



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Основная образовательная программа магистратуры по направлению
подготовки 050406 «Экология и природопользование»
Профиль «Устойчивое развитие»**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

«Оценка качества рекультивации полигонов ТБО в Санкт-Петербурге»

Выполнила:

Доценко Анна Александровна

Научный руководитель:

канд. г.-м. н., доц. Подлипский Иван Иванович

Санкт-Петербург

2019

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Физико-географический очерк города Санкт-Петербурга	6
Глава 2. Анализ отечественного и зарубежного опыта захоронения твердых бытовых отходов на полигонах ТБО	14
Выводы	24
Глава 3. Обзор полигонов ТБО Санкт-Петербурга. Расположение, технические характеристики и экологическое состояние	25
3.1. Полигон ТБО «Северная Самарка»	26
3.2. Полигон твердых отходов «Южный»	27
3.3. Мероприятия по рекультивации полигона ПТО-1 «Южный»	29
3.4. Полигон МПБО-2 «Новоселки»	32
3.5. Экологическая ситуация в районе размещения полигона	34
3.6. Природно-климатические характеристики месторасположения полигона	35
Глава 4. Разработка схемы рекультивации полигона ТБО и обоснование создания поверхностного защитного покрытия тела полигона	44
Заключение	53
Список использованной литературы	54

Введение

С учетом стремительного развития современных технологий и уровня жизни людей, одним из самых важных показателей устойчивого развития общества выступает качество окружающей нас среды. основополагающим способом на пути повышения уровня качества окружающей среды выступает санитарная очистка территорий населенных пунктов. От данных мероприятий будет зависеть уровень качества водных объектов, атмосферного воздуха и почв, а эти показатели в своей совокупности будут отражать степень здоровья населения. Одной из самых глобальных проблем антропогенного воздействия человека на окружающую среду выступает образование отходов в результате его деятельности. Этот процесс несет за собой тенденцию активного роста, так как с каждым годом увеличиваются социально-экономические потребности людей, отсюда возрастают количество отходов и их виды.

В систему обращения с отходами производства и потребления входит момент образования отходов, учет их количества, сбор, транспортировка и в последствии утилизация, обезвреживание, размещение.

Не лучшим образом обстоит социальная проблема обращения с отходами в Российской Федерации. Все чаще наблюдается снижение качества окружающей среды, обусловленное выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух, несанкционированным размещением отходов и сбросом загрязняющих веществ в водоемы. С каждым годом в территориальные органы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека обращаются все больше и больше граждан. В отличие от зарубежного опыта обращения с отходами, в РФ на полигонах размещается около 80% всех образующихся отходов. Данный способ размещения отходов имеет ряд проблем, таких как логистическое расположение, которое часто экономически не выгодно образователям отходов. Многие полигоны не отвечают нормативным требованиям к их содержанию и обустройству, например, многие полигоны ТБО находятся на территории населенных пунктов.

В связи с недостаточной структурированностью законодательных актов и нормативно правовых документов органы власти не осуществляют должного контроля в сфере обращения с отходами, что приводит к безнаказанности образователей отходов, и как следствие, к росту несанкционированных свалок.

Специалисты утверждают, что каждый год в Санкт-Петербурге образуется около 10 млн м³ (1,8 млн т) промышленных и бытовых отходов. Основная часть этого мусора складировается на официальные функционирующие полигоны ТБО, остальное – на несанкционированные свалки[1]. Ситуация на полигонах постоянно меняется, объект утилизации может быть закрыт окончательно, либо продолжать принимать отходы, но только пятого класса, которые являются неопасными и

выступают в роле грунта из котлованов, засыпают основной мусор. Часть из полигонов ТБО расширяется по мере возможности или рекультивируется, впоследствии восстанавливая свою деятельность. Все 9 полигонов ТБО Санкт-Петербурга находятся вблизи города, три из них закрыты и принимают только грунт для рекультивации. Полигоны ТБО «Профспецтранс» и «Самарка» имеют лицензии на утилизацию и обезвреживание ртутисодержащих отходов первого и второго классов опасности (аккумуляторные батареи¹), остальные собирают практически неопасный мусор третьего и четвертого класса, например, твердые бытовые отходы, мусор строительный от разборки зданий.

