, жидкости или пара) за единицу времени и на единицу площади. Закон Дарси описывает объем воды, которая проходит через слой материала, следующим образом:

$$Q/A = K \cdot i$$

где  $v = K \cdot i$  – кажущаяся скорость протекания

$A$  – площадь, на которой осуществляется протекание

$K$  – проницаемость данного материала

$i$  – градиент, который определяет интенсивность протекания:  $H/d$ , где

$d$  – толщина материала.

При условии, что  $K$  выражает характерное свойство материала по отношению к данному веществу, проникающему сквозь него, где  $H$  и  $A$  описывают известные геометрические параметры, сравнительный анализ прогнозируемых эксплуатационных характеристик различных материалов, используемых для создания непроницаемого слоя, приводит к выводу об огромном значении такого параметра как толщина.

В самом деле, для одной и той же величины кажущегося гидростатического напора  $H$  и одной и той же площади  $A$  проницаемость и толщина материала, предлагаемого для выполнения водонепроницаемого слоя, непосредственно влияют на общую эффективность сооружения. В этом контексте соотношение указанных параметров называется "коэффициентом пропускания". Данный параметр описывает ортогональный сток по отношению к плоскости слоя и определяется, следовательно, по формуле:

$$PK = K/d \text{ (сек}^{-1}\text{)}$$

За исключением земляных плотин, техническим решением создания водонепроницаемого слоя, наиболее часто избираемым для строительства водоудерживающих сооружений большой площади, является использование относительно тонких слоев обычно толщиной менее 1000 мм (Chapuis 1991). Данные слои выполняются из естественных грунтов (жирная глина, алевроитовая глина, смесь

песка, алевролита и глины), механически обогащенных (грунто-бентонит, грунто-цемент) или синтетических мембран (геомембраны).

Ранее вопрос об эксплуатационных параметрах этих различных материалов был рассмотрен различными авторами (Kish 1959, Blight 1966, Aurivet и Hiriati 1980, Charuis и др. 1990, Day и Daniel 1985, Нахо 1981, Koerner 1990, Giroud и Bonaparte 1989).

Итак, можно заключить, что каждое решение имеет свои преимущества и недостатки, которые на практике выливаются в удачный или неудачный результат. Несмотря на все вышесказанное, битумная смесь, цементный бетон, бентонитовая глина, грунто-бентонит, геомембрана или композитная мембрана представляют собой, обычно, противофильтрационные барьеры, чьи расчетные характеристики проницаемости находятся в пределах  $10^{-7}$  м/с и  $10^{-13}$  м/с.

В отличие от пористых материалов, геомембраны являются материалом, в котором между полимерными молекулами имеются промежутки, через которые могут проникать небольшие молекулы или другие химические составляющие. В связи с этим фактом геомембраны обладают некоторой проницаемостью. Однако, в этом случае жидкость проникает через этот материал на молекулярной основе за счет процесса активной диффузии, а не за счет естественного проникновения через поры. Этот процесс диффузии осуществляется в три этапа: абсорбция или растворение жидкости на поверхности геомембраны; диффузия растворенных веществ внутри геомембраны; испарение или десорбция растворенных веществ с другой стороны геомембраны.

Движущей силой такого процесса диффузии является действие или химический потенциал присутствующего вещества. А также структура и молекулярные характеристики геомембраны. Так, например, присутствие пластификаторов или вздутие геомембраны за счет растворителей являются факторами, которые увеличивают диффузию. В случае стекания в состоянии равновесия диффузия может быть проиллюстрирована законом Фика:

$$Q_i = -D_i \frac{dC_i}{dx}$$

где:

$Q_i$ : расход компонента  $i$  (г/см<sup>2</sup>/с)

$D_i$ : диффузия (см<sup>2</sup>/с)

$C_i$ : локальная концентрация компонента  $i$  (г/см<sup>3</sup>)

$x$ : толщина геомембраны (см)

Следует отметить, что в случае газа единицы массы необходимо перевести в единицы объема, т.е. в см<sup>3</sup> при стандартных давлении и температуре.

### 6.3.2.3 Функционирование «пассивного» непроницаемого слоя

Учитывая, что все изолирующие материалы обладают в большей или меньшей степени измеряемой проницаемостью, то слой, обеспечивающий пассивную непроницаемость, основанную только на проницаемости отобранного материала, играет на самом деле роль фильтрующего элемента, замедляющего просачивание воды (жидкости) через себя. Это замедление вызывает сокращение объема

жидкости, которая проходит сквозь слой непроницаемого материала за единицу времени.

Эффективность непроницаемости материала может быть, таким образом, выражена в проценте утечки и сравнена с эффективностью непроницаемости другого материала. Тем не менее, ясно, что эта кажущаяся эффективность зависит не только от состояния материала, образующего непроницаемый слой, но также и от условий на границах этого слоя. Для упрощения иллюстрации данного утверждения рекомендуется отобрать два случая с экстремальными значениями и тогда истинное значение окажется посередине.

При условии безнапорного водоносного слоя капля воды, которая проходит через непроницаемый слой ( $K_1, d_1$ ), оказывается ниже  $K_2, d_2$ ) этого слоя при атмосферном давлении. Это означает, что под этим слом существует эффективный дренаж ( $K_2 > K_1$ ). В этих условиях расход просачивающейся воды на единицу площади  $A$  есть  $Q_f = K_1 \cdot (H_0 + d_1) / d_1$ . В целях сравнения различных материалов, используемых для выполнения непроницаемого слоя, следует определить коэффициент пропускания материала  $P_{k1} = K_1 / d_1$ , являющуюся параметром, определяющим расход воды при прохождении через них. Это условие представляет собой условие максимального расхода через непроницаемый слой пассивного типа.

В условиях удерживающего слоя, капля воды, которая проходит через непроницаемый слой ( $K_1, d_1$ ), замедляет свое движение вследствие создания давления (Bianchi и Muckel, 1970) в зоне ниже лежащего слоя ( $K_2, d_2$ ). В целях сравнения можно показать, что в этой ситуации расход воды через непроницаемый слой непосредственно связан с коэффициентом пропускания материала, расположенного ниже непроницаемого слоя  $T_{k2} = K_2 \cdot d_2$ .

Согласно принципиальным схемам и учитывая, что проницаемость почвоэлювиев составляет порядка  $1 \times 10^{-4}$  м/с (однородный песок), будет необходимо установить дополнительно непроницаемый слой в целях обеспечения предварительного удержания воды. Учитывая важность толщины слоя, такой подход позволяет утверждать, что проницаемость  $1 \times 10^{-5}$  см/с приводит к ежегодной потере приблизительно четырех объемов воды, содержащейся в бассейне.

Кроме того, сама природа различных материалов, используемых для выполнения непроницаемого слоя, обуславливает очень важное значение градиента "i". При одном и том же «кажущемся» гидравлическом напоре  $H_0$ , толщина материала, предложенного для непроницаемого слоя, значительно влияет на общую эффективность сооружения, весьма сильно сокращая способность данного материала к пропусканию, как это доказывает предыдущая таблица, где отношение проницаемости 10 000 000 соответствует отношению утечки 12 000. На практике это приводит к заключению о том, что выбор более эффективного в 10 000 000 материала (геомембрана/алевритовый песок) обеспечивает сокращение утечек всего лишь в 12 000 раз.

Все вышесказанное было изложено без учета влияния, которое оказывает наличие всего лишь одного отверстия диаметром в 1 мм на самой мембране. Расход жидкости, проникающей через такое отверстие, сокращает на 1500% эффективность функционирования мембраны. Причем, указанные последствия приведены без учета влияния, оказываемого задержкой, связанной с почвоэлювием в месте под отверстием и с воздействием, связанным с формой этого отверстия (Giroud и Bonaparte, 1989).

Изложение данного подхода было упрощено до сведения его лишь к двум аспектам. При этом не учитывался третий аспект данного вопроса. Однако, такая методика

позволяет определить основные понятия, о которых идет речь и, что очень важно, она позволяет констатировать, что существует практический предел понятия непроницаемости «пассивного» типа и что способность материала к проницаемости является далеко не определяющим фактором.

Таким образом, необходимо иметь представление об ограниченном диапазоне использования слоев с непроницаемостью «пассивного типа». Диапазон, находящийся в пределах от  $1 \times 10^{-10}$  м/сек до  $1 \times 10^{-7}$  м/сек может помочь четко установить рациональные технические характеристики при строительстве сооружений, чье геохимическое воздействие на окружающую среду является слабым, т.е. что такое техногенное давление будет нейтрализовано природными экосистемами.

Как было доказано ранее, в условиях «пассивной» непроницаемости, природа используемых материалов определяет не только их максимальную эффективность, но и предопределяет жесткий контроль выполнения работ во время строительства. В действительности опыт показывает, что даже небольшие изменения состояния сооружения могут иметь губительные последствия для общей эффективности использования природного или обогащенного непроницаемого слоя (Charpuis 1990). Независимо от того, идет ли речь о наличии отверстия в геомембране, о тощей смеси в грунто-бентоните или слишком низкого уровня влажности в момент укладки глиняного слоя, воздействие этих элементов сказывается незамедлительно и, зачастую, непоправимо на общей эффективности сооружения. В этом отношении размеры капиталовложений в поиск приемлемого решения до начала строительства не сопоставимы со стоимостью внедрения адекватной системы контроля во время строительства. Поэтому целесообразнее вкладывать средства в поиск такого проектного решения, чем исправлять недостатки после введения в эксплуатацию.

Помимо этого, в случае наличия естественной водонепроницаемой мембраны либо мембраны, имеющей добавки, улучшающие ее свойства, выполненной непосредственно на участке, даже обязательное внедрение строгого контроля выполнения программы обеспечения качества ставит под сомнение общую репрезентативность анализов, выполненных на месте, поскольку различные характеристики материалов и условий их установки на участке способствуют увеличению вариативности локальных параметров, которая накладывается на изначальную вариативность характеристик залегающих природных грунтов. Все вышеуказанные факторы осложняют достоверность прогнозирования.

При использовании синтетических материалов проблема оказывается менее сложной, если задача проекта заключается в обнаружении утечек на всей площади сооружения до его ввода в эксплуатацию. Несмотря на все вышесказанное, затраты на проведение контрольных мероприятий в период строительства с лихвой окупаются в ходе дальнейшей эксплуатации. В любом случае, комплексные испытания представляют собой практически единственную возможность, позволяющую точно охарактеризовать элементы водоудерживающего слоя пассивного типа. Однако, кроме того, что эти испытания требуют значительных затрат и времени, было установлено, что интерпретация результатов оказывается сложно выполнимой, когда стоит задача достижения показателя  $1 \times 10^{-7}$  см/сек, поскольку показатели понижения уровня воды в этом случае будут порядка 1 мм/сутки, а влияние процесса испарения становится относительно значительным (Charpuis 1991).

Понятие «пассивной» непроницаемости противопоставляется понятию «активной» непроницаемости. При пассивной непроницаемости вода, проходя через непроницаемый слой, распространяется в окружающей среде, не оставляя

возможности ее сбора. В случае активной непроницаемости вода, проходя через первый непроницаемый слой, собирается и отводится в точки удаления насосами в целях вторичного использования, с тем чтобы сократить ее сброс в окружающую среду.

В данном случае, если по расчетам прогнозируемая эффективность слоя должна превысить показатель, эквивалентный получаемому с одного метра глиняного слоя при проницаемости  $1 \times 10^{-10}$  м/сек, то тогда решение об использовании «пассивного» слоя оказывается неприемлемым и следует рассмотреть другие технические решения.

#### 6.3.2.4 Природная водонепроницаемость и непроницаемый слой из синтетического материала

Результаты, приведенные ниже, отражают данные полученные в ходе заполнения опросных листов, переданных в консалтинговые фирмы, специализирующиеся в области проектирования систем обеспечения непроницаемости. Преимущества использования геосинтетических материалов становятся очевидными при сравнительном анализе нижеследующей таблицы. Эти материалы прекрасно приспособлены для транспортировки (импорт материалов).

**Таблица 34 Сравнительный анализ эффективности природных материалов и геомембран.**

	Природные материалы		Геомембраны	
	Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки
Гидравлические свойства		■	■	
Химическая совместимость		■	■	
Процесс проектирования		■	■	
Уплотнение (утрамбовка)		■	■	
Поведение при трении	■		■	■
Процесс сборки	■	■		■
Установка		■	■	
Стоимость	■		■	
Однородность материалов		■	■	
Наличие на рынке		■	■	

Во всех случаях водонепроницаемые мембраны должны сохранять свои эксплуатационные характеристики на протяжении всего срока использования



сооружения, в состав которого они включены, в частности, свою низкую проницаемость. В случае использования геомембран необходимо обеспечивать целостность стыковых соединений. Наличие отверстий должно быть сведено к минимуму. При этом необходимо стремиться к увеличению прочности мембраны и увеличению срока ее службы. Собственная прочность и долговечность геомембраны, зависят от состава, типа использованного полимера и от способа производства. На долговечность и прочность геомембраны влияют следующие существенные моменты:

- ухудшение механических свойств в связи с деполимеризацией и молекулярным расщеплением;
- усиление жесткости в связи с добавкой пластификатора;
- ухудшение физических свойств и увеличение проницаемости по причине вздутия и, в редких случаях, растворения;
- разрыв стыковых соединений, вызванный химическими или механическими взаимодействиями.

Основные факторы агрессивного воздействия на геомембрану это: тепловое излучение, кислород, свет, озон, влажность  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_2$ , содержащиеся в атмосферном воздухе, растворители, низкие температуры, механическая усталость, энзимы, бактерии. Таким образом, срок службы геомембраны будет зависеть от условий, в которых она будет эксплуатироваться на участке.

Однако, ее параметры могут быть измерены при строительстве (до введения в эксплуатацию) с использованием методов неdestructивного анализа, позволяющих определить наличие отверстий или нарушение целостности всей рабочей поверхности. Дефекты, таким образом, смогут быть устранены в целях достижения проектных эксплуатационных показателей.

#### **6.3.2.5 Проблемы, возникающие в процессе испытаний природных материалов**

Качество выполнения системы обеспечения непроницаемости часто подвергается контролю методом испытаний и анализов на проницаемость, осуществляемых лабораторным путем или на строительном участке. Испытания на проницаемость, проводимые на месте, или испытания, проводимые во время строительства, представляют собой отдельную процедуру. Они выполняются локально и их среднее значение может отличаться от истинного среднего значения, которое соответствует расходу воды при утечке из бассейна. На самом деле утечка может быть вызвана какими-либо локальными дефектами, которые остались незамеченными во время контроля качества конструкции.

Величина проницаемости, полученная в результате проведения широко масштабных испытаний системы, выполненной из уплотненной глины, может быть значительно выше проницаемости, определенной во время испытаний и анализов в лаборатории или на месте. Известно, в частности, что  $k$  (проницаемость) в лабораторных условиях в значительной мере зависит от процентного содержания воды в момент уплотнения. В лабораторных условиях можно зарегистрировать изменения  $K$  на два порядка при изменении процентного содержания воды в пределах от 2 до 4 единиц. Так, были подготовлены два образца одной и той же глины с одинаковой сухой объемной массой; одна проба была взята с сухой стороны холма уплотнения, а вторая – с влажной стороны. Анализы на пористость с использованием ртути выявили, что «влажный» образец имел бимодальное распределение больших пустот и малых пустот. В конечном итоге, различия гидравлических параметров ( $k$  участок  $>$   $k$  лаборатория) могут быть объяснены показателями пористости уплотненной

глины, которые не были адекватно воспроизведены во время лабораторных анализов.

Существуют и другие причины, по которым показатели гидравлической эффективности, полученные путем широкомасштабных испытаний могут отличаться от получаемых при проведении испытаний в малом масштабе.

Лаборатория, которая отбирает пробу на испытательном стенде, может провести ее обезвоживание, разделить на маленькие фракции (комочки), гомогенизировать, увлажнить, уплотнить и подвергнуть ее анализу на проницаемость в камере для испытаний на всестороннее сжатие. Все перечисленные этапы лабораторных исследований полностью отличаются от процедур, применяемых на строительном участке. Таким образом, нельзя претендовать на то, что результаты определения  $k$  лабораторного позволят предсказать величину  $k$ , получаемую при испытаниях в широком масштабе.

Кроме того, в камере для испытаний на всестороннее сжатие для определения  $k_L$  (в лаборатории) применяют обычно напряжения более высокого уровня, чем на строительном участке (по причине ограничений, накладываемых условиями проведения опыта). В результате возникает искусственное стягивание трещин и геометрических дефектов (вторичная пористость), вследствие чего имеет место недооценка показателя  $k_T$  (в широком масштабе).

Помимо этого, сложно должным образом воспроизвести в лаборатории реальные физико-химические условия (специфика фильтрата и длительность контакта) в которых будет находиться глина.

Чтобы перейти от проницаемости, измеренной в лаборатории (или от проницаемости, определенной на участке) к проницаемости в широком масштабе, проектировщики непроницаемых покрытий из глины не располагают, на самом деле, необходимыми эффективными методами расчетов. Инженеры-проектировщики имеют различные мнения, которые рассматриваются ниже.

В целях прогнозирования величины  $k_T$  рекомендуется использовать результаты испытаний на проницаемость, выполненных на участке, так как они позволяют протестировать большую площадь глинистого покрытия, что дает возможность выявить большее количество дефектов. Такое мнение представляется спорным в той мере, что  $k_T$  может зависеть от нескольких основных локальных дефектов, которые никогда не будут выявлены в ходе испытания и анализов на месте.

Попытки определения  $k_T$  с помощью использования геостатистических методов были предложены различными авторами. Некоторые точки зрения, высказанные в результате проведения анализов с использованием этих методов, заслуживают глубокого осмысления. Считается, что если мы располагаем рядом лабораторных образцов, служащих для калибровки  $k$  в зависимости от степени насыщения  $S_r$  и уровня содержания влаги  $w$ , то можно определить заранее величину  $k_T$ , выполнив 50 анализов на плотность и влагосодержание для каждого участка  $100 \times 100$  м и для каждого участка с подъемом 15-20 см. Такое мнение вытекает из определенного числа математических гипотез, одной из них является следующая: можно адекватно представить  $k_T(x, y, z, t)$  через  $k_L(S_r, w)$ . Такая гипотеза, как известно, является ложной. Другое предположение касается распределения уровней проницаемости, с которым мы работаем: такое распределение всегда представляют как одномодальное и никогда как бимодальное или мультимодальное, тогда как практика строительства очевидно будет свидетельствовать о распределении именно этого типа, общий расход воды составляет 0 и таким образом равен  $k_T$  и зависит практически полностью от некоторых локальных дефектов. В этих условиях, если  $k_T$  зависит о

дефектов, которые существуют на участке, представляющем собой менее, чем одну тысячную долю от всей площади, то никакая серия испытаний на проницаемость, какой бы большой она не была, не позволит заранее предсказать кТ. Между тем адекватный контроль качества должен быть нацелен на устранение основных дефектов, с тем чтобы прийти к одномодальному распределению к.

В конечном итоге, все методики, которые направлены на то, чтобы заранее определить значение кТ, наталкиваются на основной недостаток. Мы не располагаем практически ни одним испытанием эффективности водонепроницаемых покрытий из глины, которое позволило бы проверить корректность прогнозов величины кТ. Поскольку в рабочих технических заданиях не оговорена необходимость проведения испытаний на эффективность, проектировщики водонепроницаемых покрытий из водонепроницаемой глины лишают себя возможности развивать эффективные методы расчета и остаются на сегодняшний день на стадии непроверенных гипотез, поскольку последние не могут быть проверены.

При проведении контроля качества водонепроницаемого покрытия из глины следует внедрить механизм контроля на уровне проектирования, поставки глинистых материалов, их установки и общих гидравлических параметров. По причине укоренившихся практик строительства насыпи, контроль качества водонепроницаемых покрытий из глины сводится зачастую к измерению во время уплотнения сухой объемной массы и содержания воды.

Такой подход применим, когда требуется установить механические характеристики грунтов. Однако, для непроницаемых покрытий из глины требуется главным образом определение гидравлической эффективности. В этом плане была предпринята попытка определения зон плотности в сухом состоянии и влагосодержания на диаграмме уплотнения. Однако, учитывая важность уровня насыщения в момент уплотнения, следовало бы систематически рассчитывать эту величину, исходя из сухой объемной массы и уровня содержания воды и требовать указания в сметах минимального значения степени насыщения. Степень насыщения может быть рассчитана отношением:

$$S_r = w/w_{sat}$$

содержания воды,  $w$ , к содержанию воды при насыщении,  $w_{sat}$ , которое определяется при помощи уравнения:

$$w_{sat} = (r_w/r_d - 1/G_s)$$

где  $r_w$  и  $r_d$  – объемные массы ( $кг/м^3$ ) соответственно воды и сухого грунта и где  $G_s$  – плотность твердых веществ.

Кроме того, известно, что просачивание жидкости имеет место обычно между бугорками или плохо взаимопроникающими слоями. Просачивание осуществляется через трещины вторичной пористости, вызванные поверхностным высыханием комков земли или бугорков, образующихся там, где материал стал слишком жестким, чтобы пластично деформироваться за счет усилий при уплотнении. Зная это, следовало бы систематически проверять, чтобы установленный слой глины был достаточно влажным для пластичной деформации, т.е. что его влагосодержание выше предела пластичности. Такой вид контроля не входит в договорные требования при выполнении водонепроницаемых покрытий из уплотненной глины, в то время как это простая процедура, которая должна была бы весьма эффективно использоваться во избежание проблем, связанных с утечками через трещины вторичной пористости. В конечном итоге, следовало бы систематически требовать измерения общего расхода воды при утечке через водонепроницаемые покрытия из глины и анализировать результаты испытаний общей гидравлической

эффективности с целью обнаружения зон с низкими техническими характеристиками и их причин. Только при соблюдении указанных условий можно рассчитывать на разработку оптимальных методов предварительного определения кТ на основании величины kL.

### 6.3.2.6 Выводы

Системы обеспечения непроницаемости пассивного типа хорошо зарекомендовали себя в последнее время, в частности, в области возведения плотин, где эти системы продемонстрировали свою надежность и эффективность. В этом плане использование природных материалов или материалов с обогащающими добавками продемонстрировало свою эффективность. Однако, риск, возникающий при использовании таких сооружений, связан с последствиями разрыва или смещения, в результате чего могут высвободиться значительные объемы воды, что, в свою очередь, сопряжено с нанесением серьезного ущерба территории, расположенной ниже плотины. В этой области применения вопрос утечки или потерь воды вследствие гидравлической проводимости является, таким образом, скорее вопросом экономическим, чем вопросом охраны окружающей среды. Заметим, что способ перемещения масс воды вследствие гидравлической проводимости или диффузии в любом случае способствует общим потерям.

Применение аналогичного метода в области охраны окружающей среды вызывает серьезные опасения, которые могут быть сняты путем использования комплексных систем «непроницаемый слой – дренажная система» активного типа. В самом деле, создание, начиная с 80-ых годов, водоудерживающих сооружений «активного» типа с высокой степенью безопасности позволило наилучшим образом использовать преимущества сочетания дренажной системы и слоя непроницаемого материала, которые предоставляют многослойные системы. Так эффективность этих сооружений основана на поочередном использовании противифльтрационных барьеров (низкая проницаемость) и дренажных слоев (с высокой проницаемостью) с целью обеспечения управления водопотоками и полного контроля движения жидкости внутри самих сооружений, не выходя за их физические пределы с тем, чтобы гарантировать экологическую безопасность. Использование геосинтетических материалов, а именно, геомембран дало возможность создать эффективные геометрические схемы сооружений, позволяющие сократить необходимые пространства, что не возможно при использовании природных материалов. Наконец, присутствие «полых» слоев, создаваемых, например, ячейками геомембраны, практически устраняет риск распространения загрязняющих веществ, что представляет собой дополнительное преимущество.