Для урегулирования процесса обращения с отходами в целях сокращения вреда экологии и здоровью людей, необходимо использовать нормативы СНиП² строительные нормы и правила.



Рис.1 Поперечное сечение полигона по захоронению отходов.

Особенностями устройства полигонов ТБО являются следующие требования (рис.1):

- создание полигона предусматривается на расстоянии не менее 1 км от ближайшего жилого дома;
- не допускается строительство полигона в зонах санитарной охраны водных объектов;
- для того, чтобы не допустить попадание инфильтрата в почву, основание котлована и боковые стены полигона должны состоять из глины;

¹ Федеральный классификационный каталог отходов

² СанПиН 2.1.7.1038-01 Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов

- на территории полигона организуется сбор и очистка избыточного инфильтрата;
- через всю толщину мусорного тела устанавливается дренажная система, которая выводит газ в воздух (в целях избегания накопления свалочного газа);
- согласно требованиям рекультивации, во время функционирования полигона засыпается слоями грунта слой мусора;
- поверхность полигона в процессе его закрытия изолируется, засыпается грунтом и озеленяется;

- запрещается какое-либо строительство на месте полигона ТБО без вывоза свалочной массы.

Строительство полигонов в Санкт-Петербурге является экономически затратным процессом, помимо создания тела полигона, необходимо поддерживать его содержание, впоследствии рекультивировать и закрывать, с технической точки весь этот процесс очень сложный. Решение проблем, сопряженных с переработкой и утилизацией мусора в РФ – за будущим поколением.

Актуальность темы диссертационной работы определяется необходимостью получения достоверных данных о состоянии полигонов ТБО на основе исследования современного состояния тела полигона для обоснования мероприятий по рекультивации.

Цель диссертационной работы – оценка качества проектов рекультивации основных полигонов ТБО Санкт-Петербурга на основе исследования их современного состояния и обоснования метода рекультивации.

Объектом исследования являются полигоны ТБО города Санкт-Петербург: «Южный», «Новоселки», «Северная Самарка»

Предмет исследования – проекты рекультивации полигонов ТБО

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- анализ ФГО территории проведения работ
- анализ зарубежного и отечественного опыта организации системы обращения твердых бытовых отходов, значение технологии захоронения отходов в современных условиях;
- исследование расположения, технических характеристик и экологического состояния полигонов ТБО Санкт-Петербурга
- разработка мероприятий по рекультивации полигона ТБО «Южный» и «Новоселки».

Глава 1. Физико-географический очерк города Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург в административном отношении – самостоятельный субъект Российской Федерации в Северо-Западном федеральном округе, помимо этого является центром Ленинградской области. Вся территория города протянулась на Восточно-Европейской равнине, на южном и северном побережье Финского залива, в устье реки Невы. В рамках экономического развития, положение Санкт-Петербурга является выгодным, так как в городе расположен крупнейший и современнейший порт на Северо-Западе России, что, в свою очередь, обеспечивает очень тесные связи с зарубежными странами. Также город выступает крупнейшим автодорожным, железнодорожным и авиационным узлом. На сегодняшний день вся территория Санкт-Петербурга делится на 18 административных районов: Василеостровский, Адмиралтейский, Калининский, Выборгский, Кировский, Красногвардейский, Колпинский, Красносельский, Курортный, Кронштадтский, Невский, Московский, Петродворцовый, Приморский, Петроградский, Пушкинский, Фрунзенский и Центральный (Рис 1).