Таким образом, в настоящее время возможно создавать на больших площадях надежные и долговечные системы обеспечения непроницаемости, используя комбинацию известных материалов, характеристики которых могли бы со временем значительно меняться, не нанося при этом в долгосрочной перспективе ущерба для общей эффективности сооружения, частью которого они являются.

В этом смысле расширяющееся использование геосинтетических материалов в этой области обеспечивает качество защитных сооружений не только в связи с тем, что они производятся промышленным способом, но и потому, что эффективность их внедрения может быть надежно проверена как в целом, так и локально, что не всегда возможно в отношении всех природных материалов. Кроме того, вариативность свойств, присущих любому природному материалу, значительно превышает различие свойств геосинтетических материалов, которые изготавливаются в

полностью контролируемых условиях. В заключении необходимо сказать, что геосинтетические материалы, позволяют в настоящее время возводить сооружения, предотвращающие загрязнения окружающей среды, с гораздо более высоким уровнем непроницаемости, чем у сооружений из природных материалов. К тому же внедрение многослойных систем контроля движения жидкости обеспечивает не только значительное ужесточение требований к нормам качества в отношении непроницаемого слоя, но и позволяет, что еще более важно, поддерживать на том же высоком уровне эти технические характеристики в долгосрочной перспективе, так как они не зависят более от использованных материалов, а напрямую связаны с концепцией управления потоками, воплощенной во время строительства.

И, наконец, конфигурация сооружений позволяет к тому же влиять на эффективность функционирования этих сооружений в течение длительного периода после их строительства за счет использования тех же средств, которые позволяют в контролируемом режиме удалять жидкости, содержащиеся в таких системах. Удачное сочетание «грунты-полимеры» позволяет использовать преимущества одних материалов, не страдая при этом от недостатков других, что обеспечивает экологическую безопасность сооружения.

### **6.3.3 Сепарирование воды**

#### **6.3.3.1 Управление дождевыми водами**

Эксплуатационный участок полигона расположен под открытым небом и по этой причине отходы подвержены воздействию атмосферных осадков. С другой стороны, необходимо предотвратить возможность проникновения дождевой воды, отводимой с кровли зданий, расположенных на полигоне, в толщу отходов. С этой целью приняты следующие правила:

- Уклон разгрузочной платформы, позволяющий отводить воду в соответствующим образом устроенный водосток (не загрязненная вода).
- Устройство временных канав на периферии эксплуатируемых карт.

#### **6.3.3.2 Периферийные дренажные канавы**

С тем чтобы сократить объем поступающей воды и поддерживать основание карт в сухом виде, предусмотрены меры, направленные на улавливание подземных протечек в зоне, расположенной до карты, на глубине 6 метров. Речь идет об оборудовании периферической дренажной канавы. Такая дренажная канава ведет к смотровому колодцу, из которого вода отводится насосом в отстойник.

Дренажная канава выполняется до начала выемки грунта в местах расположения карт во избежание проникновения воды в момент их сооружения.

#### **6.3.3.3 Дренаживание поверхностных вод**

По периферии карт выполняется траншея, позволяющая удерживать поверхностные воды, поступающие из зоны, расположенной выше.

Как и в случае дренажных канав, выполнение такого отводящего канала призвано обеспечить поддержание участка в сухом состоянии и сокращение инфильтрата в процессе строительства полигона по захоронению конечных отходов.

#### **6.3.3.4 Периферийное дренирование внутри площадки**

Данная дренажная система размещается на внутренней периферии насыпей и функционирует на уровне насыпей.

Речь идет о канаве, выполненной из дренирующих материалов с покрытием из геотекстиля. В основании канавы размещается перфорированная дрена.

Данная система предназначена для сбора воды, которая перемещается через структуру каналов для сбора газа, и ее отвода в дренажную систему стенок карты.

В процессе эксплуатации данная система осуществляет промежуточный сбор воды, что позволяет бороться с непредвиденными переполнениями.

#### **6.3.3.5 Управление стоком воды**

Принципами захоронения предусмотрено максимальное сокращение инфильтрации воды атмосферных осадков в толщу отходов и обеспечение отвода этих вод в специально предусмотренные водостоки.

Для облегчения стока, склоны насыпей выполняются таким образом, чтобы обеспечить быстрое без застаивания отведение воды. На указанных склонах высаживаются растения, что позволяет снизить наносы глины и супеси.

Воды направляются в сборный смотровой колодец, а затем сбрасываются в окружающую среду.

Выполняются следующие контрольные замеры: рН, проводимость, вещества в абсолютно взвешенном состоянии, NH<sub>4</sub>.

### **6.3.4 Сбор фильтратов**

#### **6.3.4.1 Дренажная и уплотнительная система донной части и стенок**

С точки зрения проектирования определение мощности систем, контролирующих движение жидкости, представляет собой основную составляющую работ по разработке технических параметров полигона, поскольку эти сооружения обеспечивают экологическую безопасность карт.

Карты имеют двойную систему обеспечения непроницаемости и «окружены» на периферии системой отвода воды атмосферных осадков и контроля подземных вод. Детальная информация о системе обеспечения непроницаемости и дренажной системе указаны в *6.1.2.4.3*.

Уклоны каналов дренажной донной системы устанавливаются в соответствии с прогнозируемым уплотнением ячеек для размещения отходов. При этом ставится цель избежать ситуации, при которой процедуры уплотнения приведут к изменению уклонов дренажей в основании карты, что может привести к локальному накоплению фильтратов. Минимальный уклон на участке принимается равным 2%.

#### **6.3.4.2 Отведение вод из системы первичного сбора**

Основная задача системы первичного сбора воды состоит в сборе фильтратов, возникающих при контакте вод атмосферных осадков с отходами. Данная система позволяет, благодаря действию гравитации, быстро отвести эти воды за пределы карты в целях их последующей обработки. Дренажная система первичного сбора состоит из элементов, укладываемых снизу в верх в следующем порядке:

- слой геотекстиля,
- дренажный слой песка толщиной 500 мм,
- перфорированная дрена с диаметром сечения 200 мм, устанавливаемая сверху дренажного слоя так, чтобы нагрузка на первичный гидравлический барьер не превышала 30 см.,
- сепарационный слой геотекстиля.

Дрена подводится к колодцу, обеспечивающему подъем фильтратов, и выше (по течению фильтратов) к наклонно расположенному каналу, который используется для осуществления контрольных мероприятий и проведения работ по очистке. Дрены, расположенные под дамбами, не перфорируются, поскольку в этих местах сбор фильтратов не выполняется.

Собранные фильтраты отводятся в вододерживающий бассейн.

#### **6.3.4.3 Первичный противофильтрационный барьер**

Первичный противофильтрационный барьер имеет композитный состав (400 мм глины, укладываемой на геомембрану толщиной 2 мм) и устанавливается в донной части карты, что способствует повышению эффективности гидравлического барьера путем уменьшения относительного влияния любой перфорации после осуществления программы обеспечения качества.

Объем просачиваемой воды будет, таким образом, достаточно снижен. Он станет приблизительно в 10000 раз меньше в зоне с композитной мембраной, чем для такой же зоны с обычной мембраной.

С точки зрения механических напряжений первичная мембрана будет подвергаться самой высокой нагрузке в момент строительства, когда предусматриваемые постоянные вертикальные усилия будут находиться в пределах от 800 до 1000 кПа. Таким образом, этому моменту в процессе выполнения данных слоев должно уделяться особое внимание, а именно необходимо убедиться в целостности ниже расположенной геомембраны. Взаимопроникновение слоев геосинтетических материалов должно быть также проконтролировано.

#### **6.3.4.4 Вторичная система постоянного дренирования под действием гравитации**

Было принято решение о размещении под площадкой полигона для конечных отходов дренажной системы, необходимой для контроля уровня подземных вод в непосредственной близости от карт полигона. Хотя а priori в этой зоне отсутствуют какие-либо подземные воды, данная система позволяет осуществлять постоянный отвод воды под сооружения и, при необходимости, их удаление за пределы системы.

Указанная дренажная система выполнена за счет слоя соответствующих материалов, через которые вода просачивается в перфорированную трубу, которая, проходя под картой, отводит за пределы полигона воду, протекающую между дном карты и вторичной геомембраной. А priori, эти воды не являются загрязненными отходами полигона, поскольку они происходят из естественной среды.

Вода, отведенная под карту, проходит под действием гравитации к смотровому колодцу, а затем к отстойнику.

Верхняя оконечность перфорированной трубы соединена с наклонным каналом, позволяющим осуществлять инспектирование и очистку дрены.

#### **6.3.4.5 Насосная станция для отвода фильтратов и наклонные каналы**

В принципе, целесообразно избегать использования насосов для подачи воды и фильтратов из дренажной системы. Всегда оказывается предпочтительным обеспечивать отвод воды под действием гравитации. Уклон в 2% при адекватной укладке труб из полиэтилена низкого давления оказывается достаточным для хорошего стока.

Если не представляется возможным избежать принудительного отвода фильтратов и воды, то следует построить насосную станцию для их подъема. Целесообразнее соорудить одну станцию с несколькими спаренными насосами (в целях предупреждения механических неисправностей). Следует избегать наличия нескольких насосных станций.

#### **6.3.4.6 Основание карты и водонепроницаемые конструкции**

Основание карты, представляющее собой сооружение, обеспечивающее соответствующий уровень пассивной безопасности, выполнено из природной глины. Проницаемость данного материала ниже  $1 \times 10^{-9}$  м/с.

#### **6.3.5 Дренажная система**

Основная задача дренажной системы заключается в сборе фильтрата, образуемого в толще отходов. Эта система позволяет за счет гравитации направить потоки воды за пределы карты в целях их дальнейшей обработки.

Дренажная система состоит (сверху вниз) из:

1. Дренажного слоя дробленого гравия 20/40 толщиной 300 мм,
2. Второго слоя гравия 10/20 толщиной 100 мм (проницаемость которого выше  $10^{-4}$  м.с<sup>-1</sup>, так же как и верхнего слоя),
3. Искусственного строительного волокна (геотекстиль),
4. Перфорированной дрены из полиэтилена низкого давления, проложенной в основании дренажного слоя, диаметр сечения которой рассчитан так, чтобы нагрузка, оказываемая на лежащий ниже гидравлический барьер не превышала 30 см. Этот диаметр должен быть достаточным, чтобы предотвратить засорение канала, обеспечить беспрепятственное прохождение фильтрата, ТО и позволить осуществлять контроль общего состояния дрены соответствующими способами. Дрена соединена в нижней оконечности с основным каналом, благодаря которому могут выполняться операции по очистке и надзору (видеоконтроль).

Дренаж спроектирован так, чтобы противостоять в течение всего срока эксплуатации механическим и химическим воздействиям, которым он подвергается.

Собранный фильтрат удаляется под действием гравитации на очистные сооружения.

#### **6.3.6 Обработка фильтратов**

##### **6.3.6.1 Основные принципы**

После сбора фильтрата есть несколько вариантов его переработки. Если полигон еще не эксплуатируется, то необходимо произвести качественную и количественную оценку фильтрата. Характеристики фильтрата зависят от природы отходов, размещаемых на полигоне и от процессов ферментации происходящих на полигоне.



Если характеристики собранного фильтрата указывают на опасность отходов, то и фильтрат должен перерабатываться в соответствии с соответствующими требованиями и нормами. Типичный состав различных видов фильтрата приведен в *Таблица 16* и *Таблица 17*.

На процесс биологической переработки фильтрата негативное влияние могут оказать токсины, содержащиеся как в бытовых, так и в промышленных отходах, однако, их влияние можно нейтрализовать различными способами. Микроорганизмы, на которых основан процесс биологической переработки, могут оказаться устойчивыми к воздействию токсинов. Если все же популяция микроорганизмов оказывается временно ослабленной присутствием токсинов, то ситуация исправляется благодаря высокой скорости регенерации. В конце концов, многие микроорганизмы способны адаптироваться к новым условиям и перерабатывать даже токсины.

Биологическая переработка фильтрата может быть как аэробной, так и анаэробной. Помимо способности окисления определенных токсических органических соединений, аэробные микроорганизмы также могут адаптироваться к присутствию ионов тяжелых металлов. Однако, в таких случаях тяжелые металлы не окисляются в ходе биологического процесса, а поглощаются колониями микроорганизмов. Хотя биологическая переработка и позволяет эффективно удалять токсические вещества, в случае высокого их содержания может потребоваться предварительная обработка. Вещества и соединения, которые могут оказывать негативное влияние на процесс биологической переработки, следующие:

- **МЕТАЛЛЫ** — если возникает опасность торможения процесса металлами, достаточно провести предварительную обработку фильтрата известью, в результате чего металлы в виде гидроксидов выпадут в осадок;
- **УГЛЕРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ** — высокие концентрации разлагающихся органических соединений могут быть окислены биологическим путем; малое количество хлорсодержащих растворителей быстро улетучится в ходе аэробной переработки;
- **АММИАК** — как аэробные, так и анаэробные микроорганизмы способны выдерживать большие концентрации аммиака (до 2500 мг/л), однако их активность при этом значительно снижается;
- **ХЛОР** — аэробные микроорганизмы способны выдерживать относительно большие концентрации хлора (до 20000 мг/л); анаэробные микроорганизмы более чувствительны к хлору и при концентрации 10000 мг/л начинается выделение газа;
- **СУЛЬФИДЫ** — процесс анаэробного разложения обычно нормально протекает до концентраций 200 мг/г и незначительное воздействие на процесс отмечается при концентрациях до 400 мг/л; что касается аэробного разложения, то процесс протекает без отклонений даже при концентрациях до 1000 мг/л.

Для биологической переработки фильтрата применяются анаэробные пруды или реакторы, а для аэробной переработки — аэрируемые пруды с активным илом. Наиболее эффективные физико-химические процессы при переработке фильтрата включают воздушную отгонку, корректировку pH, химическое осаждение, окисление и восстановление. В некоторых случаях при переработке фильтрата может возникнуть потребность в более сложных процессах, например, углеродной абсорбции, ионном обмене, экстракции растворителями. Все эти процессы описаны ниже.

Системы аэробной переработки основаны на использовании аэрируемых прудов или систем с активным илом. В обоих случаях фильтрат аэрируется в присутствии

активного биологического ила. В условиях аэрируемых прудов в течение пяти дней удаляется более 95% ХПК. Для поддержания биологической активности аэробной системы необходимо организовать подачу необходимых питательных веществ. Фильтрат часто характеризуется низким содержанием фосфора и, иногда, азота, поэтому эти вещества необходимо обеспечивать искусственно.

Системы с активным илом отличаются от аэрируемых прудов тем, что там применяется рециркуляция ила и используется отдельный отстойник. Общее потребление кислорода, таким образом, сокращается и в реакторе поддерживается более активное биологическое сообщество, позволяющее сократить время переработки и повысить степень очистки отходов.

Аэробные системы просты по своему устройству: представляют собой последовательно расположенные бассейны, оборудованные поверхностными или пузырьковыми аэраторами; их легко эксплуатировать. Биологический ил, образующийся в бассейнах, можно удалять и размещать на полигоне, однако он плохо поддается осушению.

### 6.3.6.2 Анаэробные реакторы

Процесс анаэробной биологической переработки имеет ряд преимуществ перед аэробным процессом, когда применяется для переработки фильтрата. Преимущества заключаются в выделении метана и в образовании меньшего количества ила. Анаэробная система, также, не требует аэрирующих установок.

Главным недостатком этого процесса является недостаточная переработка аммиака. При анаэробной переработке сложные органические соединения, присутствующие в фильтрате, превращаются бактериями в карбоновые кислоты, которые затем частично превращаются метаногенными бактериями в метан и двуокись углерода. Большая часть процесса происходит в анаэробных условиях с применением анаэробного катализатора или анаэробных фильтров. Хотя фильтры оказываются более эффективными, чем анаэробные катализаторы, обе системы считаются непригодными для переработки фильтрата на месте, поскольку выделяющиеся БПК и аммиак требуют дальнейшей переработки.

Физические и химические процессы рассматриваются как дополняющие или заменяющие аэробную или анаэробную биологическую переработку фильтрата. Применяемые химические средства включают добавление отдельных химических веществ с целью осаждения, окисления или восстановления как органических, так и неорганических фракций. Осаждение и коагуляция с использованием извести, хлорного железа или квасцов не эффективно для удаления органического вещества. Реакции ионного обмена наиболее эффективны для обесцвечивания, удаления взвешенных веществ и тяжелых металлов, однако более дороги.

Делались попытки удаления органических веществ из фильтрата при помощи химических окислителей. Применялись перекись водорода и озон; реже — гипохлорит кальция и перманганат калия. Были достигнуты хорошие результаты в обесцвечивании материала и удалении железа. Для значительного снижения уровня ХПК требуются значительные количества реактивов. Запахи, например, свойственные сероводороду, удаляются путем обработки перекисью водорода. Успешно удаётся окислять сульфиды, содержащиеся в фильтрате, до сульфатов перед сбросом стоков.

В фильтрате часто содержатся высокие концентрации азотосодержащих соединений, главным образом — аммиачный азот. Удаление аммиачного азота выполнялось как в полном масштабе, так и в рамках пилотных проектов. При воздушной отгонке

аммиачного азота он превращается в газ (аммиак) при значениях pH 10,5–11,5 и удаляется в отпарной колонне или пруде. При низких температурах из-за возможности замерзания использование колонны неэффективно. Гораздо эффективнее использовать пруды с системой пузырьковой аэрации.

### **6.3.6.3 Другие варианты переработки фильтрата на местах**

#### **6.3.6.3.1 Орошение земель**

Ниже описаны два подхода к переработке и ликвидации фильтрата на месте образования. Первый метод — орошение — может использоваться при условии наличия достаточных свободных площадей.

Распыление фильтрата над свободными территориями (в противопоставление полигону) приводит к значительному снижению его объемов благодаря транспирации и испарению. В дополнение к этому, по мере прохождения распыленного фильтрата сквозь почву возникает возможность микробиологического разложения органических компонентов, выпадение в осадок неорганических ионов или ионный обмен, а также быстрое поглощение некоторых элементов, на пример, азота, растениями.

Испарение может быть повышено с помощью широко применяемого в сельском хозяйстве мелкокапельного распыления. Кратковременное ежедневное распыление обеспечивает более эффективное испарение, чем единичное, но в большом объеме. Большая часть испарения приходится на транспирацию. Возможность распыления вредных веществ, конечно, следует всесторонне рассмотреть, однако, практика показывает, что это не представляет трудности при условии правильной организации процесса.

Информации о долговременном эффекте распыления фильтрата над свободными землями мало. Распыление фильтрата, содержащего металлы или устойчивые органические соединения, не рекомендуется, поскольку эти вещества могут накапливаться в почве и растениях. В отношении последнего, необходимо изучить имеющиеся данные о размещении обработанного активного ила на полигонах и о предельно допустимых концентрациях загрязняющих веществ. Такой способ переработки фильтрата требует значительных свободных территорий. Если в результате такой переработки увеличивается сток с полигона, необходимо получить соответствующее разрешение от управления водного хозяйства. Переработка фильтрата путем орошения площадей может потребовать дополнительного проектирования и получения лицензии на этот вид деятельности (помимо лицензии на эксплуатацию полигона).

#### **6.3.6.3.2 Рециркуляция в пределах полигона**

Рециркуляция фильтрата с пропуском его сквозь толщу твердых отходов, особенно когда биохимическая активность отходов еще не истощена, предпочтительна, поскольку в этом случае концентрация фильтрата снижается, а объем сокращается благодаря испарению. Кроме этого, замечено, что повышение влажности отходов способствует стабилизации и усиливает выделение газов.

Хотя этот метод и используется повсеместно, имеющиеся данные относятся, в основном, к пилотным исследованиям. Основным преимуществом этого метода является резкое снижение концентрации фильтрата в течение относительно короткого периода времени. Фильтрат по составу становится близок к фильтрату отходов пятилетней давности, а твердые отходы быстрее стабилизируются.

Подобно орошению, рециркуляция особенно эффективна летом, когда температура окружающей среды высока, уровень испарения максимальный, а образование фильтрата минимально.

#### **6.3.6.4 Мониторинг фильтрата**

Основная идея этого раздела заключается в том, что полигон является комплексным реактором, в котором протекают физические, химические и биологические процессы, в результате которых вредные отходы превращаются в экологически приемлемые отложения.

В связи со сложностью этих процессов и потенциальной опасностью для окружающей среды необходимо постоянно следить за тем, чтобы полигон функционировал так, как он был изначально спроектирован. Для принятия управленческих решений необходима своевременная информация. Таким образом, полигон ничем не отличается от каких-либо иных промышленных процессов, в основе которых лежат сложные химические и физические реакции. Единственное отличие заключается в том, что после закрытия полигона мониторинг его состояния, в отличие от других предприятий, не прекращается.

Процессы продолжают протекать в пределах погона еще в течение длительного периода времени после размещения последней порции отходов. Именно поэтому мониторинг продолжается и после вывода полигона из эксплуатации. При правильном планировании, учитывающем также и пост-эксплуатационный период, трудности не должны возникнуть.

Главную роль в менеджменте полигонов играет мониторинг фильтрата. В первую очередь, данные об объемах и составе фильтрата необходимы для контроля и обеспечения качества воды. В то время как образование фильтрата в условия климата Великобритании неизбежно, при правильном менеджменте полностью исключается его неконтролируемое выделение в пределах полигона. Современные методы эксплуатации полигонов обычно включают и переработку фильтрата. Переработка может быть успешной только тогда, когда качество фильтрата соответствует определенным требованиям, заложенным в проект очистных сооружений. Даже при простой перекачке фильтрата в канализационную сеть необходимо контролировать соответствие его объемов и качества требованиям управления водного хозяйства. Мониторинг объемов фильтрата связан, таким образом, с мониторингом его химического состава. Знание химического состава фильтрата необходимо для эффективной работы очистных сооружений. Кроме этого, данные мониторинга позволяют судить и о состоянии и поведении полигона в целом. Например, по химическому составу фильтрата может судить о качестве изоляции полигона.

Изменения в химическом составе фильтрата служат оповещением и позволяют выявить неполадки, например, перегрузку одной из частей полигона определенным типом отходов, и определиться с действиями по их устранению.

В связи с тем, что современные полигоны эксплуатируются в течение длительного периода времени и характеристики размещаемых отходов могут со временем значительно изменяться, постоянный мониторинг позволяет обеспечивать соответствующую эффективность природоохранных мероприятий в течение всего периода эксплуатации.

Мониторинг фильтрата не должен ограничиваться территорией полигона, а охватывать также и прилегающие земли. Выделяют два типа полигонов. Первый тип основан на механизмах относительно быстрой нейтрализации отходов в пределах

или вблизи полигона с целью снижения вредных компонентов фильтрата до приемлемых концентраций. Второй — основан на сдерживании фильтрата в пределах полигона в течение определенного времени до окончания процессов нейтрализации. В обоих случаях необходим мониторинг; в первом — чтобы убедиться в том, что процессы протекают так, как запланировано; во втором — чтобы убедиться в целостности полигона, особенно, когда используются искусственные подстилающие слои.

Любая система мониторинга должна обеспечивать достаточно информации о процессе образования фильтрата внутри полигона и под полигоном. Структура системы мониторинга зависит от конкретного полигона, разрабатывается на стадии проектирования полигона и внедряется на первой стадии строительства. Нет необходимости напоминать, что следует провести мониторинг состояния среды до начала эксплуатации полигона. Без этих данных невозможно будет оценить влияние полигона на окружающую среду.

Мониторинг состояния полигона не является исключительной обязанностью оператора, хотя последний и выполняет больший объем работ. Организации, контролирующие удаление отходов, также могут принимать участие в мониторинге, чтобы убедиться в том, что выполняются все условия лицензии. Водохозяйственные организации также могут принимать участие в мониторинге, поскольку качество воды входит в сферу их интересов. При таком трехстороннем сотрудничестве необходимо обеспечить однообразность действий и исключить дублирование. Все участвующие в мониторинге организации должны на начальном этапе проектирования согласовать схему мониторинга и разделить сферы ответственности. Результаты анализов, выполняемых отдельными участниками, должны быть совместимы.

#### **6.3.6.5 Адаптация к климатическим условиям**

В связи с их органическим составом (ХПК/БПК<sub>5</sub>), наличием солей (Na, K, Mg, NH<sub>3</sub>) тяжелых металлов (Pb, Co, Cu, Cr, Mo, As...) и ВВС (вещества во взвешенном состоянии), фильтрат подлежит эффективной очистке с помощью средств, совместимых с местными условиями (мороз, снег), в целях защиты окружающей среды.

В предлагаемой системе обработки фильтрата выделяется 7 отдельных уровней, каждый из которых имеет свое гидравлическое регулирование. Такая структура позволяет задействовать процедуры соответствующего уровня обработки в зависимости от «возраста» фильтрата и от характеристик воды, которая подлежит обработке. Иными словами, чем более «старым» и загрязненным будет фильтрат, тем более глубокой очистке он должен будет подвергнуться (начиная с самой первого уровня).

Ниже приводятся различные уровни очистки:

1. Этап удаления газов и летучих веществ (stripping)
2. Стадия физико-химической обработки, аэробной и /или анаэробной, заключающаяся в подготовке биоразложения и создании условия для осаждения тяжелых металлов либо в виде сульфидов (сернистых соединений), либо в виде гидроксидов. Представляется возможным увеличить эффективность данного этапа очистки путем добавки коагулянта и флокулянта, а также адсорбента, такого как лигнит (бурый уголь)
3. Этап анаэробной фильтрации с фиксацией культур бактерий на гравии

4. Биологическая обработка в аэрируемом бассейне с фиксацией бактерий на опорных элементах
5. Этап аэробной фильтрации через песок
6. Этап окончательной биологической обработки в бассейне с макрофитами
7. Накопление в специальном бассейне для осуществления разбавления. На данном этапе вода может быть собрана и повторно использована.

В отношении данной схемы очистки, следует отметить, что принимая во внимание климатические условия, большинство сооружений выполняется в закрытом помещении, даже если существует возможность заморозить фильтрат в зимний период после осуществления физико-химической обработки и выполнить операции биологической обработки только в летнее время (биологическая обработка требует жаркой погоды, в противном случае фильтрат будет необходимо нагревать).

В процессе эксплуатации во время выпадения обильных дождей избыток фильтрата отводится и обрабатывается отдельно на последних этапах очистки по причине его разбавления.

**Таблица 35 НОРМЫ ОЧИСТКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ВО ФРАНЦИИ**

Параметр	Норматив	Частота контроля
Расход		Постоянно
pH		Постоянно
Удельная сопротивляемость температура		Постоянно
температура		Ежедневно
BAVC*	< 100 мг/л	Ежемесячно
Органический углерод, общий	< 70 мг/л	Ежемесячно
ХПК	< 300 мг/л	Ежемесячно
БПК <sub>5</sub>	< 100 мг/л	Ежемесячно
NH <sub>3</sub>	< 20 мг/л	Ежемесячно
P общий	< 2 мг/л	Ежемесячно
Фенолы	< 0.1 мг/л	Ежемесячно
Металлы, всего, включая		
Cr <sup>6+</sup>	< 0.1 мг/л	Ежемесячно
Cd	< 0.2 мг/л	Ежемесячно
Pb	< 1 мг/л	Ежемесячно
Hg	< 0.05 мг/л	Ежемесячно
As	< 0.01 мг/л	Ежемесячно
Фториды	< 50 мг/л	Ежемесячно
ЦС** свободные	< 0.1 мг/л	Ежемесячно
Углеводороды, общие	< 10 мг/л	Ежемесячно
ОХС***	< 5 мг/л	Ежемесячно

\*Вещества в абсолютно взвешенном состоянии

\*\*Дианистые соединения

\*\*\*Органические хлорсодержащие соединения

### 6.3.7 Роль пассивного глиняного барьера

Все международные нормативы и инструкции достаточно ясны в этом отношении. Предполагается, что биоразложение твердых бытовых отходов происходит в течение 25 лет, в результате чего образуется фильтрат. Поэтому цель заключается в том, чтобы обеспечить защиту подземных вод в течение, по крайней мере, этих 25 лет, а еще лучше постоянную защиту, поскольку невозможно предсказать все то, что

может случиться. В данных нормативах используется понятие пассивного барьера и активного барьера.

#### 6.3.7.1 Пассивный барьер

Пассивный барьер состоит из глины и только из глины. Одно из преимуществ заключается в том, что геологические глиняные формирования являются гибкими, в результате чего в случае смещения почв форма барьера может измениться, однако сохранит свою непрерывность.

Принцип пассивного барьера состоит в том, что, с позиций человеческого фактора, о полигоне могут забыть или же о его существовании могут не знать. Полигон может заполнить вода, и эта вода будет пытаться перемещаться по вертикали в направлении подземных вод. Свойства глин и требования нормативов ( $>5$  м с коэффициентом водопроницаемости  $<10^{-6}$  м/с +  $>1$  м с коэффициентом водопроницаемости  $<10^{-9}$  м/с, согласно Европейской директиве) помогут ограничить поток фильтрата, достигающего уровня подземных вод, до (порядок) десятков м<sup>3</sup>/год. В результате в подземных водах будет происходить разжижение.

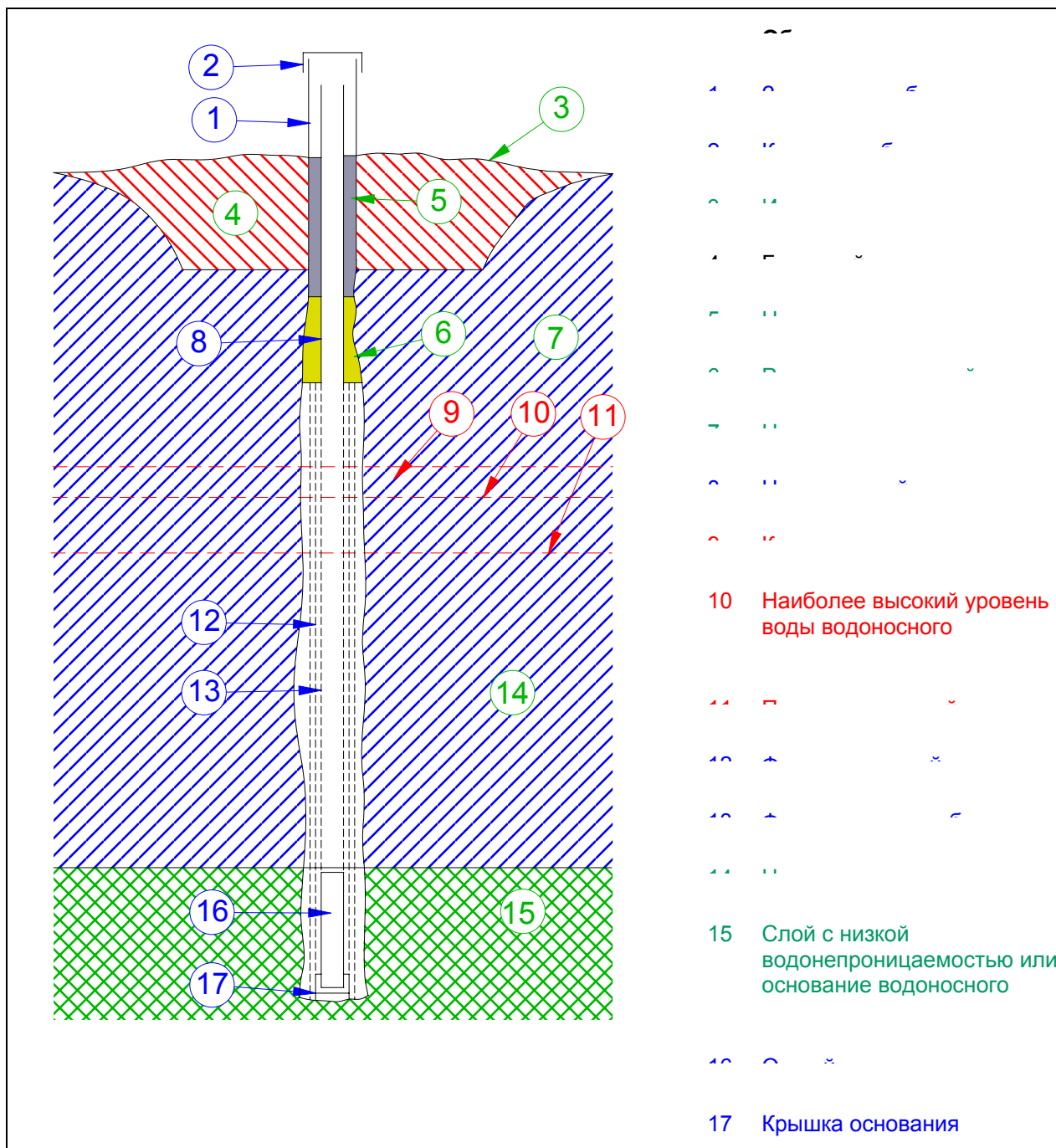
В исключительных случаях пассивный барьер может создаваться с помощью привозного материала, скажем, слоя бентонита. Принцип заключается в том, чтобы использовать минерал (а не геомембрану – см. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), благодаря чему обеспечивается такой же уровень пластичности, какой у природной глины, а также такие же свойства водонепроницаемости, как у требуемых слоев глины. Выбор минерала должен обосновываться расчетами годового потока, преодолевшего пассивный барьер.

#### 6.3.7.2 Сеть пьезометров

Эффективность пассивного барьера необходимо регулярно проверять с помощью сети пьезометров. Прежде всего, необходимо определить уровень подземных вод или уровни разного рода налагающихся друг на друга водоносных горизонтов. Необходимо знать направление течения. Обычно устанавливают 2 пьезометра по направлению к верхней точки полигона и 3 пьезометра по направлению к нижней точке полигона. Периодический отбор проб позволит контролировать качество подземных вод до и после прохождения ими полигона.

Важно, чтобы пьезометры были установлены правильно. Ниже на схеме изображены основные ключевые моменты.

**Рис. 29 Пьезометр**



Источник - AFNOR FD X31-614

### 6.3.7.3 Активный барьер

Принцип активного барьера заключается в сборе фильтрата (и воды, в том случае, если она поступает из других источников) на протяжении всего периода эксплуатации полигона и 25 последующих лет с тем, чтобы обеспечить очистку воды до того, как она попадет в природную среду. Поэтому данный вид деятельности следует всегда рассматривать в рамках мероприятий по дренажу, а не по обеспечению водонепроницаемости (см. § 6.3.1)

Следует отдавать себе отчет в том, что во всех нормативах, регулирующих вопросы современных полигонов, пассивный и активный барьеры являются



взаимодополняющими: один связан с геологическими условиями, другой – с человеческим фактором и не могут заменять друг друга.

### 6.3.8 Сеть контроля

Загрязнение, вызываемое фильтратом, является одним из основных воздействий, оказываемых полигоном на окружающую среду. В связи с этим необходимо уделять особое внимание мониторингу всех основных пунктов сети сбора фильтрата.

Полезно в рамках сети сбора фильтрата иметь контрольные скважины, которые бы позволяли брать пробы фильтрата на каждой карте. Данные скважины были бы также полезны в том случае, если бы возникла необходимость проконтролировать и/или починить трубы сети фильтрата.

В точке соединения сети фильтрата с водоочистным сооружением должен быть установлен расходомер. Обычно используется модель Вентури. Расходомер может быть оснащен устройством постоянной регистрации потока. При отсутствии такового, поток должен замеряться раз в день.

На выходе из водоочистного сооружения также должен стоять расходомер. Как правило, нормативы определяют лимиты загрязнения (мг/л или ppm) отработанной воды, для контроля которых достаточно брать пробы раз в день.

Все чаще и чаще в нормативах устанавливаются лимиты на массовый поток загрязнений (кг/день), что гораздо нагляднее демонстрирует возможности природной среды справляться с потоком отработанной воды. Вот почему рекомендуется устанавливать расходомер.

## 6.4 Биогаз

### 6.4.1 Парниковый эффект, запахи

Как было оговорено ранее, ферментация отходов вызывает образование различных газов, некоторые из которых могут обладать неприятным запахом. Речь идет, в частности, о сероводороде, меркаптанах и нескольких ароматических газах. Эти газы обычно имеют более высокую плотность, чем воздух. Они переносятся вместе с биогазом. Сбор биогаза и его обработка, а также регулярная засыпка отходов, сокращающая площадь фронта эксплуатации, позволяют избежать распространения неприятных запахов, наносящих вред окружающей среде.

Парниковый эффект выражается в общем потеплении климата, вызванном увеличением концентраций в атмосферном воздухе различных газов, так называемых, «парниковых газов». Этими газами являются, в основном, двуокись углерода или углекислый газ, окиси азота, хлорофторированный углеводород (фреон), а также метан - основная составляющая газа, образующегося при размещении отходов. Этот парниковый эффект приводит к происходящим в более или менее долгосрочной перспективе климатическим изменениям, которые могут сказываться на уровне воды в морях или на состоянии водных ресурсов. Влияние различных парниковых газов на расширение данного феномена зависит от многочисленных параметров, таких как концентрация или уровень радиации каждого элемента. По этому поводу заметим, что метан характеризуется «парниковым коэффициентом», который в 30-35 раз выше, чем аналогичный показатель углекислого газа, принимающийся в качестве исходного для сравнения. Понятно, таким образом, сколь важными являются сбор, обработка и утилизации

биогаза, богатого метаном, в целях сокращения вредного воздействия на окружающую среду.

## 6.4.2 Сбор биогаза

### 6.4.2.1 Горизонтальная диффузия газа

На полигонах, расположенных слоях грунта со средней или высокой проводимостью (песок, гравий, мел, пористая порода), газ может проникать на значительные расстояния за пределы полигона. В то время как в большинстве случаев газ выходит в атмосферу, на некоторых полигонах он может скапливаться в строениях, представляя потенциальную опасность. Проблема подземного распространения газа должна тщательно рассматриваться при проектировании полигона и планировании застройки близлежащих территорий.

Существует три способа предотвращения распространения газа, которые могут быть использованы как отдельно, так и в комбинациях:

- непроницаемые барьеры,
- пассивная вентиляция,
- откачка газа.

Материалы, препятствующие распространению газа — глинобетонная смесь, бентонит, пластмассы и раствор цемента с добавкой летучей золы. Для полигонов глубиной до 5 м достаточно прокопать по периметру траншею глубиной до основания и заполнить ее одним из изолирующих материалов. Ширина траншеи особого значения не имеет. На более глубоких полигонах необходимо устанавливать непроницаемые барьеры, которые также препятствуют распространению фильтрата при строительстве. Альтернативным вариантом может быть организация вокруг полигона зоны с грунтом высокой проводимости, что обеспечит беспрепятственный выход газа в атмосферу. На полигонах глубиной до 5 м достаточно заполнить периметр крупной фракцией или строительным мусором. Необходимо принять меры по предотвращению закупоривания поверхности грязью, снегом, льдом и пр. Это можно сделать, поместив в траншею горизонтальную перфорированную трубу с вертикальными выходами на поверхность через каждые 20–30 м. При этом грязь на поверхности не будет препятствовать выходу газа. На более глубоких полигонах необходимо создавать системы пассивной вентиляции, помещая крупную фракцию между стенкой полигона и отходами. Если выделение газа идет слишком интенсивно, то можно пробурить вентиляционные скважины по периметру полигона и в толще отходов. При недостаточном количестве скважин для обеспечения адекватного отведения газа может возникнуть необходимость в откачивании.

Качество и количество промежуточных слоев отсыпки также влияет на распространение газа. Например, покрытие с низкой пропускающей способностью приведет к распространению газа в стороны.

### 6.4.2.2 Описание сооружений

- Колодцы и коллекторы

Сборные колодцы и вторичная дренажная сеть выполняются в массе отходов по мере заполнения карт.

В этих колодцах поддерживается пониженное давление благодаря насосной установке.

- Насосная установка
- Турбина постоянно поддерживает пониженное давление в коллекторах биогаза, которые подведены к колодцам.

Регулирующие вентили, расположенные между коллектором и колодцами, позволяют осуществлять регулировку отвода биогаза через каждый колодец. Такая регулировка позволяет привести расход собираемого газа в соответствие с объемами биогаза, выделяемого на участке и, таким образом, поддерживать на постоянном уровне объем метана, который можно утилизировать.

- Управление биогазом

По мере возможности, биогаз подлежит утилизации. Предусмотрена утилизация биогаза с использованием следующих установок

- Котельная установка: использование биогаза для получения тепловой энергии (ср. отходы больниц и медицинских учреждений)
- Электрогенерирующие установки: использование биогаза для получения электрической энергии (ср. производство электроэнергии)

Неутилизированные объемы биогаза подлежат уничтожению.

Уничтожение биогаза осуществляется путем его сжигания (влияние на озоновый слой сокращается в 20 раз). Мощность установок по сжиганию биогаза находится в соответствии с ростом объемов образования биогаза.

### **6.4.2.3 Контроль и мониторинг сетей**

#### **Мониторинг газа**

Как было сказано выше, газ, выделяемый полигоном, является одним из основных путей воздействия на окружающую среду и проживающих поблизости людей. Он также является и потенциальным источником энергии. Очень важно контролировать процесс выделения газа во избежание создания риска для окружающей среды в результате скопления чрезмерного количества газа. Возникает естественное желание совместить мониторинг газа и фильтрации в одной скважине. В этом случае необходимо убедиться в том, что используемое оборудование может работать в среде газа. Не рекомендуется погружать насосы для откачки фильтрации в мониторинговые скважины на полигонах, где имеет место выделение газа.

#### **Мониторинг сетей сбора биогаза**

Необходимо регулярно контролировать состояние сетей сбора биогаза. В ходе контроля необходимо осуществлять следующие мероприятия:

- определение основных веществ и соединений в колодцах и коллекторах ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ),
- измерение расхода биогаза в каждой точке замеров,
- регистрация давления на уровне турбины.

Кроме того, в случае возникновения критической ситуации, в пункте контроля срабатывает аварийный сигнал, предупреждающий либо самого контролера, либо охранника (в ночное время и в выходные дни).

О характере нештатной ситуации оповещается один из ответственных работников. Такие действия призваны позволить установить причины неполадок в целях их устранения.

#### **6.4.2.4 Использование биогаза**

На некоторых полигонах имеет смысл выделять газ для последующего использования в качестве топлива, однако необходимо выполнять следующие требования:

- ◇ необходимо определить сферу применения газа;
- ◇ толщина слоя биологически разлагающегося вещества на полигоне должна быть, по меньшей мере, 10 м;
- ◇ на полигоне должно быть достаточное количество отходов (по опыту — по меньшей мере, 0,5 млн т);
- ◇ размещенные отходы не должны быть слишком старыми (при возрасте в пределах 5–10 лет производство газа максимально);
- ◇ уровень воды должен быть, по меньшей мере, на 5 м ниже поверхности полигона.

Насыщенный полигон непригоден для сбора газа. В этом случае возможно либо сжигание газа в факеле, либо отведение в атмосферу. Тем не менее, на некоторых полигонах сбор газа для последующего использования в качестве топлива или исходного химического сырья оправдан.

Для принятия решения необходима предварительная оценка качества и потенциального количества газа, которая выполняется путем бурения скважин и пробной откачки при различных значениях давления. Важно также определить территорию, охватываемую одной скважиной. Это делается путем погружения пьезометров на различном расстоянии от скважины. Обычно одна скважина обслуживает территорию в радиусе 30–50 м, т.е. около двух скважин на гектар. Темпы извлечения газа также могут быть различными. Среднее значение — 3 м<sup>3</sup>/мин. Теплотворная способность газа — около 20 МДж/м<sup>3</sup> при содержании в составе 55% метана.

Обычно диаметр газовой скважины составляет 0,3–0,6 м, а глубина — до основания полигона или до уровня воды. Обсадная труба имеет диаметр 0,1 м, нижняя половина перфорирована. Гильза, в которую помещен нижний конец трубы, заполнена проводимым материалом и покрыта глиной.

Газовые скважины соединяются пластмассовым трубопроводом (коллектором) диаметром не менее 100 мм, который, в свою очередь, подключается к насосу. Трубопроводы, которые обычно укладываются на поверхность полигона, располагаются под наклоном, чтобы обеспечить отведение конденсата.

#### **6.4.2.5 Контроль выбросов после сжигания**

Ежегодно проводятся мероприятия по более детальному исследованию состава биогаза и горючих газов. Контроль биогаза предусматривает проведение анализа H<sub>2</sub>S и H<sub>2</sub>O, а также горючих газов, включая анализы SO<sub>x</sub>, CO, пыли, HCl и HF.

Отчеты о результатах замеров представляются ежегодно в инспекцию по классифицированным объектам.

#### **6.4.3 Сжигание и утилизация биогаза (отопление и электроснабжение)**

В целях борьбы с неприятными запахами и парниковым эффектом биогаз должен быть собран и сожжен в факелах.

В нижеследующей таблице приводится состав дымовых газов в отношении к объему 3%-го остаточного O<sub>2</sub> при температуре сжигания °С.

**Таблица 36 Атмосферные выбросы при сжигании в факелах**

Название вещества, присутствующего в дымовых газах	Химическая формула	Факел (мг/м <sup>3</sup> )
Пыль		< 5
Моноокись углерода	CO	5..20
Оксид азота (NO + NO <sub>2</sub> )	NO <sub>2</sub>	40..80
Двуокись серы	SO <sub>2</sub>	20..50
Хлористые горючие неорганические вещества	HCl	5..10
Фтористые горючие неорганические вещества.	HF	0..1
Органический углерод, несожженный	Сорг	2..8
диоксин - фуран		< 0,01 нг/м <sup>3</sup>

Зная, что 1 м кубический газа имеет теплотворную способность приблизительно 4-5 кВтч, очевидно, что биогаз представляет собой очень важный источник энергии, который можно использовать. Становится ясным тот факт, что сбор биогаза является выгодным не только во избежание выброса парниковых газов, непосредственно в атмосферу. Очень выгодным оказывается утилизация биогаза с получением тепловой энергии и/или электроэнергии. В этом случае газовый факел имеет только функцию ограничения мощности (разгрузки). Он используется исключительно в период остановки электрогенерирующей установки или установки по утилизации биогаза. Ситуация определяется долей ферментируемой фракции на тонну размещаемых на полигоне отходов. В отношении бытовых отходов, согласно проведенному анализу образуемых бытовых отходов, можно считать, что на протяжении нескольких десятков лет с каждой тонны бытовых отходов можно получать 100 м<sup>3</sup> биогаза, что соответствует потенциалу производства энергии на уровне 400 - 500 кВтч. Полигон, принимающий на размещение ежегодно 100 000 т бытовых отходов, может по истечении нескольких лет снабжать электрогенерирующие установки общей мощностью 1000 кВА.