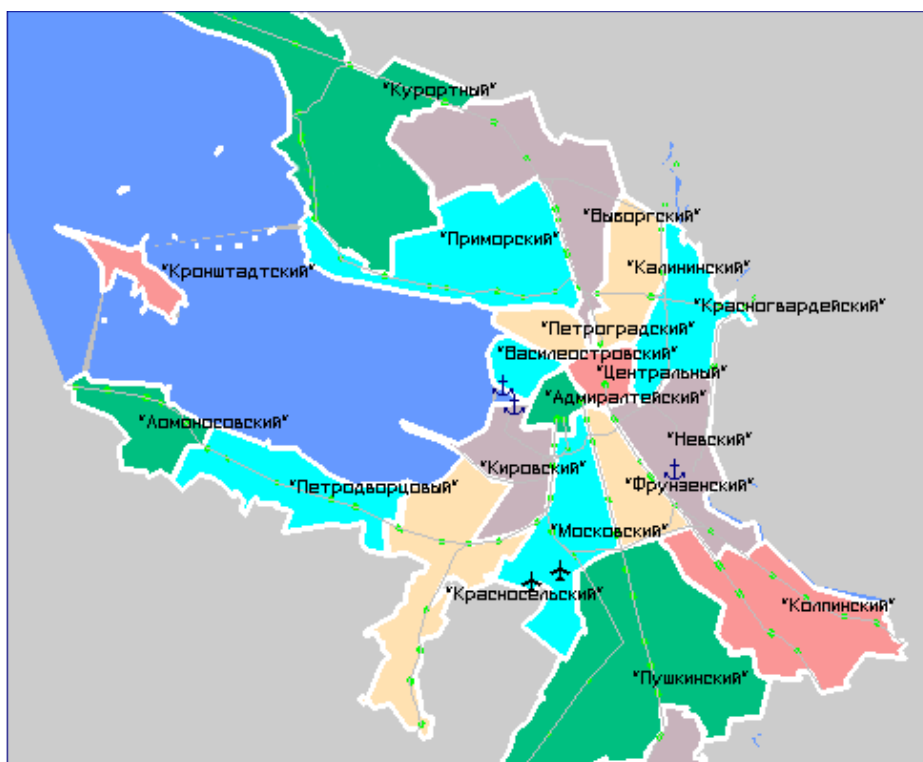


Рис.1 Карта районов Санкт-Петербурга [1]

Рельеф

Геоморфологическое строение площади и участков дна акваторий Санкт-Петербурга, в первую очередь, связано с устройством поверхности дочетвертичных образований, послеледниковым рельефом, а также рельефом современной поверхности территории, что существенно преобразовано комплексным техногенезом[2]. И в том и другом случае имеет место погребенный рельеф, а также рельеф, прошедший трансформацию в ходе пятого геологического развития площади. Исходя из этого, основная геоморфологическая структура площади города, представленная Приморской и Приневской низинами, связана с рельефом дочетвертичного субстрата.

Тот рельеф, который мы можем наблюдать сегодня, формировался под влиянием разнообразных геологических процессов. Основные процессы сопряжены с эпохами потепления и оледенения. Территория Санкт-Петербурга была подвержена трем эпохам оледенения и периодам потепления среди них. После завершения ледникового периода, существенную роль в развитии рельефа сыграли карстовые и денудационные процессы, которые наблюдаются на фоне сдвига земной коры вверх. Главным рельефообразующим фактором для территории современного города выступает аккумулятивно-эрозионная деятельность водоемов и водных потоков на протяжении длительного геологического времени.

На развитие рельефа также оказало большое влияние эволюция существующих здесь озерных и морских послеледниковых бассейнов (рис.2).

Террасированность рельефа Приморской и Приневской низин тесно связано с последовательностью понижения уровней водоемов. Более детально выражены две террасы. Наиболее высокая терраса – озерно-ледниковая, с абсолютными отметками до 60-65 м.

(уступа), он ограничивает Ижорскую возвышенность. В пределах города Балтийско-Ладожский уступ и Ижорская возвышенность расположена в Красносельском районе. Поверхность этой возвышенности плоская, абсолютные отметки 60-80 м, например, Пулковские высоты. Данный уступ хорошо заметен в рельефе, его относительная высота достигает 30 м, имеет расчленение глубоко врезанными долинами ручьев и речек, также встречаются карстовые формы рельефа в виде воронок.

Климат

Климат Санкт-Петербурга в основном переходный от континентального к морскому, это, в первую очередь, обусловлено взаимодействием континентальных и морских воздушных масс арктических и умеренных широт, частыми внедрениями арктического воздуха и сильной циклонической деятельностью. Для территории характерны умеренно влажное теплое лето и относительно мягкая зима, высокая влажность воздуха, большая облачность и ветреная погода в течение года. Осень много теплее весны, так как преобладают юго-западные и южные ветры, они приносят теплый воздух из Атлантики, весной чаще преобладают холодные северные ветры.