## 6.5 Защита природной среды

### 6.5.1 Противопожарная безопасность

Полигон подключен к системе водоснабжения посредством трубы с диаметром сечения 100 мм, рассчитанной на минимальное давление в 3 бары. Представляется разумным предусмотреть бассейн емкостью 1000 м<sup>3</sup>, который будет использоваться в качестве пожарного водоема.

Помимо плана мероприятий по предупреждению пожаров (детальный перечень действий), разработанного совместно с пожарной охраной, риск возгорания на территории площадки вынуждает принять соответствующие меры, касающиеся:

- Надзора за принятыми отходами и, в частности, обнаружение дымов
- Систематического увлажнения (поливка) отходов в период сильной жары
- Внедрения процедур оповещения об аварийной ситуации и действия по тревоге.

Надзор за полученными отходами предусматривает, при обнаружении дыма, использование трактора, необходимого для немедленного извлечения из ячейки отходов, подвергшихся возгоранию. После извлечения отходы засыпаются слоем глины, обеспечивающей прекращение процесса горения. (При возникновении пламени используется порошковый огнетушитель, который должен находиться на разгрузочной платформе). Процедура оповещения об аварийной ситуации и действия по тревоге устанавливаются в целях борьбы с пожаром во внерабочее время. Она основана на следующих мероприятиях:

- Наблюдение за картами, выполняемое персоналом охранной службы.
- Правила телефонного оповещения руководящих работников различного уровня.
- Мероприятия по борьбе с огнем в рассматриваемой зоне.
- В летнее время года необходимо контролировать наличие на участке в вечернее время суток и в выходные дни механических приспособлений (трактор, погрузчик, бульдозер и грузовики), необходимых для борьбы с огнем.

## **6.5.2 Предупреждение рассеивания отходов под действием ветра**

С тем, чтобы избежать рассеивания бумаги карта и, в особенности, разгрузочная платформа обносятся сеткой.

Данные заграждения предназначены для удержания в непосредственной близости от зоны расположения бумажных отходов и легких предметов, которые могут быть разнесены ветром. Эти заграждения являются мобильными и могут перемещаться в зависимости от направления ветра.

Практически сразу же после разгрузки выполняется уплотнение отходов, что позволяет предупредить разнос отходов за пределы карты.

По всей площади полигона устанавливается вторая линия заграждений, состоящая из решеток высотой 1 м (на возвышениях и откосах). Эти стационарные заграждения расположены на некотором удалении от заполняемых ячеек и удерживают легкие предметы, перемещающиеся под действием ветра.

При высокой скорости ветра необходимо в кратчайшие сроки собрать бригаду рабочих, которые будут собирать разносимые ветром бумажные отходы.

## **6.5.3 Размножение вредных животных**

### **6.5.3.1 Грызуны**

Применяемые технологии, в частности эффективное уплотнение отходов непосредственно после их доставки на полигон, предотвращают размножение грызунов в толще отходов.

На таких участках, как зоны очистки фильтратов ежегодно проводится дератизация, что позволяет избежать риска повреждения вододерживающих дамб и берегов притока р. Мориньер.

### 6.5.3.2 Птицы

Во избежание поселения на полигоне стай птиц при необходимости используются специальные системы отпугивания. Речь идет о:

- Газовых пушек
- Звуковых приспособлениях отпугивания.

Необходимо отметить, что постоянное использование уплотняющих машин в зоне засыпаемых ячеек значительно сокращает количество живущих на этих участках птиц.

### 6.5.4 Восстановление природной среды

Рекультивация участка выполняется в соответствии с данными о первоначальном состоянии зоны. Необходимо учитывать следующие моменты:

- Адаптация к рельефу
- Выбор растительности
- Эстетика пейзажа

## 6.6 Геотехнические нормы

При проектировании и строительстве полигонов руководствуются целым рядом норм и правил. В Северной Америке применяются стандарты ASTM. В Европе в настоящее время пока не установлен полный пакет норм CEN. Работа в этом направлении продолжается. В *Таблица 37* приведены нормы, используемые во Франции, включая стандарты Afnor (стандарты Национального Агентства стандартизации Франции) и ISO.

**Таблица 37 Геотехнические нормы и правила, применяемые при проектировании и строительстве полигонов**

Наименование эксперимента	Стандарты ASTM	Методика ASTM	Стандарты Afnor	Методика Afnor
Отбор проб	ASTM D 1587	Стандартные приемы хранения и транспортировки проб грунта	XP P 94-202	Отбор проб грунта и скальных пород – приемы и методы
Хранение проб	ASTM D 4220	Стандартные приемы хранения и транспортировки проб грунта		
<b>Характеристики грунтов</b>				

Классификация грунтов	ASTM D 698	Стандартные методики испытания для лабораторного определения способности грунта к уплотнению с использованием стандартного усилия (12,400 фута-фунт-сила/фут <sup>3</sup> (600 кН-м/м <sup>3</sup> ))	NE NF ISO 14688-1 P 94-400-1	Наименование, описание и классификация грунтов
	ASTM D 2321	-	pr NF ISO 14688-2 P 94-400-2	Геотехника – Определение и классификация грунтов. Часть 2: Численные характеристики и принципы классификации
			XP P 94-402	Скальные породы - Глоссарий - Определения – Условные обозначения -Символы
			pr NF NE ISO 14689 P 94-401	Геотехника – Наименование и описание скальных пород
Классификация грунтов, метод визуального анализа	ASTM D 2488	Стандартная методика описания и определения грунтов (Визуальный анализ – тестирование вручную)		
Определение градационно й кривой	ASTM D 421	Стандартная методика сухой подготовки проб грунта для гранулометрического исследования и определения постоянных параметров грунта		
Гранулометрический состав	ASTM D 422	Стандартная методика гранулометрического анализа грунта	NF P 94-040	Упрощенная методика определения фракции 0/50мм в гранулированном материале
			NF P 94-057	Гранулометрический анализ грунтов. Седиментационный анализ
			XP P 94-041	Определение гранулометрической структуры методом влажного просеивания
Гранулометрический анализ	ASTM C 136	-	NF P 94-056	Гранулометрический анализ методом сухого просеивания после промывания
	ASTM C 117	-		



Границы Аттерберга	ASTM D 4318	Стандартные методики определения границ текучести, предела пластичности и показателя пластичности грунтов	NF P 94- 052-1	Часть 1: Границы текучести – Методика проникающей воронки
			NF P 94- 051	Границы текучести – аппарат Касагранде; Границы пластичности - валик
			XP P 94- 060-1	Анализ методом обезвоживания. Часть 1: Традиционное определение предела усадки мелкой фракции (400 мкм) материала
			XP P 94- 060-2	Анализ методом обезвоживания. Часть 2: Определение фактического предела усадки непродвижной породы
Содержание влаги	ASTM D 2216	Стандартная методика лабораторного определения содержания воды (влаги) в грунте и скальной породе путем масс-анализа	NF P 94- 050	Определение массы воды в материалах методом просушки
	ASTM D 4643	Стандартная методика определения содержания воды (влаги) в грунте с использованием СВЧ- печи	NF P 94- 049-1	Определение массы воды в материалах – Методика просушки в СВЧ-печи
	ASTM D4959	Стандартная методика определения содержания воды (влаги) в грунте путем прямого нагрева	NF P 94- 049-2	Определение массы воды в материалах – С использованием нагревательной плиты или термоизлучающих панелей
	ASTM D 4944	Стандартная методика определения в полевых условиях содержания воды (влаги) в грунте путем использования газа карбида кальция		

	ASTM D 3017	Стандартная методика определения в полевых условиях содержания воды в грунте и скальных породах путем использования радиоизотопного влагомера (малые глубины)		
Относительная плотность	ASTM D 864-92	-		
Испытание на вспучивание	ASTM D 4546-90	D4546-96 Стандартные методики исследования параметров одномерного вспучивания и усадки связных грунтов		
Испытание на пространственную влагонепроводность	ASTM D 5084-90	D5084-00e1 Стандартные методики определения влагонепроводности насыщенного пористого материала с использованием гибкого пермеаметра		
Влагонепроводность	ASTM D 2937	Стандартная методика определения плотности грунта на участке с использованием движущегося валика		
Влагонепроводность (лабораторные анализы)	ASTM D 2434	Стандартный метод определения проницаемости гранулированных грунтов (пермеаметр с постоянным гидростатическим давлением)		
Максимальные колебания показателя плотности Проктора	ASTM D 1557-78	D1557-00 Стандартный метод лабораторного определения параметров уплотняемости грунтов с применением изменяемого усилия (56,000 футов-фунт-сила/фут <sup>3</sup> (2,700 кН-м/м <sup>3</sup> ))		
Кривая зависимости влажность-плотность	ASTM D 698	Стандартный метод лабораторного определения параметров		

		уплотняемости грунтов с применением стандартного усилия (12,400 фута-фунт-сила/фут <sup>3</sup> (600 кН-м/м <sup>3</sup> ))		
Оценка на единицу площади	ASTM D 3776	-		
Фильтрационные исследования	ASTM D 1586	Стандартная методика определения параметров плотности и отдельного отбора проб грунта	pr EN ISO 22476-2P94-522	Геотехника - Полевые испытания – Определение динамической плотности
			NF P 94-113	Определение статической плотности
			NF P 94-114	Геотехника. Изыскания и тестирование. Определение динамической плотности, тип А
			NF P 94-116	Грунты Изыскания и тестирование. Определение плотности с использованием проботборника (керны)
Испытание на пространственное сжатие (без уплотнения и дренирования)	ASTM D 2850	Стандартная методика испытания связных грунтов на пространственное сжатие при отсутствии уплотнения и дренирования		
Содержание карбоната (дренажная система)	ASTM D 4373	Стандартная методика экспресс анализа грунтов на содержание карбоната	NF P 94-048	Определение содержания карбоната с использованием кальциметра
Удельный вес	ASTM D 1556	Стандартная методика определения на местности плотности и удельного веса грунта с использованием песка и воронки		
	ASTM D 2167	Стандартная методика определения на местности плотности и удельного веса грунта с использованием мембранного плотномера		

	ASTM D 2937	Стандартная методика определения на местности плотности грунта с использованием движущегося валика		
	ASTM D 2922	Стандартная методика определения плотности грунта и композиционного грунта на местности с использованием радиоизотопного анализа (малые глубины)		
Содержание глины	ASTM D 422	Стандартная методика гранулометрического анализа грунта		
% мелкой фракции	ASTM D 1140	Стандартная методика определения количества мелкой фракции с использованием сита с ячейкой менее 75 мкм (№200)		
% гравия	ASTM D 422	Стандартная методика гранулометрического анализа грунта		
<b>Механические и гидравлические характеристики</b>				
Прямой сдвиг	ASTM D 5321			
Прямой сдвиг грунтов	ASTM D 3080	Стандартная методика исследования грунтов на прямой сдвиг в условиях дренирования и уплотнения		
Сопротивление растяжению, максимальное напряжение	ASTM D 638	-	NF P 94-422	Скальные породы – Определение сопротивления напряжению
Растяжение, относительно удлинение при разрыве	ASTM D 638	-		
Сопротивление разрыву	ASTM D 1004	-		
Испытание на растяжение, максимальное напряжение	ASTM D 1682	-	NF P 94-420	Скальные породы – Определение сопротивления одноосному растяжению

Испытание на растяжение, относительно удлинение при разрыве	ASTM 1682	D -	XP P 94-429	Соппротивление скальных пород точечной нагрузке
Растяжение в широком диапазоне, максимальное напряжение	ASTM 4885	D -		
Растяжение в широком диапазоне, относительно удлинение при разрыве	ASTM 4885	D -		
Прочность на пробой	FTMS 101C, методика 2065			
Пропускание водяного пара	ASTM E 96	-		

Необходимо заметить, что существует более 60 различных норм, касающихся геомембран.

Проблема состоит в том, что аналогичные нормы не приняты в качестве государственных в целом ряде стран, таких как Украина и Россия. С другой стороны, существующие нормы не включены в нормы ISO. Таким образом, необходимо ввести ряд норм и правил проектирования и строительства полигонов, позаимствовав их без каких-либо изменений из стандартов ASTM и европейских норм.

Интерес такого решения состоит в возможности использования тех же самых параметров качества и безопасности, а также методик контроля и анализа этих параметров. Таким образом, появится возможность более простого подтверждения надежности и экологической безопасности некоторого полигона.

## 6.7 Контроль отходов

### Анализ поступающих отходов

Инспектирование и анализ поступающих отходов необходимы для сопоставления отходов с описанием, подготовленным поставщиком, обеспечения соответствия с лицензионными требованиями к захоронению, а также здоровья и безопасности персонала, занимающегося отходами. Кроме того, необходимо подтвердить, что поступающие отходы соответствуют выбранному методу захоронения. Это особенно важно для приравненных к бытовым коммерческих отходов. К таковым относятся отходы упаковки, офисный мусор, отходы столовых, а также некоторые производственные отходы, которые, как утверждается, не являются опасными. Например, формовочный песок, в зависимости от доли содержащегося в нем фенола, может рассматриваться в качестве инертных, приравненных к бытовым коммерческих или опасных отходов. Как правило, детальный полевой анализ не требуется. Тем не менее, следует регулярно проводить мониторинг и брать пробы

поступающих отходов. При необходимости, пробы должны направляться в центральную лабораторию для более детального анализа.

Потребность в наличии аналитического оборудования на полигоне, принимающем «сложные» отходы, определяется в зависимости от характера и количества поступающих отходов. Для небольших участков, способных принимать лишь ограниченное количество «сложных» отходов, может понадобиться лишь базовое аналитическое оборудование. Для получения более детальной информации могут привлекаться дополнительные консультанты-аналитики. Структура обычных тестов следующая:

- (а) внешний вид;
- (б) запахи;
- (в) pH;
- (г) воспламеняемость; и
- (д) **specific gravity**.

Контрольные мероприятия, выполняемые при принятии отходов на размещение, в соответствии с положениями статьи 7 Постановления от 9 сентября 1997 года, предусматривают:

- осуществление контроля уровня радиоактивности,
- идентификацию и определение веса,
- проведение визуального осмотра.

### **6.7.1 Контроль радиоактивности**

На въезде на полигон монтируется П-образная конструкция (портик) с устройством измерения уровня радиоактивности. Каждая партия груза (машина) проходит под портиком.

Предельно допустимый уровень устанавливается в соответствии с требованиями инспектирования классифицированных объектов.

В случае подачи сигнала о превышении допустимого уровня силами сотрудников лаборатории выполняются более детальные исследования. При этом используется переносной счетчик. По мере возможности радиоактивные элементы отделяются от общей массы отходов, которая подлежит погрузке на машину и повторному контролю при прохождении под портиком. При положительном результате отходы допускаются к размещению на полигоне.

Коммерческая служба незамедлительно оповещает инспекцию классифицированных объектов и клиента.

Удаление и уничтожение отходов с повышенным уровнем радиоактивности выполняется по инициативе производителя отходов посредством таких организация как OPRI и ANDRA (Национальное агентство по управлению радиоактивными отходами).

Если повышение уровня радиоактивности вызвано наличием радиоактивного элемента с коротким периодом распада (медицинские отходы), данная фракция отходов изолируется на срок, необходимый для нейтрализации вредного действия, а затем подлежит захоронению.

В целях установления характера радиоактивного элемента сертифицированная лаборатория может выполнить дополнительные исследования.

## **6.7.2 Выявление отходов, не подлежащих захоронению**

### **6.7.2.1 Определение происхождения и веса отходов**

При доставке партии отходов на площадку контролер поставок определяет происхождение отходов на основании четырех цифр номерного знака прицепа.

Затем он регистрирует вес брутто отходов. Данные заносятся в компьютерную базу данных, благодаря подключению в сеть компьютера контролера поставок и весов (платформенные весы – 50 т).

После разгрузки грузовик взвешивается повторно. Вес тары определяется аналогично определению веса брутто.

Шофер передает данные о производителе отходов и происхождении партии. Данная информация позволяет контроллеру присвоить грузу соответствующий код (код клиента) и проверить правомочность предварительного решения о размещении отходов на полигоне.

Указанная информация автоматически заносится в регистрационную книгу поступающих отходов (называемую также журналом регистрации отходов, поступающих на полигон класса II).

Отходы не могут быть приняты к размещению без предварительной регистрации контроллером поставок.

Поставки отходов категории E4 принимаются только на основании личной встречи с администрацией и представления BSDA (Сопроводительный документ о контроле асбест содержащих отходов).

### **6.7.2.2 Визуальный контроль**

После поставки груза отходы подлежат осмотру. Зрительный контроль выполняется одним из трех способов:

- Контролером поставок, когда отходы находятся на платформенных весах,
- Оператором-сортировщиком на станции сортировки,
- Начальником разгрузочного участка на разгрузочной платформе,
- Начальником сортировочной станции, если речь идет об отходах класса 3.

### **6.7.2.3 Визуальный контроль контролером поставок**

Контрольный пункт на въезде на полигон оборудован таким образом, чтобы позволять осуществление осмотра находящихся в контейнерах отходов.

### **6.7.2.4 Визуальный контроль на разгрузочной платформе**

Текущие партии отходов направляются непосредственно на разгрузочную платформу зоны захоронения.

Начальник платформы осматривает отходы в момент их разгрузки. Такой вид контроля дополняется визуальным контролем, который выполняют водители уплотнительных машин в процессе захоронения отходов.

При обнаружении аномалий:

- Выполняется изъятие объекта/ов,
- Информация немедленно передается контролеру поставок или начальнику по эксплуатации.
- Управление не принятыми на размещение отходами осуществляется аналогично процедурам, указанным выше.

#### **6.7.2.5 Анализ в условиях полигона**

При поставке некоторых партий отходов, включающих формовочный песок или шламы очистных сооружений, периодически выполняется отбор проб в целях определения некоторых специфических параметров (концентрация фенолов, сухого вещества)

### **6.8 Управление полигоном**

#### **6.8.1 Численность и квалификация персонала**

Количество персонала и квалификация определяется количеством и типом обрабатываемых отходов. Однако, в отличие от однородных полигонов, принимающих на размещение только бытовые отходы, при совместном размещении различных типов отходов может потребоваться дополнительная рабочая сила. Нельзя дать четкие рекомендации относительно количества персонала, но можно выделить следующие основные должности.

#### **6.8.2 Менеджер полигона**

На полигоне, принимающем значительные количества отходов, должна быть постоянная должность менеджера. Этот человек должен нести ответственность за все действия по принятию и размещению отходов в соответствии с планом эксплуатации и требованиями лицензии. Он также принимает решения относительно принятия или непринятия отходов, темпов размещения отходов, мероприятий по обслуживанию карт с различными отходами, а также по действиям в чрезвычайных ситуациях. Менеджер полигона, таким образом, должен обладать достаточным опытом в сфере эксплуатации полигонов.

#### **6.8.3 Бригадир, старший смены**

Несет ответственность за каждодневные операции, выполняемые на полигоне. Основная обязанность — контроль выполнения требований, изложенных в Руководстве по эксплуатации полигона.

#### **6.8.4 Диспетчер**

На полигонах с большим оборотом и с интенсивным движением транспорта необходим диспетчер, который распределяет прибывающий транспорт по картам и следит за правильным размещением отходов.



### 6.8.5 Оператор мостовых весов

Необходимо вести учет поступающих отходов. Если отходы классифицируются как "Специальные", то необходимо четко контролировать соответствие фактической массы отходов и массы, указанной в сопроводительных документах.

### 6.8.6 Оператор машин

В зависимости от количества и разнообразия используемой на полигоне техники формируется соответствующий штат операторов.

### 6.8.7 Тренинг

Весь персонал должен быть обучен и проинструктирован на предмет техники безопасности при работе с оборудованием на полигоне. Персонал должен быть ознакомлен с планом эксплуатации полигона и требованиями, предъявляемыми к работе. Специфика, природа и типы обрабатываемых на полигоне материалов, а также трудности, связанные с постоянным контролем, требуют высокого качества подготовки персонала.

### 6.8.8 Здоровье и безопасность

Основной задачей при управлении полигоном, на котором размещаются трудноперерабатываемые отходы, является обеспечение безопасности здоровья сотрудников. Кроме этого, необходимо позаботиться о безопасности лиц, временно находящихся на территории полигона (посетители), и проживающих поблизости.

Трудно обеспечить постоянную защиту персонала, однако это не должно быть оправданием при невыполнении обязанностей по обеспечению безопасности. Установленные стандарты безопасности должны соответствовать степени риска и их выполнение должно постоянно контролироваться.

Некоторые опасности, связанные с эксплуатацией полигонов, свойственны и другим отраслям промышленности, например, движущиеся механизмы, другие опасности — свойственны только полигонам. Лица, ответственные за безопасность на полигоне, должны различать эти виды опасностей. В втором типе опасностей относятся следующие:

- опасность, связанная с предоставлением неверной информации о природе и составе доставленных на полигон отходов;
- опасность, связанная со смешиванием несовместимых отходов — эта ситуация может быть усугублена незнанием состава отходов (например, гипс в смеси с бытовыми отходами способен выделять сероводород, в подобных же условиях соединения, содержащие мышьяк могут выделять его в чистом виде).

Рабочим на полигоне приходится работать в различных погодных условиях, поэтому они должны быть обеспечены соответствующей одеждой. Погодные условия также могут затруднять обработку отдельных видов отходов, например, трудности могут возникнуть с переработкой пылевидных отходов в сухую, ветреную погоду, в то время как ливень может затруднить распределение ила. В жаркую, безветренную погоду опасно перерабатывать отходы, содержащие растворители.

Большинство опасностей можно свести к минимуму путем внедрения безопасных методов работы. В большинстве случаев достаточно использования соответствующего оборудования и защитной одежды. Тип защитной одежды необходимо выбирать с учетом обеспечения адекватной безопасности при выполнении определенного вида работ. Одежда, также, не должна стеснять движения и причинять неудобства при длительной работе в тяжелых условиях, свойственных полигону.

### **6.8.9 Процедура обработки отходов**

Все поступающие отходы проверяются на входе и, если считаются приемлемыми, направляются для размещения на определенной территории. Приемного колодца для жидких отходов на входе нет, поэтому соответствующий сотрудник полигона должен сопроводить цистерну к месту разгрузки или принять в закрытом виде.

Транспортные средства, доставляющие трудноперерабатываемые твердые отходы или ил, отправляются либо к карте, наполнение которой недавно было начато, либо в иное указанное место. В любом случае необходимо обеспечить наличие подъездных дорог. В случае плохого состояния дорог на территории полигона (особенно зимой) может возникнуть необходимость перевалки отходов на внутренний транспорт для последующей доставки к карте.

Водители машин и диспетчеры должны осознавать важность досмотра груза во избежание ошибочного размещения.

На полигонах, принимающих трудноперерабатываемые отходы, нельзя допускать совместного (смешанного) размещения отходов. Не следует допускать одиночной работы персонала на полигоне (в противном случае необходимо обеспечить персонал средствами контроля состояния здоровья).

Особую опасность представляют пожары на территории полигонов, принимающих к размещению трудноперерабатываемые отходы, поскольку они могут быть причиной выброса в атмосферу вредных веществ. Операторы, работающие на территории полигона, должны быть обеспечены респираторами закрытого типа. В случае сильной задымленности респираторы необходимо использовать, даже находясь в вентилируемых в кабинах.

### **6.8.10 Первая помощь**

О средствах оказания первой помощи уже говорилось выше. На полигоне всегда есть опасность быть обрызганным едким или раздражающим веществом. Необходимо обеспечить наличие жидкости для промывания глаз. Возможны случаи обширного поражения кожного покрова. Для этого на территории полигона должны быть предусмотрены душевые. Между рабочими на территории полигона должна постоянно поддерживаться связь. Все сотрудники должны быть обеспечены радиостанциями.

## **6.9 Закрытие и восстановление полигона**

### **6.9.1 Покрытия**

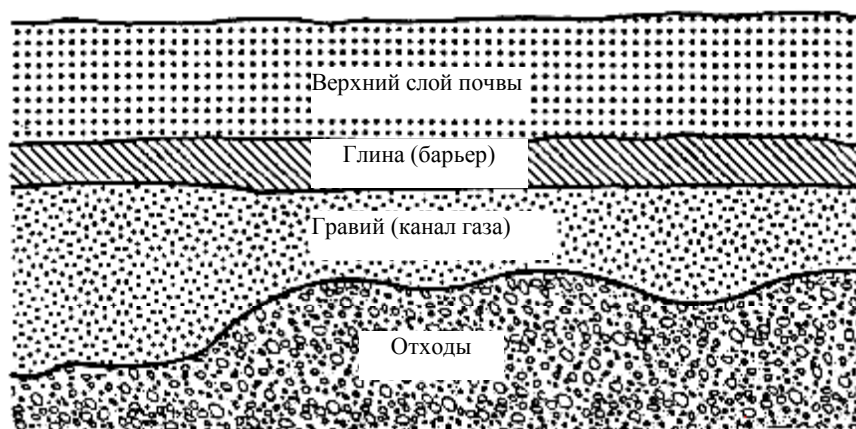
Рано или поздно эксплуатация полигона прекращается. Когда полигон закрывается, его необходимо закрыть непроницаемым слоем подходящего материала и выровнять

поверхность, чтобы на ней не скапливалась вода. Для предотвращения выветривания покрывающего слоя на нем можно посеять траву (не рекомендуется использовать растения с глубоко идущей корневой системой, т.к. они могут нарушить целостность порывающего слоя).

Основная функция покрывающего слоя — снижение инфильтрации атмосферных осадков. Среди прочих функций: а) предотвращение загрязнения поверхностного стока, б) предотвращение распространения загрязняющих веществ ветром, в) предотвращение прямого контакта людей и животных с отходами. Для обеспечения долговечности покрытия с минимальным текущим обслуживанием, последний укладываемый слой должен обеспечивать хороший поверхностный сток, минимальную эрозию, противостоять подвижкам грунта и не давать газу скапливаться под собой.

Существует множество требований к формированию последнего покрывающего слоя (например, ровная поверхность, каналы для выхода газа, непроницаемость, наличие необходимых растениям питательных веществ). На *Рис. 30* показана структура покрывающего слоя.

**Рис. 30 Типичная структура покрывающего слоя**



Буферный слой может быть образован из песка или мелкозернистого грунта, не содержащего крупных камней и поддающегося выравниванию. Буферный и верхний слои призваны защитить непроницаемый средний слой от возможного повреждения. Буферный слой сглаживает неровности рельефа и предохраняет толщу отходов от повреждения движущимся по поверхности транспортом. Обычно толщина слоев следующая: верхний слой — не менее 60 см; буферный слой (песок) — 30 см; непроницаемый слой (глина) — 60 см. Верхний слой должен поддерживать растительность, противостоять растрескиванию при пересыхании и морозе. Непроницаемый слой может быть сформирован из глины или синтетического материала (мембрана) и по проводимости близок к материалу основания карты, чтобы в толще не скапливалась избыточная влага. В нижеследующей *Таблица 38* приведены общие характеристики и преимущества материалов, используемых для формирования покрывающего слоя.

**Таблица 38 Общие характеристики материалов покрывающего слоя**

Покрытие	Чистый песок	Глинист ый / илисты й гравий	Глинистый / илистый песок	Ил	Глина
<b>ФУНКЦИЯ</b>					
Предотвращение выветривания, распыления	Отлично, мало мелких частиц	Удовл.–плохо, до тех пор, пока не вымоются или не выветрятся мелкие частицы из поверхностного слоя		Плохо	Плохо
Предотвращение выделения запахов	Плохо–удовл.	Удовл.–хорошо	Хорошо–отлично	Отлично	отлично
Проподимость поверхности (для транспорта) - содержание воды - прочность	Хорошо Отличная несущая способность при любой влажности; сухие крупные частицы ухудшают сцепление.	Плохо Несущая способность резко снижается при повышении влажности и в прямой зависимости от содержания мелких частиц. Хорошее сцепление в сухом состоянии.			
Инфильтрация, проводимость газа	Свободно дренируется. Плохо сдерживает инфильтрат.	Плохо дренируется. Хорошо сдерживает инфильтрацию после уплотнения.		Плохо дренируется. Отлично сдерживает инфильтрацию.	
* Проницаемость (к) должна быть меньше $10^{-7}$ м/сек.	от 1.0 до $10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$ – $10^{-8}$	$10^{-6}$ – $10^{-8}$	$10^{-9}$ – $10^{-11}$
Предотвращение водной эрозии	Плохо, легко разрушается	Отлично	Удовл.–плохо, при отсутствии растительности плохо дренируется и легко разрушается	Плохо, при отсутствии растительности легко разрушается	
		Однако, при уплотнении и стабилизации с помощью цемента эти грунты отлично противостоят эрозии.			
Устойчивость склонов (откосов)	Обычно стабильны при угле естественного откоса до 1:1. При отсутствии инфильтрации крутые откосы (более 1:1) подвержены осыпанию и оползням.			Крутые откосы (1:1 и более) временно стабильны при наличии глины или ила, обладающего хорошей несущей способностью, и содержании воды на грани пластичности.	
Устойчивость к воздействию животных	Хорошо	Удовл.–хорошо	Плохо	Плохо	Плохо
Устойчивость к огню	Удовл.	Хорошо–отлично	Хорошо–отлично	Отлично	Отлично
Сопротивление образованию трещин	Отлично	Удовл.–отлично	Хорошо	Плохо	Плохо
Способность поддерживать растительность	Неприемлемо	Хорошо	Отлично	Хорошо–отлично	Удовл.
		Определяющим фактором является содержание соли.			

Покрытие	Чистый песок	Глинист ый / илисты й гравий	Глинистый / илистый песок	Ил	Глина
<b>РЕАКЦИЯ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ</b>					
* Способность к замерзанию  * Добавки соли позволяют снизить температуру замерзания почв	Рано замерзает и рано тает. Промерзает на большую глубину, чем мелкозернистые грунты. Может наноситься в замерзшем состоянии с минимальной осадкой после таяния. При предварительном просушивании котлована промерзание минимальное.				Поздно замерзает и поздно тает. Выемка и отсыпка в замерзшем состоянии затруднена. При таянии быстро оседает из-за образующихся пустот от льда.

Когда выделение газа необходимо контролировать, требуется укладка пористого слоя (*Рис. 31*) и закладка вентиляционных каналов в покрывающем слое. В качестве слоя, проводящего газ, могут использоваться перфорированные трубы, гравий. Можно также использовать проводящий верхний слой.

## 6.9.2 План мероприятий после закрытия полигона

После прекращения эксплуатации полигона он должен быть закрыт, а все инженерные сооружения и емкости, в которых хранились отходы, должны быть очищены соответствующим образом. Если процесс закрытия полигона был проведен должным образом, все последующее обслуживание сводится к мероприятиям по предотвращению воздействия на окружающую среду и здоровье человека, а также на предотвращение утечки вредных веществ с территории полигона. Под утечкой подразумевается выделение фильтрата, загрязнение ливневого стока и выход продуктов разложения отходов. Ниже приведен план мероприятий по закрытию полигона:

- Дезактивация отходов и вывод из эксплуатации очистных сооружений и хранилищ.
- Покрытие полигона консервирующим слоем.
- Предотвращение распространения загрязняющих веществ с территории полигона посредством грунтовых и поверхностных вод, а также в атмосферу.
- Поддержание существующей системы мониторинга состояния грунтовых вод в течение всего пост-эксплуатационного периода.
- Продолжение отведения поверхностного стока с полигона.
- Предотвращение водной эрозии и выветривания.
- Предотвращение скопления воды и инфильтрации на поверхности полигона.
- Продолжение сбора, отведения и переработки выделяющегося газа.
- Поддержание целостности покрывающего слоя.
- Закрепление в документах факта использования земель в качестве полигона для размещения отходов с целью дальнейшего ограничения землепользования.
- Ограничение доступа посторонних на территорию закрытого полигона.

После закрытия полигона пользователь должен:

- 1) поддерживать целостность и эффективность покрывающего слоя, осуществляя своевременный ремонт и предотвращая эрозию, выветривание и пр.;
- 2) продолжать мониторинг и контролировать утечку;
- 3) продолжать сбор и отведение фильтрата до прекращения его выделения;
- 4) продолжать мониторинг состояния грунтовых вод;
- 5) предотвращать скопление воды на поверхности полигона и эрозию покрывающего слоя;
- 6) охранять и поддерживать все опорные точки и пункты наблюдений на территории полигона.

В каждой организации, регулирующей и нормирующей процесс эксплуатации полигонов, имеется ряд требований к подготовке плана закрытия полигона, к процедуре закрытия полигона и к обслуживанию в течение пост-эксплуатационного периода.

План мероприятий на период после закрытия полигона должен быть рассчитан на срок не менее 30 лет. Этот средний срок может быть уменьшен или увеличен в зависимости от технического состояния полигона после закрытия и информации о распространении загрязняющих веществ за пределы полигона. Законсервированный должным образом полигон может использоваться для общих нужд, например, для организации автостоянки или парка. В этом случае особые требования должны предъявляться к качеству покрывающего слоя и мониторингу выделений вредных веществ с поверхности.

## **6.10 Восстановление полигона**

Данный вопрос достаточно объемный, ответить на него, не изложив некоторые принципы, непросто.

Ситуацию усугубляет тот факт, что все чаще и чаще на полигоны поступают не только муниципальные отходы, в результате чего можно наблюдать присутствие промышленных, а иногда химических или опасных отходов.

### **6.10.1 Международные стандарты: практика применения европейских и северо-американских стандартов, а также стандартов Мирового Банка.**

Закрытие полигона уже само по себе является исследованием произведенного им воздействия. Цель заключается в том, чтобы определить источник загрязнения, очаги воздействия и пути передачи загрязнения. Задача состоит в обеспечении контроля за допустимым загрязнением для следующих очагов воздействия: флора, фауна, здоровье человека.

Поскольку полигон представляет собой опасный объект, первым шагом должно стать ограждение полигона забором, препятствующим доступу людей (и, в частности, молодых людей, использующих его в качестве игровой площадки) и, таким образом, стихийному выбросу новых отходов.

Обезопасить верхнюю часть полигона относительно легко. Во избежание обвала отходов необходимо несколько сгладить откосы. Лучше всего это сделать до закрытия полигона с помощью последней партии захораниваемых отходов. Минимум, что нужно сделать, это покрыть полигон слоем глины (1 м) и почвенным слоем (0.30 м). Принцип заключается в том, чтобы избежать попадания дождевой воды в толщу отходов, что привело бы к образованию нового фильтрата. Особое внимание должно быть уделено управлению дождевой водой, ее правильному сбору и отводу. В западных нормативах окончательное покрытие включает геомембрану. Соотношение затрат и эффективности геомембраны не имеет особого значения, если имеется слой хорошей глины.

В зависимости от захораниваемых отходов и геологических условий, возникает вопрос об основании и боковых сторонах полигона. В случае высокой опасности для здоровья могут использоваться методики создания искусственного барьера под полигоном и по бокам. Необходимо отметить, что такие методики достаточно дорогостоящие. Другой возможный вариант действий – перевезти отходы на современный полигон.

Если эксплуатация полигона не сопровождается постоянным горением отходов, будет иметь место производство биогаза. Как правило, биогаз образуется на протяжении 25 лет. С помощью отдельных исследований можно определить, насколько экономически выгодным может стать сбор биогаза и его преобразование в энергию. В таких случаях необходимо будет соорудить систему сбора биогаза и включить слой гравия в перечень материалов, которые будут использоваться для окончательной засыпки полигона.

### **6.10.2 Типология полигонов**

Описание основных типов полигонов дано в § *Erreur ! Source du renvoi introuvable.*

### 6.10.3 Методики контроля воздействия на окружающую среду

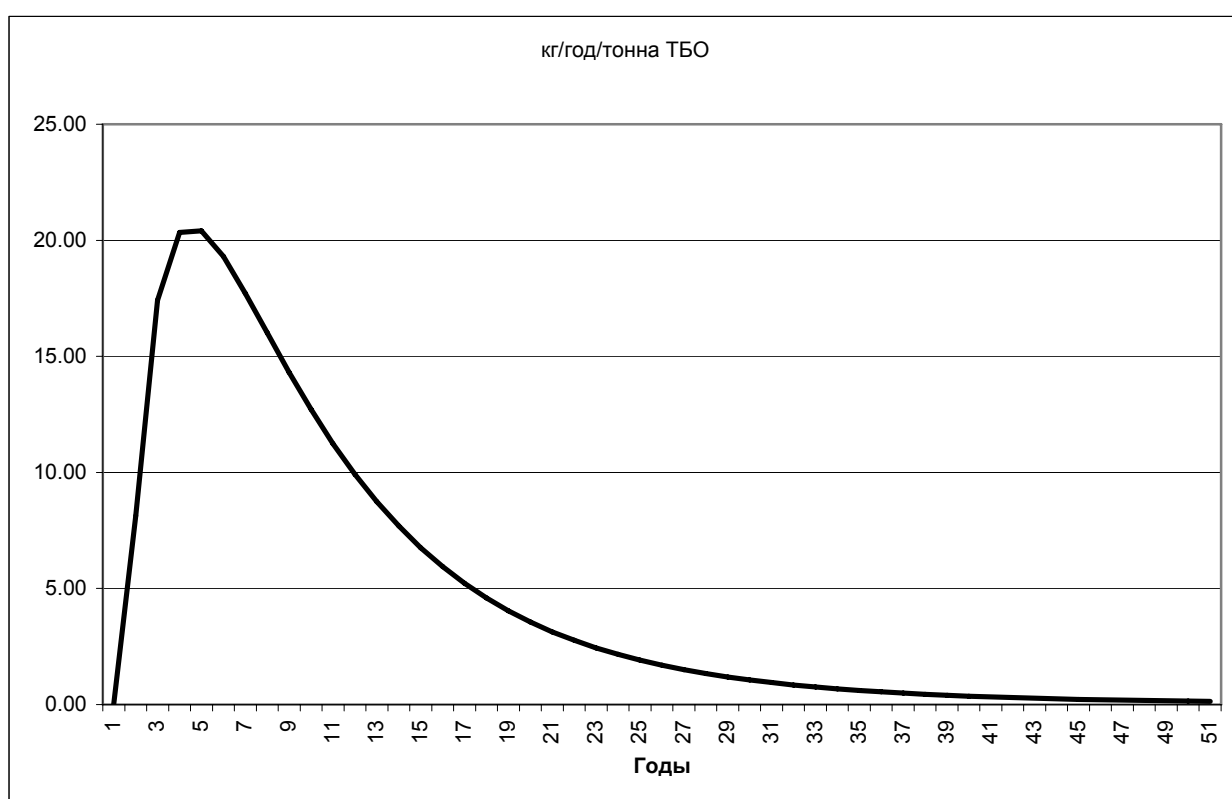
Имея в виду, что, согласно нашим предположениям, речь идет исключительно о муниципальных отходах, основными источниками опасности будут биогаз и фильтрат.

#### 6.10.3.1 Обнаружение

##### 6.10.3.1.1 Биогаз

Максимальное количество биогаза на тонну захораниваемых отходов образуется по истечении нескольких лет. Типичная кривая образования биогаза представлена ниже (для европейских климатических условий):

*Граф. 5 Производство биогаза из ТБО*



Считается, что по истечении 25 лет собирать биогаз практически невозможно. На полигоне в несколько гектаров обнаруживать и замерять количество образующегося биогаза нелегко. Газовый анализатор может указать на присутствие биогаза, но не более того. Опасность, представляемая биогазом, имеет двойственный характер. Случается, что внутри толщи отходов образуется газовый карман, который может внезапно найти выход и вызвать взрыв. Происходит это очень редко, и если никто не проживает по соседству, контролировать данный процесс не стоит. В карьерах долинного типа может случиться, что при попытке найти выход через землю карман биогаза переместится в соседний дом или конструкцию. Поэтому в том случае, если в непосредственной близости от полигона находятся какие-либо дома или конструкции, в помещениях необходимо проводить регулярный контроль за наличием биогаза, в особенности, в подвале.

##### 6.10.3.1.2 Фильтрат



Минимум, что можно сделать, это создать несколько пьезометров, как сказано в § *Erreur ! Source du renvoi introuvable.*, которые бы позволили проводить мониторинг подземных вод, в особенности, если таковые используются для питьевого водоснабжения.

На полигонах холмистого или долинного типа часто можно видеть, как фильтрат стекает по бокам. Однако в целом, замерить поток фильтрата нелегко. Кроме того, было бы нереальным претендовать на определение общего потока фильтрата.

Для того, чтобы понять ситуацию, можно также определить, какая принимающая среда находится вокруг полигона (пруды и ручьи), и проанализировать уровень загрязнения этих вод.

### 6.10.3.2 Обработка

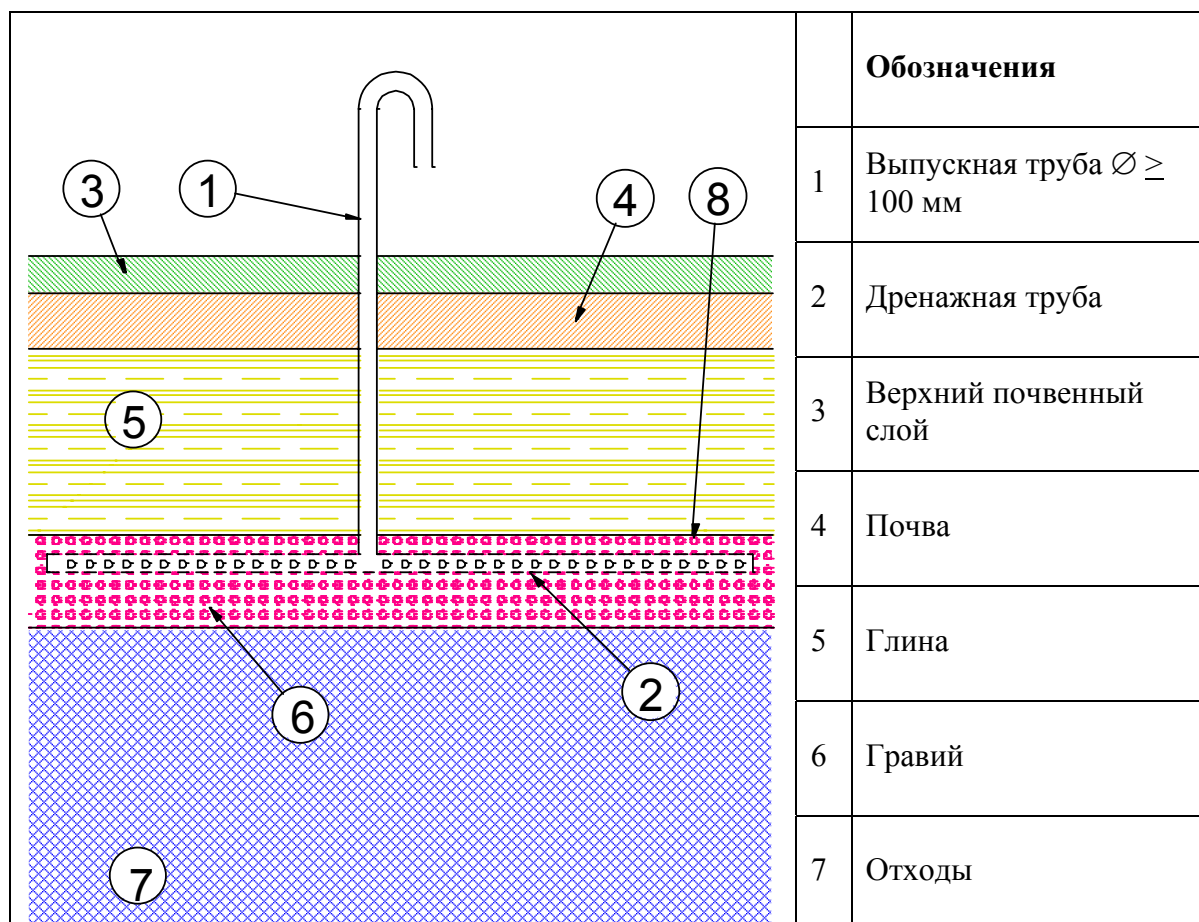
#### 6.10.3.2.1 Биогаз

Если на полигоне все еще образуется биогаз в покрытии полигона должно быть предусмотрено отверстие для выхода биогаза.

Способ создания таких отверстий будет зависеть от толщины слоя отходов.

Если в среднем слой отходов составляет около 5 м, то лучше всего его покрыть сначала слоем гравия толщиной 0.50 м (20-50 мм), а затем слоем глины. Между гравием и глиной рекомендуется разместить геотекстильный материал, который бы препятствовал загрязнению гравия мелкими частицами глины. В таком покрытии выходные отверстия необходимо выполнять так, как показано ниже на схеме.