Активная циклоническая деятельность и регулярная смена воздушных масс объясняет очень неустойчивую погоду в каждом сезоне года. Годовая норма осадков составляет порядка 700 мм на побережьях Финского залива и до 800 мм при удалении от акватории.

В течение года распределение осадков неравномерное, в теплый период, с апреля по октябрь, выпадает около 60-70 % от общего количества осадков. Относительная влажность воздуха в течение всего года превышает 70 %, максимальные отметки достигаются в период с ноября по январь и составляют порядка 90%. Исходя из этих значений, испарение с поверхности территории не превышает 350 мм.

Гидрография

Невская губа, Финский залив, река Нева и остальные поверхностные воды в рамках всего исторического развития региона определяли и формировали настоящий облик города Санкт-Петербурга. В пределах города Финский залив имеет небольшую глубину, всего 2-6 м, в береговой полосе не более 1 м. Восточная часть Финского залива от дельты р.Невы до острова Котлин - Невская губа - с остальной частью Финского залива сообщается через Северные и Южные Ворота комплекса защитных сооружений (КЗС).

Для прохождения судов по дну Невской губы были проложены фарватеры³ и морской канал.

Соленость воды в Невской губе составляет не более 2 ‰, это связано с большим притоком воды из реки Невы. Осенью в период сильных циклонов в финском заливе наблюдаются частые штормы. На территории города расположено большое количество озер, наиболее крупные из них – Суздальские озера, озеро Щучье рядом с городом Зеленогорском. Озера имеют естественное происхождение. Сестрорецкий и Лахтинский разливы имеют техногенное происхождение, они образовались в результате зарегулирования рек Каменки и Сестры. Также на территории города созданы искусственные водоемы, они представлены карьерами и прудами на нижней террасе, где они подпитываются водами родников у подножия и на склонах литоринового уступа.

Речная сеть города очень густая и разветвленная, она представлена многочисленными ручьями и небольшими реками, при городском строительстве часть рек была канализирована и выпрямлена. Самая главная речная артерия Санкт-Петербурга – это река Нева. Это озерная протока, длина которой 75 км, в черте города – 32 км.

Река Нева имеет большую значимость для Санкт-Петербурга. С самого раннего этапа строительства она являлась фактором формирования облика столицы, так как большие глубины давали возможность морским судам заходить в ее устье. Помимо этого, река – это основной источник водоснабжения города. Со всей огромной площади бассейна Ладожского озера, а это 280 тыс. км², через Неву в Финский залив поступает объем воды. На данной территории количество осадков превышает объем испарения, именно поэтому река Нева многоводна и годовой расход воды составляет 77 км³. В основном глубина реки составляет 8-10 м, максимальная отметка – 26 м (у Литейного моста).

В пределах города Нева формирует псевдodelьту с многочисленными островами и протоками. Река практически не имеет ни паводков, ни весеннего подъема воды, связанных с выпадением осадков. Причиной этому служит равномерный сток воды из Ладожского озера на протяжении всего года. Однако в осенний период в устье реки Невы зачастую встречаются большие подъемы воды, что связано в первую очередь с сильными циклоническими ветрами. Подъем в реке осуществляется практически ежегодно, случаются также и наводнения. Имеет место факт наиболее разрушительного наводнения. В ноябре 1824 года вода в Неве достигла отметки 421 см выше нормального уровня.

³ **Фарв́атер** (голл. *vaarwater*, от *varen* — плыть и *water* — вода) — судовой ход, безопасный в навигационном отношении и обозначенный на местности и/или карте проход по водному пространству (реке, озеру, морю, проливу, фьорду, океану и другим)

В пределах города река Нева расчленяется на ряд рек и ручьев. Наиболее крупными считаются: река Охта, Черная и Ижора, однако существенной роли в питании реки Невы они не играют. Речная сеть остальной территории города представлена маленькими реками и ручьями, впадающими в Финский залив. Самые крупные из рек в северной части – Каменка, Сестра и Рошинка, начинаются в крупных болотах Ленинградской области. Реки южной части, самые крупные из которых: Караста, Пулковка, Стрелка, Дудергофка, берут начало из родников Балтийско-Ладожского уступа, а питаются эти реки подземными водами.

При планировании строительства полигонов ТБО, а также в период их эксплуатации и рекультивации, следует учитывать физико-географические факторы территории, которые способны повлиять на геоэкологическую систему полигона. Выделив основные аспекты физико-географического очерка Санкт-Петербурга, можно сделать следующие выводы. К факторам, влияющим на экологически безопасную эксплуатацию полигонов, относятся водно-эрозионные процессы. Гидрографическая сеть в Санкт-Петербурге достаточно густая, что необходимо учитывать при размещении полигонов ТБО, так как их не рекомендуется располагать рядом с реками. Также следует избегать неглубокое залегание подземных вод при строительстве и эксплуатации полигонов. На территории города встречаются такие горные породы как известняки, кварцит, песчаники, лемезит и т.д. При выборе участка для размещения полигона следует отдавать предпочтение низменным участкам, с преобладанием водоупорных суглинков и глин, а также с равнинным характером рельефа. В этом случае существует значительно меньшая возможность развития почвенно-эрозионных процессов, что облегчает строительство и использование полигона.

Климат Санкт-Петербурга в основном переходный от континентального к морскому, что оказывает влияние на формирование фильтрата. В зимние месяцы практически заканчиваются процессы разложения органических веществ на полигонах ТБО, это, в свою очередь, дает возможность уменьшить затраты на работы по возведению промежуточных защитных экранов. Соответственно в летний период данные работы следует осуществлять чаще.

Анализ геоэкологических условий города позволяет районировать территорию по условиям строительства полигонов, выбор наиболее благоприятной зоны позволит избежать проведения дополнительных природоохранных мероприятий при эксплуатации таких объектов.

Территория города Санкт-Петербург располагается в зоне соединения Балтийского щита, который сложен кристаллическим фундаментом и породами Русской платформы, состоящей из древних осадочных пород. Кристаллический фундамент, в основном состоящий из гранитоидного комплекса, залегает на глубине от 150 до 300 м и имеет сложное строение.

Система тектонических разломов, которую можно видеть в осадочном чехле Предглинтовой низменности, объясняет степень и наличие дезинтегрированности верхнекотлинских глин верхнего венда и синих коренных глин нижнего кембрия. Помимо этого, на территории Санкт-Петербурга присутствуют древние погребенные долины, что обусловлено специфичностью разреза четвертичной толщи. Такие геологические особенности использования данной территории в качестве основания полигонов ТБО следует учитывать в первую очередь.

Развитие и распространение экзогенных процессов в пределах размещения полигонов ТБО в Санкт-Петербурге связаны с гидрометеорологическими и геолого-морфологическими особенностями, наличием мощной толщи слабых песчано-глинистых водонасыщенных отложений, трещин в коренных породах разреза, гидродинамическим режимом водоносных горизонтов, а также с техногенной деятельностью. Наиболее частыми экзогенными процессами являются речная эрозия и подтопление, что в дальнейшем способствует развитию оползней, преимущественно вдоль крутых склонов рек. Подтопление может привести к ухудшению свойств и состояния грунтов, деформации их напряженного состояния, что может оказать влияние на устойчивость тела полигона ТБО.

На сегодняшний день наибольшую угрозу рассматриваемой территории составляют такие процессы, как оползневые деформации, заболачивание, а также развитие пльвунов. Нижекембрийские синие глины, которые расположены в пределах Санкт-Петербурга, характеризуются увеличением влажности.

Заболачивание является одним из главных процессов, объясняющим негативное изменение подстилающих грунтов, а также развитие и возникновение ряда экзогенных процессов, в том числе биохимических, посредством привноса биогенной и абиогенной природных компонентов в подземное пространство рассматриваемого региона и активизации микробной деятельности.

Песчаные, глинистые грунты, а также коренные песчаники ломоносовского горизонта, разрушенные до состояния песков различного генезиса обладают пльвунными свойствами в пределах рассматриваемой территории. Прогнозирование оползневых деформаций, развития пльвунов и заболачивания играет несущую роль при обеспечении безопасной эксплуатации и рекультивации полигонов ТБО.