**Рис. 31 Выход биогаза**

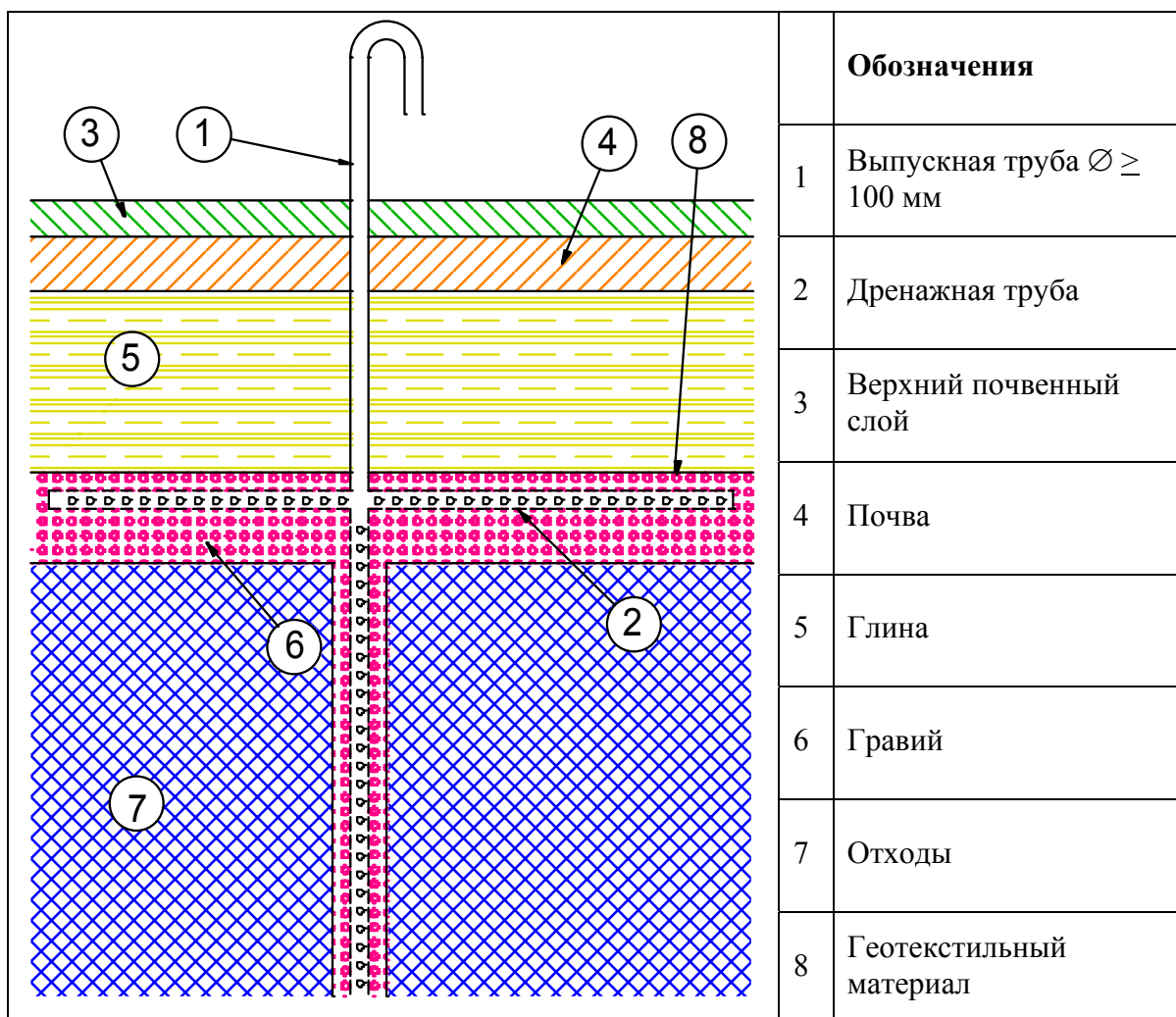


	8	Геотекстильный материал
--	---	-------------------------

Обычно внутреннее сечение дренажной трубы имеет форму четырехконечной звезды и имеет длину от 5 до 10 м. Выходные отверстия выполняются на сетке размером 20 м x 20 м на 50 м x 50 м в соответствии с предполагаемым потоком биогаза и проницаемостью гравия.

Необходимо отметить, что многие нормативы обязывают покрывать отходы почвенным слоем в период эксплуатации полигона во избежание разноса отходов ветром. Такие действия должны предприниматься, как только толщина слоя отходов составит 0.30 м или 1 или 2 м, либо же на еженедельной основе и т.п. Недостатком такой практики является создание препятствий для перемещения биогаза. В таком случае либо же, когда толщина захораниваемых отходов станет  $\gg 5$  м, необходимо будет выполнить скважины для сбора биогаза, как показано ниже на схеме.

**Рис. 32 Скважины**



Принцип такой же, однако дополняется скважинами, высота которых должна равняться высоте толщ отходов. Эти скважины состоят из дренажной трубы, вокруг которой размещено  $>10$  см гравия. Скважины выполняются на сетке размером 10 м x 10 м на 20 м x 20 м.

#### **6.10.3.2.2 Фильтрат**

Для случаев загрязнения водоносного горизонта низкочастотных решений не существует. Технически возможным является бурение скважины в толще отходов до основания полигона и введение под давлением таких материалов, как бентонит. Это позволит создать водонепроницаемый барьер, однако если не будет предусмотрено возможности для стока фильтрата с отходов, то интерес такого решения не будет высоким. По сути, данная методика может использоваться для полигона долинного типа, рельеф почвы которого гарантирует хороший уклон.

В любом случае, если на прилегающих к полигону участках будет замечен фильтрат, необходимо будет вырыть водонепроницаемую траншею для его сбора и обеспечить очистку сточных вод.

В других случаях при наличии реальной и серьезной проблемы загрязнения фильтратом (вызванного присутствием химических или опасных отходов) возможным будет лишь одно решение – извлечь отходы и перевезти их на новый современный полигон.

## 7 Экономические аспекты

В этой главе мы постараемся определить приблизительный порядок расчета уровня цен на строительство и эксплуатацию современного полигона. В основу этого расчета положены многочисленные исследования последних лет, различающиеся между собой не более чем на 10%. Ни в коем случае не стоит принимать один изолированный уровень цен в качестве повсеместно пригодного. Каждая бюджетная статья может меняться в зависимости от местности, от страны, от поставщика и т.д. Но в конечном итоге суммарные затраты будут отличаться в пределах 10%.

В этом разделе мы будем часто употреблять понятие человек/месяц или человек/день. Это понятие обозначает количество работы, осуществляемой в месяц или в день одним человеком.

### 7.1 Поиск местности

#### 7.1.1 Введение

Установки по переработке отходов должны рассматриваться отдельно в перечне классифицированных установок для охраны окружающей среды, требующих разрешения на эксплуатацию. В принципе, они не представляют особенного риска для окружающей среды (кроме установок по сжиганию отходов), если конструктивные и эксплуатационные нормы четко определены и строго выполняются. Они также не представляют особенного риска для здоровья человека, но требуют согласия и одобрения общественности при их строительстве. Причины, требующие обязательного разрешения на эксплуатацию таких установок, подразделяются на временные и эстетические. Длительное время установки по переработке отходов находились вблизи жилых домов и были, в частности, хорошо видны. Известно много случаев наносимого ими вредного воздействия на окружающую среду: в первую очередь это несанкционированные свалки опасных промышленных отходов. Эстетическая причина заключается в том, что человек не хочет видеть свои собственные отходы, то есть то, что он выбросил из обращения.

Исходя из этих двух утверждений, в ходе любого проекта приходится сталкиваться с сокрытием информации и острыми противоречиями. Но так как вся процедура на получение разрешения на строительство и эксплуатацию проходит в рамках четко установленного законодательства, то у оппозиции должны быть технические аргументы для подтверждения своего отрицательного отношения к проекту.

Для успешного осуществления проекта, местоположение проектируемой установки должно удовлетворять двум условиям:

- **техническому:** нельзя ни в коем случае допустить ни малейшего нарушения в выборе технических решений по отношению к предусматриваемым в законодательстве;
- **психологическому:** необходимо выслушивать каждого человека, которого касается будущий проект, и давать ответы на волнующие его вопросы.

Общим решением этих двух условий может стать проведение образовательной программы, так как мы зачастую боимся того, чего не знаем и так как техническая

сторона вопроса должна стать понятной для людей, не имеющих технического образования.

## **7.1.2 Методология поиска необходимой местности**

### **7.1.2.1 Разбиение на этапы**

При создании Регионального Плана строительства полигонов, работа будет состоять из двух этапов:

- выбор зон: в первую очередь необходимо определить те зоны, которые обладают наилучшими геологическими и гидрогеологическими условиями; эти зоны могут располагаться на территории до десятков квадратных километров;
- локализация: в выбранной зоне необходимо найти наилучшее место для строительства полигона, учитывая многочисленные критерии.

### **7.1.2.2 Методология**

При строительстве технического центра по захоронению отходов, основные условия должны быть ранжированы.

Основным условием является наличие слоя глины толщиной не менее 5 м с проницаемостью  $< 10^{-6}$  м/с. Законодательством предусматривается слой глины толщиной 1 м с проницаемостью  $< 10^{-9}$  м/с, но этот слой может быть уложен искусственным путем. В идеальном случае, такой вид глины должен иметься на выбранной местности.

Остальные критерии будут использоваться нами для качественной оценки зоны, то есть для лучшего определения ее границ.

### **7.1.2.3 Выбор зон**

Первый этап работы осуществляется на детальных геологических картах в масштабе 1/50000. Он позволит обозначить границы геологических слоев, которые будут иметь требуемую проницаемость. Необходимо изучить каждую зону для того, чтобы оценить рельеф поверхности и уклон, а также мощность каждого из интересующих нас геологических слоев.

На этом этапе хорошо так же дополнить исследование изучением гидрогеологических данных во избежание такой ситуации, когда строительство полигона планируется вблизи водоносного слоя, используемого в качестве источника питьевой воды.

### **7.1.2.4 Локализация**

#### **7.1.2.4.1 Подъездные дороги**

Вторым условием является легкий доступ автотранспорта к месту складирования отходов, не создающий неудобств жителям. На полигон ежедневно поступает до десятка мусоровозов. Необходимо таким образом обозначить существующие дороги и оценить их нагрузку. После этого некоторые из изучаемых нами зон отпадут. Для других потребуется изучить также удобство подъезда. Власти потребуют, чтобы подъездные дороги были приведены в соответствие с нормами по нагрузке на них за счет средств заказчика. Необходимо, чтобы дорог было как можно меньше и они не

проходили через села и деревни. В некоторых случаях возникает ряд трудностей, из-за которых приходится отказываться от многих ранее намеченных зон.

#### **7.1.2.4.2 Территория**

Третьим условием является территория. Для центра по захоронению отходов второго класса опасности, который эксплуатируется в течение 30 лет необходимо не меньше 25 гектаров. Французское законодательство предусматривает 200 метровый периметр санитарно-защитной зоны вокруг установки (это хорошая предупредительная мера также и для других стран). Эта земельная зона должна быть куплена, даже если она остается в сельскохозяйственном пользовании. Таким образом, для центра по захоронению отходов второго класса опасности потребуется территория в 50 гектаров. То есть необходимо найти зону, максимально удаленную от населенных пунктов и по которой не пролегали бы дороги. Этот поиск происходит на картах масштабом 1/25000. После этого этапа остается небольшое количество зон из отобранных в начале поиска.

#### **7.1.2.4.3 Обслуживающий персонал**

Последнее условие – это наличие поблизости рабочей силы. В центре по складированию отходов второго класса опасности работает от 10 до 20 человек. Необходимо найти их на месте, учитывая тот факт, что не каждый мечтает о работе, связанной с отходами.

#### **7.1.2.4.4 Квалификация**

Нижеследующая оценка местности основывается на дополнительных критериях. Возможны трудности в случае, если выбранная местность:

- является историческим памятником;
- представляет естественный экологический интерес своей фауной или флорой;
- входит в европейскую сеть NATURA 2000;
- является естественным резервом;
- на нее распространяется постановление о защите биотопа;
- является естественным региональным парком;
- входит в перечень охраняемых водно-болотных зон;
- имеет важное значение в сохранении птиц;
- является зоной отдыха туристов.

На этом этапе можно собирать информацию о приемлемости выбранной местности:

- информацию о проектах, проводимых ранее на выбранной территории: следует избегать те зоны, где со стороны местного населения происходили мощные противостояния;
- местные ассоциации: существуют ли уже на выбранной территории организации по защите окружающей среды?
- готовы ли депутаты отстаивать интересы проекта перед общественностью?

### **7.1.2.5 Приобретение земельных участков**

#### **7.1.2.5.1 Потребности в площадях**

Кроме участка, который будет эксплуатироваться под полигон, необходимо также приобрести участок земли длиной в 200 м по периметру. Для определения своих потребностей, можно использовать две геометрические модели: квадрата и круга, которые дают следующие результаты:

Эксплуатируемая площадь (га)	Квадрат (га)	Круг (га)
10	48	45
20	68	64
30	86	81
40	103	97
50	119	113

Во многих текстах говорится о земельном владении. Смысл состоит в том, что ни один из жителей не сможет быть лишен наследства на территории этой зоны в 200 м. Желательно, конечно, перед началом эксплуатации заказчику купить эту землю. Эти земли могут остаться в лесном или сельскохозяйственном пользовании. На них запрещено будет строительство.

#### **7.1.2.5.2 Интеграция в пейзаж**

В настоящее время это очень важный момент при оценке проектов по строительству установок по захоронению отходов второго класса опасности. Он настолько важен, что в разрабатываемом проекте должен иметься раздел по восстановлению пейзажа. В данном случае рельефные зоны предпочтительнее плоскогорью. В любом случае при интеграции в пейзаж потребуется перемоделирование некоторых частей на территории большей, чем 200 м и эти земли необходимо иметь в распоряжении.

#### **7.1.2.5.3 Право владения землями**

Необходимо, чтобы эти земли можно было купить. Зачастую трудно найти незанятые земли площадью в 50 гектаров принадлежащие одному владельцу, который их продает. На территории выбранной зоны необходимо провести опрос и узнать, кто является продавцом участков. Также необходимо знать владельцев сельскохозяйственных угодий.

Покупка незанятой земли, на которую не распространяются права пользователей, включает в себя покупку земли и выкупку угодий. Земельные пользователи могут также обменивать свои участки на участки либо больших размеров, либо с лучшим качеством земли. Эти процессы упрощаются при вмешательстве специализирующейся организации, на которую возлагаются права поиска земель и ведение переговоров.

### **7.1.3 Сроки и цена**

Поиск нужного места может занять десятки месяцев работы одного человека с многочисленными визитами на местность. Расходы на эту операцию составляют несколько тысяч евро. Можно зафиксировать максимальную стоимость этой операции, равную 50 000 евро. Эта работа может длиться от 6 месяцев до 2 лет.

## **7.2 Предпроектное исследование**

### **7.2.1 Топографическое и геологическое исследования местности**

Топография и геология выбранной местности должны быть известны как можно лучше. В первую очередь необходимо сделать топографические замеры местности и ее границ. В настоящее время существует система GPS, с помощью которой можно измерить положение точек в координатах XYZ с точностью до сантиметров. Это более быстрый и удобный способ, чем замеры геодезическими инструментами. Другим преимуществом является то, что данные с прибора GPS можно переносить на компьютер и использовать их в компьютерной программе САО, например AutoCAD.

Региональные геологические данные, которые позволили выбрать зону, должны быть подтверждены исследованиями на местности.

Необходимо выбрать местоположение бурительных скважин, с помощью которых можно смоделировать геологию выбранной местности. Вершины бурительных скважин будут замерены с помощью прибора GPS. Диаметр бура должен быть не менее 10 см или 4 дюймов. Керны из скважины должны аккуратно выниматься для того, чтобы в дальнейшем можно было описать пройденные слои почвы и для того, чтобы отдать пробы почвы в лабораторию для анализа. В бурительных скважинах, предусмотренных для контроля грунтовых вод, должен быть установлен пьезометр. Остальные должны быть тщательно закупорены бентонитом для восстановления непроницаемости слоев.

Описание скважин поможет смоделировать геологию и гидрогеологию местности с помощью таких компьютерных программ как AutoCAD или Visual Groundwater.

### **7.2.2 Оптимизация управления почвами**

Почва состоит из различных слоев земли: плодородного, глиняного и других. Строительство канав должно производиться с учетом требуемой минимальной толщины слоя глины в ее основании. Необходимо уделить особое внимание обустройству стен канавы. После заполнения канаву необходимо накрывать метровым слоем глины и метровым слоем земли. При строительстве канав, дорог и рвов образуется большое количество земли и глины. Необходимо, чтобы через 20 – 30 лет эксплуатации свалки скопилось необходимое, без излишеств количество материалов (земли и глины) для осуществления этих работ. Должны быть предусмотрены зоны на свалке для складирования этих материалов.

Первая часть исследования заключается в определении количества вынимаемого грунта и количества грунта, необходимого для создания насыпи, целью которой является оптимизация процесса управления почвами. Это исследование позволит определить точные потребности каждого из вида работ.

### **7.2.3 Интеграция в пейзаж**

Местный рельеф, конфигурация прилегающих местностей дадут представление о конечном виде проектируемого полигона после завершения его эксплуатации: максимальную высоту, морфологию.



## 7.2.4 Гравитационные стоки

Здравый смысл подсказывает целесообразность организации системы отвода вод на базе гравитационного стекания. При каждом возможном случае следует избегать подъемных систем, требующих работ по их обслуживанию, устранению поломок, ремонтов, обменов.

По периферии и для каждой канавы необходимо устроить систему рвов, отделяющую чистые дождевые воды от остальных и сбрасывающую их в природную среду или направляющую для собственных нужд полигона.

Система дренажа фильтрата должна обеспечивать скопление всей его массы в одном месте – на очистительной станции.

В заключение, все воды с мест циркулирования или разгрузки мусороуборочных машин должны поступать в контролируемый бассейн, из которого затем они будут направляться либо на очистную станцию, либо сбрасываться в природную среду после соответствующего контроля.

## 7.2.5 Устройство канав

Учитывая все ограничения, проектировщику придется разбивать территорию полигона на несколько канав. Из опыта предлагаем строительство канав площадью 2 гектара. Это хороший компромисс, касающийся наклона при рытье канав и их дальнейшей эксплуатации. Канава площадью 2 гектара, в которую будет насыпаться шестиметровый слой отходов, может вмещать до 120 000т отходов. Оптимальное количество, с экономической точки зрения, составляет 100 000т отходов в год (между 50 000 и 200 000).

## 7.2.6 Сроки и цена

В предпроектную часть входят технические работы. Необходимо сделать как минимум 10 бурительных скважин для того, чтобы иметь представление о геологическом строении выбранной местности. При бурении каждой скважины необходимо отбирать пробы и проводить анализы на проницаемость, на сжатие по трем осям, определять показатели разбухания, пределы Аттерберга. Кроме этого, интерпретация результатов и разбиение местности займут от 3 до 6 месяцев работы одного человека. При определении стоимости этой операции можно исходить из размера 10 000 евро на бурение одной скважины плюс 10 000 евро на зарплату инженеру.

## 7.3 Получение разрешения на строительство полигона

### 7.3.1.1 Составление досье на получение разрешения на строительство полигона

Какова бы ни была законодательная база в стране, в которой планируется строительство нового полигона твердых бытовых отходов, необходимо получить разрешение на его строительство. Работа по получению разрешения заключается в составлении досье и представлении его на рассмотрение в администрацию. В дальнейшем мы будем использовать французскую терминологию DDAE ICPE (Досье на получение разрешения на строительство промышленной установки, удовлетворяющей требованиям по охране окружающей среды), зная, что в каждой стране существует нечто подобное.

### 7.3.1.2 Содержание

В основном, досье ДАЕ (Досье на получение разрешения на строительство) состоит из следующих частей:

- название предприятия-заказчика;
- местоположение будущего объекта;
- законодательная часть и исследование рынка;
- описание отходов, которые будут поступать на полигон;
- описание проекта: строительство, эксплуатация, технический выбор;
- генеральная схема и описание пейзажа;
- Оценка Воздействия на Окружающую Среду (ОВОС).

Отметим, что в части «Описание проекта» должны быть кратко изложены техническая и экономическая части проекта. Но основная часть досье будет отведена ОВОС.

В нижеследующей таблице описаны различные части этого досье с указанием времени, которое будет затрачено инженерами для их выполнения. К ним необходимо добавить осуществление бурительных скважин и лабораторных анализов.

*Таблица 39 Составные части работы по выполнению досье*

Наименование	Колво дней
Заявление	1
<b>1. Преамбула</b>	
<b>1.1. Содержание</b>	
1.1.1. Экономические данные	3
1.1.2. Исторические сведения об объекте	1
1.1.3. Описание законодательной базы	2
<b>1.2. Заявка</b>	
1.2.1. Сведения о заказчике	
1.2.2. Географическое и кадастровое положение	2
1.2.2.1. Районы, в которых будет проводиться кампания по оповещению населения	
1.2.2.2. Соответствие региональному плану строительства	
1.2.3. Виды деятельности (рубрики из номенклатуры)	1
1.2.4. Административное местоположение предприятия	1
1.2.5. Цели заявки	
1.2.5.1. Общая схема существующей проблематики и пути ее решения	3
1.2.5.2. Деньги, выделяемые на защиту окружающей среды	2
<b>1.3. Описание установки</b>	
1.3.1. Ограждения и контроль подъездных путей	1
1.3.2. Административные и служебные помещения	2
1.3.3. Увязка с городскими сетями	
1.3.3.1. Электричество	2
1.3.3.2. Вода	2

Наименование	Колво дней
1.3.3.3. Канализационные воды	2
1.3.3.4. Телекоммуникации	2
<b>1.3.4. Землеустроительные работы</b>	
1.3.4.1. Земляные работы	2
1.3.4.2. Активный барьер - геомембраны	1
1.3.4.3. Дренаж фильтрата	1
1.3.4.5. Дренаж биогаза	1
1.3.4.6. Окончательное покрытие	1
<b>1.3.5. Очистные станции фильтрата</b>	3
<b>1.3.6. Станция по отбору и переработке биогаза</b>	3
<b>1.4. Технологический выбор</b>	
<b>1.4.1. Выбор возможных технических решений</b>	5
<b>1.4.2. Технические критерии</b>	2
<b>1.4.3. Экономические критерии</b>	2
<b>1.4.4. Нормы – Разрешения - Сертификаты</b>	5
<b>Приложения:</b>	
Карта в масштабе 1/25000	
Кадастровый план в масштабе 1/2000	
Планы установки в масштабе 1/500	
Планы зданий в масштабе 1/100	
<b>2. ОВОС</b>	
<b>2.1. Анализ существующего состояния местности и ее окрестностей</b>	
<b>2.1.1. Преамбула</b>	
2.1.1.1. История местности	2
2.1.1.2. История выбранной зоны	1
2.1.1.3. Ограничение периметра исследуемой зоны	2
2.1.1.4. Географическое и кадастровое положение	1
2.1.1.5. Флора и фауна защитной зоны	2
<b>2.1.2. Археологическое исследование</b>	3
<b>2.1.3. Исследование пейзажа</b>	
2.1.3.1. Методология исследования	1
2.1.3.2. Представление	1
2.1.3.2.1. Топология - Морфология	2
2.1.3.2.2. История пейзажа	2
2.1.3.2.3. Анализ приграничных, окрестных и существующих на выбранной местности конструкций	5
2.1.3.3. Визуальное восприятие	2
<b>2.1.4. Исследования флоры и фауны</b>	
2.1.4.1. Методология исследования	2
2.1.4.2. Инвентаризация флоры	10
2.1.4.2.1. Флора степи	
2.1.4.2.2. Флора кустарников	
2.1.4.2.3. Флора лесов	
2.1.4.2.4. Флора культивируемых зон	
2.1.4.3. Инвентаризация фауны	10

Наименование	Колво дней
2.1.4.3.1. Птицы	
2.1.4.3.1.1. Птицы в культивируемых зонах и в степной зоне	
2.1.4.3.1.2. Птицы в жилых зонах	
2.1.4.3.1.3. Птицы в лесной зоне	
2.1.4.3.1.4. Птицы в кустарниках	
2.1.4.3.1.5. Специфические птицы в водно-болотных зонах	
2.1.4.3.2. Млекопитающие	
2.1.4.3.3. Акваторическая фауна	
2.1.4.3.4. Насекомые прудов и болот	
2.1.4.4. Описание экосистем	5
<b>2.1.5. Поселения</b>	
2.1.5.1. Граничные поселения	5
2.1.5.2. Ограничения	5
2.1.5.2.1. Ограничения, связанные с законами градостроительства	
2.1.5.2.2. Ограничения, связанные со здравоохранительными актами	
2.1.5.2.3. Ограничения, связанные с историческими и античными памятниками	
2.1.5.2.4. Ограничения, связанные с требованиями администрации сельского и лесного хозяйств	
2.1.5.2.5. Пейзажи	
2.1.5.2.6. Природные среды	
2.1.5.2.7. Различные ограничения	
<b>2.1.6. Геологическое, гидрогеологическое, гидрологическое, геотехническое исследования</b>	
2.1.6.1. Геологическое исследование	
2.1.6.1.1. Методология исследования	1
2.1.6.1.2. Региональные условия	2
2.1.6.1.3. Геология выбранной местности	10
2.1.6.1.4. Описание выбранной местности	5
2.1.6.1.5. Измерения проницаемости	2
2.1.6.1.6. Заключение по геологическому исследованию	5
2.1.6.2. Гидрологическое исследование	
2.1.6.2.1. Региональная поверхностная гидрографическая сеть	1
2.1.6.2.2. Гидрографическая поверхностная сеть выбранной местности	3
2.1.6.2.3. Заключение по гидрологическому исследованию местности	1
2.1.6.3. Гидрогеологическое исследование	
2.1.6.3.1. Региональные условия	2
2.1.6.3.2. Местные гидрогеологические условия	5
2.1.6.3.3. Описание местности	3
2.1.6.3.4. Заключение по гидрогеологическому исследованию	2
2.1.6.4. Общие выводы по результатам геологического, гидрологического, гидрогеологического и геотехнического исследований	2
<b>2.1.6. Качество воды</b>	
2.1.6.1. Среда, в которую поступает вода	
2.1.6.1.1. Описание	2
2.1.6.1.2. Водные потоки	3
2.1.6.2. Качество всех сточных вод	1
2.1.6.3. Качество прудов (болот)	1

Наименование	Колво дней
2.1.6.4. Качество подземных вод	1
<b>2.1.7. Качество воздуха, элементы климатологии</b>	
2.1.7.1. Качество воздуха	2
2.1.7.2. Температуры	1
2.1.7.3. Осадки	1
2.1.7.4. Ветры	1
2.1.7.5. Длительность световых дней	1
2.1.7.6. Оценка испарений	2
2.1.7.7. Заключение по климатологическому исследованию	1
2.1.7.8. Грозы и молнии	5
<b>2.1.8. Исследование сейсмической опасности</b>	5
<b>2.1.9. Исследование электро-магнитных полей</b>	5
<b>2.1.10. Транспорт</b>	
2.1.10.1. Подъездные пути	4
2.1.10.2. Ограничения по перемещению грузового транспорта	1
<b>2.1.11. Шум</b>	
2.1.11.1. Существующие вредные факторы	3
2.1.11.2. Чувствительные зоны	2
2.1.11.3. Измерения	4
2.1.11.4. Заключение	1
<b>2.1.12. Исследование санитарных рисков</b>	
2.1.12.1. Демографические данные	5
2.1.12.2. Особенно чувствительное население	2
2.1.12.3. Другие существующие источники	3
<b>2.2. Описание технологических выборов</b>	
<b>2.2.1. Схема эксплуатации полигона</b>	
2.2.1.1. Подъездные пути	3
2.2.1.2. Внутренние дороги	5
2.2.1.3. Система сбора дождевых вод	5
2.2.1.4. Система сбора вод, стекающих с дорог	5
2.2.1.5. Система сбора фильтрата	5
2.2.1.6. Система сбора биогаза	5
2.2.1.7. Принципы использования канав	5
2.2.1.8. Системы контроля	3
2.2.1.10. Выводы	3
<b>2.2.2. Технические и эксплуатационные характеристики перерабатывающих мощностей</b>	
2.2.2.1. Строительство канав	
2.2.2.1.1. Введение	1
2.2.2.1.2. Местный опыт и опыт предприятия	2
2.2.2.1.3. Местоположение и обустройство пейзажа	3
2.2.2.1.4. Техническое описание установки	
2.2.2.1.4.1. Строительство канав	5
2.2.2.1.4.2. Оборудование	2
2.2.2.1.4.3. Функционирование	2
2.2.2.2. Очистные станции фильтрата	

Наименование	Колво дней
2.2.2.2.1. Введение	1
2.2.2.2.2. Местный опыт и опыт предприятия	1
2.2.2.2.3. Местоположение и обустройство пейзажа	1
2.2.2.2.4. Техническое описание установки	
2.2.2.2.4.1. Строительство очистной станции	2
2.2.2.2.4.2. Оборудование	1
2.2.2.2.4.3. Функционирование	1
2.2.2.3. Станция по отбору и обработке биогаза	
2.2.2.3.1. Введение	1
2.2.2.3.2. Местный опыт и опыт предприятия	1
2.2.2.3.3. Местоположение и обустройство пейзажа	1
2.2.2.3.4. Техническое описание установки	
2.2.2.3.4.1. Строительство станции по отбору и обработке биогаза	1
2.2.2.3.4.2. Оборудование	2
2.2.2.3.4.3. Функционирование	1
2.2.2.4. Ремонтные ателье	2
<b>2.3. Исследование влияния возможных воздействий на окружающую среду</b>	
<b>2.3.1. Общие сведения, интеграция в пейзаж</b>	3
<b>2.3.2. Биоценоз</b>	
2.3.2.1. Зоны повышенной экологической опасности	5
2.3.2.2. Влияние на земную среду обитания	3
<b>2.3.3. Местная морфология</b>	3
<b>2.3.4. Загрязнение вод</b>	
2.3.4.1. Загрязнение поверхностных вод без учета очистных сооружений	
2.3.4.1.1. Дождевые воды	2
2.3.4.1.2. Риск от случайного загрязнения	2
2.3.4.1.3. Сточные воды с бетонных и асфальтированных дорог	1
2.3.4.1.4. Расчет изменения объема фильтрата	3
2.3.4.2. Загрязнение подземных вод без учета очистных сооружений	
2.3.4.2.1. Образование фильтрата и его воздействие на почву	3
<b>2.3.5. Загрязнение воздуха</b>	
2.3.5.1. Источник и природа выбрасываемых в атмосферный воздух вредных веществ	3
2.3.5.2. Образование выделений в единицу времени и концентрация загрязняющих веществ	4
2.3.5.3. Наличие продуктов с запахами	1
<b>2.3.6. Шум</b>	
2.3.6.1. Количество, характеристика и частота использования приборов и машин, издающих шум	3
2.3.6.2. Случайные локальные источники шума или неравномерная повышенная звуковая интенсивность	2
<b>2.3.7. Транспортное обеспечение</b>	
2.3.7.1. Объем грузооборота, вовлеченного в работу	2
2.3.7.2. График работы	1
2.3.7.3. Города и агломерации, которые будут затронуты организацией нового грузооборота	1

Наименование	Колво дней
<b>2.3.8. Отходы, образующиеся в результате деятельности</b>	
2.3.8.1. Источник образования	1
2.3.8.2. Природа и назначение	2
<b>2.4. Оценка санитарного риска</b>	
<b>2.4.1. Определение ожидаемых выбросов</b>	
2.4.1.1. Выбросы в атмосферный воздух	3
2.4.1.2. Выбросы в воду	3
2.4.1.3. Выбрасываемые отходы	1
<b>2.4.2. Количественная оценка выбросов</b>	5
<b>2.4.3. Моделирование</b>	
2.4.3.1. Исследование распространения	5
2.4.3.2. Расчет суточных доз вредных веществ	3
<b>2.4.4. Данные о санитарном риске веществ при рассчитанных дозах</b>	5
<b>2.4.5. Выводы</b>	3
<b>2.5. Мероприятия, предпринятые для ограничения или ликвидации вредного воздействия</b>	
<b>2.5.1. Общие сведения, интеграция в пейзаж</b>	2
<b>2.5.2. Биоценоз</b>	
2.5.2.1. Меры по защите флоры и фауны	4
2.5.2.2. Борьба с размножением вредных животных	1
<b>2.5.3. Местная морфология</b>	
2.5.3.1. Предупреждение несчастных случаев, стабильность полигона	2
<b>2.5.4. Загрязнение вод</b>	
2.5.4.1. Защита поверхностных вод	
2.5.4.1.1. <i>Контроль расхода и качества</i>	1
2.5.4.1.2. <i>Сбор и контроль фильтрата</i>	1
2.5.4.1.3. <i>Разделение вод</i>	1
2.5.4.1.4. <i>Обработка сточных вод</i>	1
2.5.4.2. Защита подземных вод	
2.5.4.2.1. <i>Предупреждение просачивания воды во время производственных процессов и складирования отходов</i>	1
2.5.4.2.2. <i>Защита субстрата</i>	1
2.5.4.2.3. <i>Гидрогеологический мониторинг</i>	2
2.5.4.2.4. <i>Процедура приема отходов на полигон</i>	2
<b>2.5.5. Загрязнение воздуха</b>	
2.5.5.1. Выбор топлива или процессов, при которых выделяется меньше вредных выбросов	1
2.5.5.2. Характеристика систем, обеспечивающих хороший сток сточных вод	1
2.5.5.3. Природа пылеочистных установок или других предусмотренных установок	1
2.5.5.4. Установки, выделяющие вредные газообразные вещества	1
<b>2.5.6. Шум</b>	
2.5.6.1. Предупреждение шума при использовании шумопоглощающих установок	1
2.5.6.2. График их работы	1
2.5.6.3. Суммарный акустический уровень на территории граничной зоны	3
<b>2.5.7. Устройство молниеотводов</b>	3
<b>2.5.8. Транспорт и обеспечение</b>	

Наименование	Колво дней
2.5.8.1. Средства предупреждения возможных вредных факторов при движение грузового транспорта	1
2.5.8.2. Предупреждающие знаки, подготовленные для этих целей	2
<b>2.5.9. Средства защиты культурных ценностей</b>	1
<b>2.5.10. Средства безопасности</b>	
2.5.10.1. Контрольно-проходной пункт	1
2.5.10.2. Средства борьбы с пожарами	4
2.5.10.3. Спасатели и люди по оказанию первой помощи	2
2.5.10.4. Планирование путей эвакуации людей	
2.5.10.4.1. <i>Внутренний план эвакуации</i>	5
2.5.10.4.2. <i>Внешний план эвакуации</i>	5
<b>2.6. Принципы управления установкой</b>	15
<b>2.7. ISO 14001</b>	
<b>3. Исследование опасностей</b>	15
План предупреждения пожаров	5
<b>4. Понятие соответствия условий работы персонала гигиеническим правилам и правилам безопасности</b>	5
<b>ИТОГО</b>	450

### 7.3.2 Сроки и цена

Все исследования будут вестись группой специалистов. Необходимо минимум 6 месяцев для осуществления всех вышеперечисленных мероприятий. При сотрудничестве местных экспертов с иностранными, общая стоимость выполняемых работ будет равняться 200 000 евро.

## 7.4 Проектирование

Перед началом строительства полигона необходимо детально изучить все запланированные операции и составить планы для предприятий, которые будут осуществлять строительство. Необходимо также разработать технологические инструкции и тендерные положения. При строительстве возможно получение оборудования из-за границы и поэтому необходимо подготовить все необходимые документы для его растамаживания.

Параллельно, необходимо разработать и написать план по обеспечению качества. В этом плане будут отражены все ключевые моменты, которые позволят сертифицировать построенный полигон в соответствии с требованиями по охране окружающей среды.

И в заключение необходимо подготовить систему безопасности полигона.

Чтобы не вдаваться в детали всех специфических для каждой местности исследований, сделаем предложение по составу и количеству специалистов, которые будут работать над досье в течение 6 месяцев:

- 1 инженер по гражданскому строительству;
- 1 программист;
- 1 экономист;



- 1 специалист по качеству.

Основываясь на этом предложении, бюджет этапа проектирования будет находиться в пределах от 100 000 до 250 000 евро в зависимости от того будет команда специалистов состоять только из местных экспертов или сочетаться с иностранными.

## 7.5 Строительство

Мы будем различать несколько этапов.

**Инфраструктура** будет построена раз и навсегда и не будет достраиваться на протяжении всего времени эксплуатации полигона. Конечно, необходимо будет поддерживать ее в рабочем состоянии. Стоимость строительства и эксплуатации инфраструктуры окупается за счет поступления отходов на полигон.

Каждая канава должна быть построена перед началом эксплуатации полигона. Вначале надо будет построить одну канаву. И до того как она будет заполнена, необходимо построить вторую и так далее. То есть должны быть предусмотрены средства для каждой предусмотренной канавы. Строительство канавы будет окупаться за счет отходов, складированных в ней.

В конце эксплуатации канавы будут закрыты и должны быть предусмотрены средства для ее закрытия. Закрытие канавы будет окупаться за счет отходов, складированных в ней.

### 7.5.1 Инфраструктура

Наименование	Стоимость, тыс. евро	
<b>Гражданское строительство</b>		
Земляные работы		50
Основные подъездные пути		150
Служебные здания		90
Технические здания		140
Бассейны и очистные станции		150
Внутренние дороги		150
Ограждение и приемный пункт		150
Место для перегрузки		80
Итого	960	
<b>Инженерные инфраструктуры</b>		
Подсоединение к линии электропередач		75
Электроподстанция		125
Насосная установка		10
Бензоцистерны		30
Внешнее освещение		20
Итого	260	
<b>Оборудование</b>		
Система сбора фильтрата		50
Обработка фильтрата		150
Складирование материалов		15
Система сбора биогаза		50
Переработка биогаза		300
Электрогенерирующая установка		400
Опрокидыватель с механизмом взвешивания		40
Мойка машин		10

Итого	1015	
<b>ИТОГО по всем наименованиям</b>	<b>2235</b>	

## 7.5.2 Строительство канавы площадью 2 гектара

Наименование	Стоимость, тыс. евро	
<b>Гражданское строительство</b>		
Земляные работы		250
Подъездные пути		30
Слой гравия		120
Слой полиэтилена высокого давления		165
Итого	565	
<b>Инженерные инфраструктуры</b>		
Дренаж фильтрата		50
Дренаж биогаза		60
Итого	110	
<b>ИТОГО по всем наименованиям</b>	<b>675</b>	

## 7.5.3 Покрытие канавы площадью 2 гектара

Наименование	Стоимость, тыс. евро	
<b>Гражданское строительство</b>		
Земляные работы		100
Укладка гравия		115
Покрытие слоем полиэтилена высокого давления		130
Укладка слоя пахотных земель		30
Зеленые насаждения		30
<b>ИТОГО</b>	<b>405</b>	

## 7.6 Оборудование

Наименование	Стоимость, тыс. евро	
<b>Оборудование стройки</b>		
2 катка		600
Большой экскаватор		80
Трактор		20
Маленький экскаватор		60
Грузовик 10 тонн		30
2 машины тип Нива, Лада		20
Мини-автобус		15
Спецодежда		20
Инструменты		25
Итого	870	
<b>Служебное оборудование</b>		
Лаборатория		50
Внешние датчики		50
Мебель		15
Вычислительная техника		15
Итого	130	
<b>ИТОГО по всем перечисленным пунктам</b>	<b>1000</b>	

Оборудование необходимо будет обновлять каждые 7-8 лет.

## 7.7 Эксплуатация

### 7.7.1 Численность рабочих

Исходя из предположения, что на свалке будет складироваться 100 000т отходов в год, понадобится:

- 1 инженер, директор полигона;
- 1 бухгалтер, ответственный за опрокидыватель с механизмом взвешивания;
- 1 секретарь;
- 1 человек, ответственный за разгрузку грузовиков;
- 2 водителя катков;
- 4 сортировщика, уборщика;
- 1 эколог;
- 4 охранника (присутствие на полигоне 24 часа в сутки, 7 дней в неделю).

### 7.7.2 Бюджет

Наименование	Стоимость, тыс. евро
Техническое обслуживание и ремонт (8% в год)	55
Обслуживающий персонал	75
Электричество	15
Расход топлива 500 л/день	40
Телефон/факс	2
Анализы в лаборатории	8
Покрытие щебнем	10
Дренаж средних слоев	15
Материалы для офиса	2
Расходные материалы для станции по очистке фильтрата	15
Расходные материалы для осуществления замеров	3
Налоги и разные отчисления	45
Разное	10
<b>Эксплуатационные издержки</b>	<b>295</b>

## 7.8 Финансовые расходы

Остальные расходы, которые в соответствии с нижеследующей таблицей составляют около 4 млн. евро и которые мы относим к прямым затратам, могут финансироваться либо за счет недвижимого капитала, либо за счет взятых под них кредитов. В каждом случае необходимо оценить размер финансовых затрат. Для упрощения расчетов будем исходить из размера процентной ставки равной 5% на кредит сроком на 20 лет. Перед нами не стоит задача подробно разобраться во всех тонкостях финансовых расчетов. Наша цель – примерно определить сумму денег, которая будет выплачиваться по кредитам или займам.

## 7.9 Финансирование полигона после закрытия

После закрытия полигона биологическая активность будет продолжаться в течение 25 лет. Необходимо иметь запас денег для поддержания полигона в течение этого времени. Могут также произойти случайные загрязнения окружающей среды и необходимо предусмотреть средства для их устранения и восстановления качества среды. Поэтому вовсе не абсурдно предусмотреть запас денег в размере 1 евро на каждую тонну поступаемых отходов.

## 7.10 Общая стоимость

Наименование	Инвестиции	Окупаемость/4 млн т	Окупаемость/1,3 млн т	Окупаемость/300 тыс т	Прямые затраты
Исследования на местности	50000	0,013			
Предпроектная часть	100000	0,025			
Досье на получение разрешения на строительство полигона	200000	0,050			
Проектирование	250000	0,063			
Инфраструктура	2235000	0,559			
Строительство канав	675000			2,250	
Покрытие канав	405000			1,350	
Оборудование	1000000		0,769		
Обучение	100000	0,025			
Эксплуатация	295000				2,950
Финансирование полигона после закрытия					1,000
Финансовые расходы	2297622	0,574			
ИТОГО	5015000	1,308	0,769	3,600	3,950
ИТОГО цена/тонну	9,63				

В конечном результате современный полигон для складирования ТБО потребует:

- начальные инвестиции в размере 5 млн. евро;
- прибавочная стоимость составит 10 евро за каждую тонну отходов.

## 8 Основные требования по соблюдению украинского природоохранного законодательства при осуществлении контроля полигонов, свалок

Большинство существующих объектов по размещению бытовых отходов в Донецкой области не соответствует требованиям санитарных и экологических норм, многие из них исчерпали свои мощности по объему накопления.

К настоящему пособию прилагаются действующие в настоящее время нормативные документы.

Ниже представлены основные требования, предъявляемые с свалкам и полигонам для снижения загрязнения ими окружающей среды.

### 1. Местоположение свалки:

- Не допускается размещение полигонов на территории зон санитарной охраны водоисточников и минеральных источников; во всех зонах охраны курортов; в местах выхода на поверхность трещиноватых пород; в местах выклинивания водоносных горизонтов, а также в местах массового отдыха населения и оздоровительных учреждений. Размер санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границ полигона 500 м.
- Участки складирования, размещенные на склоне оврага, должны быть защищены от стоков поверхностных вод с вышерасположенных земельных массивов. Для перехвата ливневых и паводковых вод по верхней границе участка проектируется нагорная канава.
- Территория участка должна быть доступна воздействию солнечных лучей и ветра;
- Уровень грунтовых вод должен быть не ближе 2 м от основания полигона; при более высоком уровне грунтовых вод необходимо устройство дренажа или водоотвода;
- Не допускается расположение участка на берегах рек, прудов, открытых водоемов и в местах, затопляемых паводковыми водами.
- Допускается отвод земельного участка под полигоны ТБО на территории оврагов, начиная с его верховьев, что позволяет обеспечить сбор и удаление талых и ливневых вод путем устройства перехватывающих нагорных каналов для отвода этих вод в открытые водоемы. Участок оврага по длине разбивается на части, начиная с верховья, по очередности освоения. Каждая очередь устройства с пониженной стороны подвергается вертикальной планировке и защите от разлива и оползней путем устройства каскада плотин.
- На земельный участок под свалку, полигон должен быть госакт на землю.

По всем нормативным документам срок эксплуатации полигона рассчитывается, в основном, на 15-20 лет.

Средняя	численность	Высота складирования ТБО, м
---------	-------------	-----------------------------

	12	20	25	35	45	60
50	6, 5	4,5*-5,5	-	-	-	-
100	12, 5	8,5	6,5*-7,5	-	-	-
250	31	21	16	11,5*-13,5	-	-
500	61	41	31	23	16,5*-20	-
750	91	61	46	34	26	-
1000	121	81	61	45	35	27*-31

Указана площадь участков, по форме близких к квадрату.

2. Для нормальной работы к полигону или свалке должны подходить подъездные пути от общей автотранспортной дороги (асфальт, бетон).

3. Полигон состоит из двух взаимосвязанных территориальных частей: территория, занятая под складирование ТБО, и территория для размещения хозяйственно-бытовых объектов.

4. В верхнем контуре полигона должна быть нагорная канава, которая препятствует стоку паводковых вод в толщу ТБО

5. Хозяйственная зона полигона должна быть асфальтирована или бетонирована, освещена, иметь легкое ограждение. На расстоянии 1-2 м от нагорной канавы необходимо ограждение для предотвращения развеивания мусора ветром. В ограде полигона устраивается шлагбаум у производственно-бытового здания. Перед въездом на полигон –свалку должно быть установлено измерение радиационного фона автомобилей с ТБО.

6. Площадка для мойки контейнеров ТБО размещается вне территории хозяйственной зоны. На ней устраивается моечное отделение с подводкой холодной воды. Необходимо обеспечить въезд машин на моечную площадку и выезд машин после мойки контейнеров с территории полигона без пересечения транспортного потока прибывающих на полигон мусоровозов.

7. Удаление фильтрата.

Фильтрат не образуется при складировании ТБО влажностью менее 52% в климатических зонах, где годовое количество атмосферных осадков превышает не более чем на 100 мм количество влаги, испаряющейся с поверхности. В таких климатических зонах к основанию полигона не предъявляются требования по водонепроницаемости. Фильтрат образуется при складировании ТБО с влажностью 55%.

Система сбора и нейтрализации фильтрата на действующих и закрытых полигонах – свалках должна входить в состав технологической схемы его эксплуатации.

#### Способы обезвреживания фильтрата:

- Очистка фильтрата на очистных сооружениях на свалке или полигоне,

- Сброс или вывоз разбавленного фильтрата на очистные сооружения полной биологической очистки города или района (после согласования с СЭС),
- Сбор и вывоз фильтрата на местные сливные станции с последующей очисткой на очистных сооружениях,
- Замкнутый цикл – сбор фильтрата с дальнейшим перекачиванием его и распылением на поверхности укрытых промежуточной изоляцией рабочих карт.
- При аварийных ситуациях (невозможность перекачивания фильтрата и т.д.) должна быть резервная емкость на двухдневный объем образовавшейся жидкости.

8. Организацией, эксплуатирующей полигон, разрабатывается регламент и режим работы полигона, инструкции по приему бытовых отходов, с учетом требований производственной санитарии для работающих на полигоне, обеспечивается контроль за составом поступающих отходов, ведется круглосуточный учет поступающих отходов, осуществляется контроль за распределением отходов в работающей части полигона, обеспечивается технологический цикл по изоляции отходов.

9. На полигонах не разрешается устройство пунктов вторичного сырья от населения, предприятий и организаций.

10. Устройство сети наблюдательных скважин для установления возможных изменений уровня и гидрохимического режимов подземных вод в процессе эксплуатации с целью своевременного принятия необходимых мер. К сооружениям контроля качества грунтовых вод должен быть проложен постоянный подъезд для автотранспорта.

11. Запрещается прием и складирование на полигонах-свалках:

- Твердых, редких, пастообразных отходов радиоактивных веществ
- Токсичных промышленных отходов 1-2 класса опасности
- Токсичных промышленных отходов 3 класса опасности без специального разрешения органов санитарного надзора и экологической инспекции
- Отходов и веществ, которые содержат взрывоопасные, легковоспламеняющиеся, пожароопасные показатели, трупы скота, конфискат боя мясокомбинатов, обезвреживание которых предусмотрено в соответствии с правилами ветеринарной службы
- Специфических отходов лечебных учреждений, обезвреживание которых регламентировано
- При наличии вблизи свалки водных объектов проводить лабораторный контроль в створе расположения свалки
- Проводить лабораторный контроль почвы.

Закрытые свалки подлежат рекультивации.

*Примечание: данный раздел будет дополнен.*

## Содержание

<b>1</b>	<b>Предисловие</b>	<b>2</b>
1.1	Контекст и цели	2
1.2	Терминология	3
<b>2</b>	<b>Твердые бытовые отходы и приравненные к ним</b>	<b>4</b>
2.1	Нормативно-правовая терминология: украинская, европейская и международная	4
2.1.1	Определение «твердых бытовых отходов» и «муниципальных отходов»	5
2.1.1.1	Европа	5
2.1.1.2	Бытовые отходы во Франции	5
2.1.1.3	Муниципальные отходы во Франции	6
2.1.1.4	Украина	6
2.1.2	Полигон	10
2.2	Нормативно-правовая база, регулирующая обращение с отходами в Европе и Украине	13
2.2.1	Европейская нормативно-правовая база по отходам (за исключением отходов атомной промышленности)	13
2.2.1.1	Нормативно-правовые акты "горизонтальной оси" (по отходам в целом или типам полигонов)	14
2.2.1.2	Нормативно-правовые акты "вертикальной оси" (по типам отходов)	14
2.2.1.3	Перспективы	15
2.2.1.4	Концепция управления отходами во Франции	16
2.2.1.5	Понятие "конечных отходов"	16
2.2.1.6	Развитие процедур утилизации	17
2.2.1.7	Право на информацию	17
2.2.1.8	Закрытие свалок	18
2.2.1.9	Директива № 1999/31/СЕ от 26 апреля 1999 г., касающаяся процедур размещения отходов на полигоне	18
2.2.2	Украина	44
2.3	Фракционный состав бытовых отходов, изменения в составе отходов	52
2.3.1	Европа	52
2.3.2	Украина	55
2.4	Объемы образования бытовых отходов и их эволюция	59
2.4.1	Европа	59
2.4.2	Украина	60
2.5	Физико-химические характеристики	62
2.6	Процессы биологического разложения	64
2.6.1	Стадии разложения отходов	64
2.6.1.1	Первая стадия	64
2.6.1.2	Вторая стадия	64
2.6.1.3	Микробиология процесса биологического разложения	66
2.6.2	Факторы, влияющие на объемы и длительность выделения биогаза	68
2.6.2.1	Температура	68
2.6.2.2	Влажность	68
2.6.2.3	Окислительно-восстановительный потенциал Eh	69
2.6.2.4	Щелочность и водородный показатель pH	69
2.6.2.5	Состав отходов	69
2.6.2.6	Размер и плотность отходов	69
2.6.3	Биогаз	69
2.6.4	Утилизация биогаза	70



<b>3 Воздействие полигона на окружающую среду и здоровье человека .....</b>	<b>72</b>
3.1 Управление рисками .....	72
3.1.1 Классификация рисков .....	72
3.1.1.1 Технические риски .....	72
3.1.1.2 Физические риски и риски, связанные с человеческим фактором.....	73
3.1.1.3 Прочие риски смешанного характера .....	73
3.1.2 Распределение ролей .....	74
3.1.3 Стратегия управления рисками .....	74
3.2 Присутствие чужеродных частиц (химических, радиоактивных).....	75
3.2.1 Неразлагающиеся отходы .....	75
3.2.2 Воздействие на здоровье человека .....	76
3.2.2.1 ПХД .....	78
3.2.2.2 Ртуть .....	79
3.2.2.3 Свинец .....	80
3.2.2.4 Кадмий и мышьяк.....	80
3.2.2.5 Алюминий .....	81
3.3 Загрязнение водных ресурсов .....	81
3.4 Загрязнение подземных вод и ликвидация последствий .....	85
3.4.1 Подготовка концептуальной модели .....	85
3.4.1.1 Теоретические исследования .....	86
3.4.1.2 Геодезические и геологические изыскания на площадке .....	87
3.4.1.3 Мониторинг .....	89
3.4.2 Оценка рисков .....	90
3.4.2.1 Простая или комплексная оценка риска?.....	90
3.4.2.2 Точки определения соответствия нормам .....	90
3.4.2.3 Определение предельного уровня воздействия на окружающую среду .....	92
3.4.2.4 Методы выполнения оценки рисков.....	93
3.4.3 Устранение последствий загрязнения.....	93
3.5 Загрязнение поверхностных вод и ликвидация последствий.....	94
3.6 Загрязнение воздуха .....	94
3.6.1 Введение .....	94
3.6.2 Неприятные запахи .....	97
3.6.3 Парниковый эффект.....	98
3.6.3.1 Выбросы в атмосферу .....	98
3.7 Риск взрыва и распространение пожара.....	101
3.8 Распространение пожара.....	102
3.9 Загрязнение прилегающей территории легкими фракциями.....	103
3.9.1 Перемещение мусора над участком .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3.9.2 Разнесение мусора ветром .....	103
3.10 Размножение переносчиков инфекции.....	104
3.11 Стабильность почв.....	104
3.12 Рекультивация полигонов.....	105
<b>4 Оценка риска, представляемого свалками и полигонами ....</b>	<b>107</b>
4.1 Методика .....	107
4.1.1 Введение .....	107
4.1.2 Моделирование полигона.....	107
4.1.3 Сценарии.....	108
4.1.3.1 Выделения в атмосферу.....	109
4.1.3.2 Фильтрат.....	110

4.1.3.3	Прочие опасности.....	111
4.1.4	Оценка и подведение итогов.....	111
4.2	Местоположение свалки или полигона.....	111
4.2.1	Система GPS.....	112
4.2.2	Геодезические системы.....	112
4.2.3	Формат данных (координаты).....	112
4.3	Расчет площади и объемов.....	113
4.4	Исторические данные.....	113
4.5	Геологические данные, предположения или идентификация водоносных горизонтов.....	113
4.6	Поверхностные воды.....	114
4.7	Производство биогаза.....	114
4.8	Контроль уровня радиоактивности.....	114
4.9	Типология полигонов.....	115
4.9.1	Холм.....	115
4.9.2	Карьер.....	115
4.9.3	Долина.....	116

## **5 Обучение проведению аудита ..... 118**

5.1	Подготовка к аудиту.....	118
5.2	Сбор данных: предполагаемое местоположение, геологические данные, гидрогеологические данные.....	118
5.3	Оценка местоположения, площади, объема: использование GPS и программного обеспечения по установлению местоположения объекта.....	118
5.3.1	Приведение прибора в действие.....	119
5.3.2	Регистрация координат искомой точки.....	119
5.3.3	Обработка полученных данных.....	120
5.4	Контроль радиоактивности: применение устройства по определению радиоактивности, установление местонахождения обнаруженных территорий.....	122
5.5	Поверхностные воды: мониторинг, отбор проб.....	122
5.6	Подземные воды (при наличии пьезометра): измерение уровня подземных вод с помощью глубиномера, отбор проб.....	124
5.7	Биогаз: применение мультигазового анализатора MX21, контроль окружающего воздуха, контроль биогаза, отбор проб, компьютерная обработка данных.....	125
5.7.1	Назначение прибора.....	125
5.7.1.1	Электропитание.....	126
5.7.1.2	Виды измерительных ячеек.....	126
5.7.2	Как пользоваться прибором.....	127
5.7.2.1	Зарядка блока питания (батареек).....	127
5.7.2.2	Установка блока измерительных ячеек.....	127
5.7.2.3	Приведение прибора в действие:.....	128
5.7.2.4	Снятие замеров.....	128
5.7.2.5	Дистанционный отбор проб.....	128
5.7.2.6	Положение прибора при работе.....	129
5.7.2.7	Запись и передача показаний замеров.....	129
5.7.2.8	Выключение прибора.....	129
5.7.3	Чтение результатов измерений.....	130
5.7.4	Сигналы «тревоги».....	130
5.8	Наблюдения.....	130
5.8.1	Пожары.....	130
5.8.1.1	Горение отходов.....	130
5.8.1.2	Горение биогаза.....	130

5.8.2	Опасные отходы на свалках .....	131
5.8.3	Уклон.....	133
5.8.4	Бездомные.....	134
5.9	Стандартная отчетность и оценка риска .....	135
5.9.1	База данных по полигонам .....	135
5.9.2	Комментарии .....	138
5.9.3	Оценка риска .....	138
5.9.3.1	Методология .....	138
5.9.3.2	Оценка риска.....	142
5.9.3.3	Контроль рисков и осуществление эксплуатации .....	142

## **6 «Санитарный» полигон ..... 143**

6.1	Основные принципы .....	143
6.1.1	Описание.....	143
6.1.2	Международные стандарты: европейские, североамериканские, Мирового Банка.....	145
6.1.2.1	Выбор участка .....	145
6.1.2.2	Свойства грунтов и механизмы контроля загрязнения .....	152
6.1.2.3	Защита качества водных ресурсов.....	157
6.1.2.4	Развитие полигона.....	169
6.1.2.5	Контрольный список работ при проектировании полигона .....	183
6.1.2.6	Мониторинг .....	186
6.1.3	Сценарии загрязнения окружающей среды.....	186
6.1.4	Контроль, выполняемый силами оператора полигона.....	187
6.1.4.1	Принятие отходов на полигон.....	187
6.1.4.2	Центр контрольно-аналитических исследований .....	188
6.2	Проектные параметры полигона .....	190
6.2.1	Размеры полигона .....	190
6.2.2	Основополагающие принципы .....	191
6.2.3	Расположение и геометрия санитарного полигона.....	192
6.2.4	Окончательное покрытие полигона .....	193
6.3	Фильтраты .....	193
6.3.1	Основные принципы.....	193
6.3.2	Общие соображения относительно контроля движения жидкости .....	195
6.3.2.1	Вступление.....	195
6.3.2.2	Обычные и усиленные водонепроницаемые слои .....	196
6.3.2.3	Функционирование «пассивного» непроницаемого слоя .....	197
6.3.2.4	Природная водонепроницаемость и непроницаемый слой из синтетического материала .....	200
6.3.2.5	Проблемы, возникающие в процессе испытаний природных материалов.....	201
6.3.2.6	Выводы .....	204
6.3.3	Сепарирование воды.....	205
6.3.3.1	Управление дождевыми водами .....	205
6.3.3.2	Периферийные дренажные каналы.....	205
6.3.3.3	Дренаживание поверхностных вод .....	205
6.3.3.4	Периферийное дренаживание внутри площадки.....	206
6.3.3.5	Управление стоком воды .....	206
6.3.4	Сбор фильтратов .....	206
6.3.4.1	Дренажная и уплотнительная система донной части и стенок.....	206
6.3.4.2	Отведение вод из системы первичного сбора .....	206
6.3.4.3	Первичный противофильтрационный барьер.....	207
6.3.4.4	Вторичная система постоянного дренаживания под действием гравитации ...	207

6.3.4.5	Насосная станция для отвода фильтратов и наклонные каналы .....	208
6.3.4.6	Основание карты и водонепроницаемые конструкции .....	208
6.3.5	Дренажная система .....	208
6.3.6	Обработка фильтратов.....	208
6.3.6.1	Основные принципы .....	208
6.3.6.2	Анаэробные реакторы.....	210
6.3.6.3	Другие варианты переработки фильтрата на местах .....	211
6.3.6.4	Мониторинг фильтрата.....	212
6.3.6.5	Адаптация к климатическим условиям.....	213
6.3.7	Роль пассивного глиняного барьера.....	214
6.3.7.1	Пассивный барьер .....	215
6.3.7.2	Сеть пьезометров.....	215
6.3.7.3	Активный барьер .....	216
6.3.8	Сеть контроля .....	217
6.4	Биогаз.....	217
6.4.1	Парниковый эффект, запахи .....	217
6.4.2	Сбор биогаза .....	218
6.4.2.1	Горизонтальная диффузия газа.....	218
6.4.2.2	Описание сооружений .....	218
6.4.2.3	Контроль и мониторинг сетей.....	219
6.4.2.4	Использование биогаза .....	220
6.4.2.5	Контроль выбросов после сжигания .....	220
6.4.3	Сжигание и утилизация биогаза (отопление и электроснабжение).....	220
6.5	Защита природной среды.....	221
6.5.1	Противопожарная безопасность .....	221
6.5.2	Предупреждение рассеивания отходов под действием ветра .....	222
6.5.3	Размножение вредных животных.....	222
6.5.3.1	Грызуны.....	222
6.5.3.2	Птицы .....	223
6.5.4	Восстановление природной среды .....	223
6.6	Геотехнические нормы.....	223
6.7	Контроль отходов .....	229
6.7.1	Контроль радиоактивности .....	230
6.7.2	Выявление отходов, не подлежащих захоронению.....	231
6.7.2.1	Определение происхождения и веса отходов.....	231
6.7.2.2	Визуальный контроль .....	231
6.7.2.3	Визуальный контроль контролером поставок.....	231
6.7.2.4	Визуальный контроль на разгрузочной платформе .....	231
6.7.2.5	Анализ в условиях полигона .....	232
6.8	Управление полигоном .....	232
6.8.1	Численность и квалификация персонала.....	232
6.8.2	Менеджер полигона .....	232
6.8.3	Бригадир, старший смены .....	232
6.8.4	Диспетчер.....	232
6.8.5	Оператор мостовых весов .....	233
6.8.6	Оператор машин.....	233
6.8.7	Тренинг .....	233
6.8.8	Здоровье и безопасность .....	233
6.8.9	Процедура обработки отходов.....	234
6.8.10	Первая помощь .....	234
6.9	Закрытие и восстановление полигона .....	234

6.9.1	Покрытия .....	234
6.9.2	План мероприятий после закрытия полигона .....	237
6.10	Восстановление полигона .....	238
6.10.1	Международные стандарты: практика применения европейских и северо-американских стандартов, а также стандартов Мирового Банка. ....	239
6.10.2	Типология полигонов .....	239
6.10.3	Методики контроля воздействия на окружающую среду .....	240
6.10.3.1	Обнаружение .....	240
6.10.3.2	Обработка .....	241
<b>7</b>	<b>Экономические аспекты .....</b>	<b>244</b>
7.1	Поиск местности .....	244
7.1.1	Введение .....	244
7.1.2	Методология поиска необходимой местности .....	245
7.1.2.1	Разбиение на этапы .....	245
7.1.2.2	Методология .....	245
7.1.2.3	Выбор зон .....	245
7.1.2.4	Локализация .....	245
7.1.2.5	Приобретение земельных участков .....	246
7.1.3	Сроки и цена .....	247
7.2	Предпроектное исследование .....	248
7.2.1	Топографическое и геологическое исследования местности .....	248
7.2.2	Оптимизация управления почвами .....	248
7.2.3	Интеграция в пейзаж .....	248
7.2.4	Гравитационные стоки .....	249
7.2.5	Устройство канав .....	249
7.2.6	Сроки и цена .....	249
7.3	Получение разрешения на строительство полигона .....	249
7.3.1.1	Составление досье на получение разрешения на строительство полигона .....	249
7.3.1.2	Содержание .....	250
7.3.2	Сроки и цена .....	256
7.4	Проектирование .....	256
7.5	Строительство .....	257
7.5.1	Инфраструктура .....	257
7.5.2	Строительство канавы площадью 2 гектара .....	258
7.5.3	Покрытие канавы площадью 2 гектара .....	258
7.6	Оборудование .....	258
7.7	Эксплуатация .....	259
7.7.1	Численность рабочих .....	259
7.7.2	Бюджет .....	259
7.8	Финансовые расходы .....	259
7.9	Финансирование полигона после закрытия .....	260
7.10	Общая стоимость .....	260
<b>8</b>	<b>Основные требования по соблюдению украинского природоохранного законодательства при осуществлении контроля полигонов, свалок .....</b>	<b>261</b>

## Таблица

Таблица 1. Состав отходов в странах – участниках ЕС ..... 53

Таблица 2 Доля органической фракций в европейских муниципальных твердых отходах (МТО)	54
Таблица 3 Примерный состав ТБО в СССР в 1989 году	55
Таблица 4 Состав ТБО по сезонам (1968 - 1969 г.г.), Харьков	55
Таблица 5 Состав ТБО по периодам (1930 - 1977 г.г.), Харьков	56
Таблица 6 Состав ТБО	56
Таблица 7 Морфологический состав ТБО, образующихся в разных климатических зонах, % массы	56
Таблица 8 Характеристика компонентов ТБО по параметрам	57
Таблица 9 Фракционный состав ТБО в Донецкой области (по весу)	57
Таблица 10 Образование бытовых и муниципальных отходов в странах-членах ЕЕА (кг на душу населения)	60
Таблица 11 Ориентировочные нормы накопления ТБО, образующихся в жилых зданиях и в объектах общественного назначения	62
Таблица 12 Структура муниципальных отходов и влагосодержание каждого компонента	63
Таблица 13 Содержание сухого горючего вещества в муниципальных отходах	64
Таблица 14 Состав биогаза	70
Таблица 15 Расчеты времени, по истечении которого фильтрат можно без риска направлять в подземные воды /ЕЕА 1998 г./	82
Таблица 16 Типичные диапазоны значений веществ, наблюдаемых в составе фильтрата, образующегося на полигонах ТБО (все значения приведены в мг/л фильтрата, за исключением рН и проводимости)	83
Таблица 17 Типичные диапазоны значений наиболее часто встречаемых особых органических соединений, содержащихся в фильтрате полигонов ТБО (все значения приведены в мг/л фильтрата)	84
Таблица 18 Параметры функций гниения первого порядка, используемые при моделировании выбросов газов с полигона	99
Таблица 19 Выбросы в атмосферу, поступающие с полигона, включая образующиеся на полигонах газы и выбросы на выходе из газосжигающих установок (все данные приводятся в мг/м <sup>3</sup> биогаза)	101
Таблица 20 Файл Excel с зарегистрированными точками	121
Таблица 21 Стандартная отчетность	136
Таблица 22 Количественная оценка исследуемых критериев	139
Таблица 23 Количественная оценка показателей риска	140
Таблица 24 Пригодность отдельных типов земель для размещения на них участков по захоронению отходов	150
Таблица 25 Классы структуры грунтов и общепринятая терминология, используемая для их описания	154
Таблица 26 Общепринятые классы проницаемости*	155
Таблица 27 Типичный состав фильтрата свежих и старых бытовых отходов на различных стадиях разложения (мг/л)	162
Таблица 28 Состав фильтрата твердых отходов на полигоне (мг/л)	163
Таблица 29 Сдерживание	165
Таблица 30 Факторы оценки пригодности дна для формирования гидроизолирующего экрана	175
Таблица 31 Проницаемость почв	179
Таблица 32 Характеристики, преимущества и недостатки некоторых синтетических подкладок	180
Таблица 33 Факторы окружающей среды, сокращающие срок службы материалов	181
Таблица 34 Сравнительный анализ эффективности природных материалов и геомембран	200
Таблица 35 НОРМЫ ОЧИСТКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ВО ФРАНЦИИ	214
Таблица 36 Атмосферные выбросы при сжигании в факелах	221

Таблица 37 Геотехнические нормы и правила, применяемые при проектировании и строительстве полигонов .....	223
Таблица 38 Общие характеристики материалов покрывающего слоя .....	235
Таблица 39 Составные части работы по выполнению досье .....	250

## Граф.

Граф. 1 Фракционный состав ТБО в Донецкой области (по весу).....	58
Граф. 2 Полигон, состав газов (% к объему).....	96
Граф. 3 Проницаемость грунтов и сорбирующие свойства грунтов .....	156
Граф. 4 Стоимость тонны в целом .....	190
Граф. 5 Производство биогаза из ТБО .....	240

## Рис.

Рис. 1 Выбросы в атмосферу, поступающие с полигона, и их воздействие на окружающую среду .....	12
Рис. 2 Схематическое изображение веществ, поступающих и образующихся на полигоне .....	12
Рис. 3 Пути проникновения загрязняющих веществ в организм человека .....	108
Рис. 4 Тип холма .....	115
Рис. 5 Тип карьера.....	116
Рис. 6 Тип долины.....	116
Рис. 7 Местоположение ячеек.....	120
Рис. 8 Точки, зарегистрированные прибором GPS.....	121
Рис. 9 .....	122
Рис. 10 Озеро фильтрата у подножия свалки .....	123
Рис. 11 Ручей у подножия свалки.....	123
Рис. 12 Измерение уровня подземных вод в пьезометре .....	124
Рис. 13 Описание прибора MX 21 Plus .....	125
Рис. 14 Размещение ячеек .....	127
Рис. 15 Передняя панель MX 21 PLUS .....	128
Рис. 16 Горение биогаза на Макеевской свалке.....	130
Рис. 17 Стеkanie смазочных материалов вдоль откосов свалки.....	131
Рис. 18 Выгрузка смазки на свалке твердых бытовых отходов.....	133
Рис. 19 Почти вертикальный уклон откосов свалки.....	134
Рис. 20 Бездомные на свалке.....	135
Рис. 21 Схема поперечного сечения полигона.....	143
Рис. 22 Схема поперечного сечения экологически безопасного полигона.....	144
Рис. 23 Скважина для контроля фильтрата .....	160
Рис. 24 Различные факторы, влияющие на сдерживание химических веществ полигонами и окружающими геологическими слоями.....	164
Рис. 25 Водный баланс полигона .....	166
Рис. 26 Схема применения двойной искусственной подкладки (HSWA) и подкладки мембрана/глина.....	177
Рис. 27 Схема устройства двойной подкладки .....	178
Рис. 28 Принцип выполнения дренажной системы .....	194
Рис. 29 Пьезометр .....	216
Рис. 30 Типичная структура покрывающего слоя .....	235
Рис. 31 Выход биогаза .....	241
Рис. 32 Скважины .....	242