Исследуя особенности строения синих глин, расположенных на исследуемой территории, с точки зрения среды для захоронения отходов, необходимо учесть их высокую проницаемость, а также относительно низкую сорбционную и обменную способность. Отталкиваясь от того, что синие глины не способны служить надежным водупором, захоронение отходов в этих отложениях может привести к загрязнению ниже лежащего ломоносовского водоносного горизонта, который

используют для водоснабжения в регионе. Также подошвой страоскольского водоносного горизонта являются глины наровского горизонта, водоупор мощностью 10-15 м. что определяет возможность инфильтрации грунтовых вод в горизонты с большей глубиной в пределах полигона. Таким образом, территория расположения рассматриваемых в работе полигонов ТБО характеризуется сложным эколого-геологическими и гидрогеологическими условиями. Эксплуатация и рекультивация может осуществляться лишь при условии создания систем защиты окружающей среды от негативного воздействия полигонов ТБО.

Глава 2. Анализ отечественного и зарубежного опыта захоронения твёрдых бытовых отходов на полигонах ТБО

Ключевым и перспективным направлением возможностей развития урбанизированных территорий и обеспечения экологической безопасности является использование ресурсосберегающих технологий, которые в свою очередь базируются на использовании сырья в комплексе, предельно возможном внедрении вторичных ресурсов в хозяйственный оборот, утилизации отходов потребления и производства и экономии ресурсов.

На сегодняшний день наиболее используемыми методами обезвреживания твердых бытовых отходов являются следующие: компостирование, мусоросжигание, рециклинг и захоронение на полигонах ТБО[24]. На рисунке 9 изображена структура объемов обезвреживания и утилизации ТБО различными способами в США, странах ЕС и России.

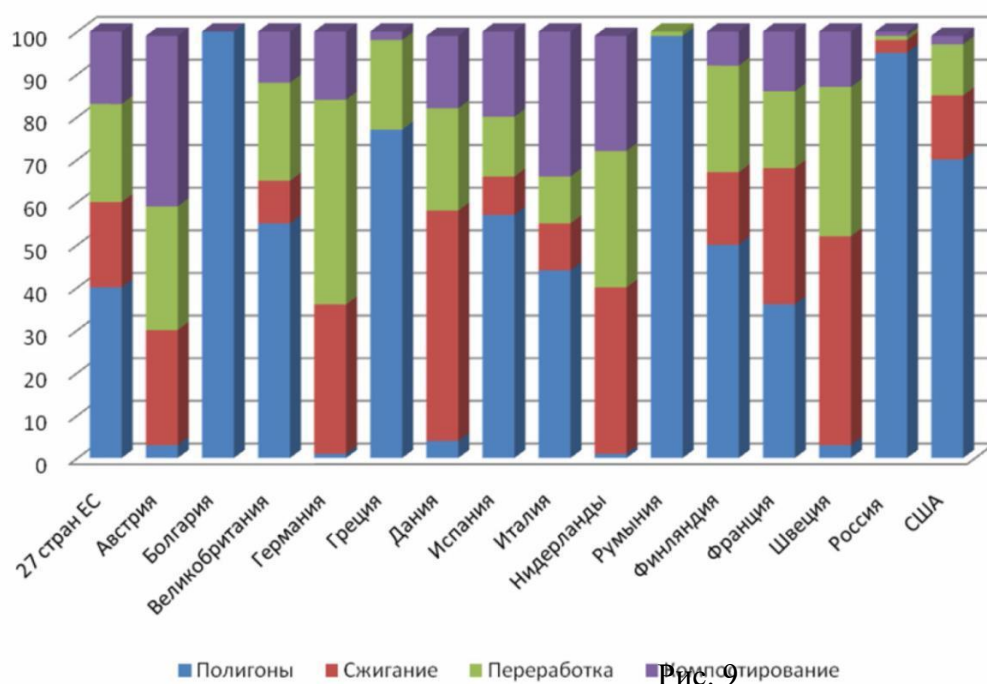


Рис. 9

Проанализировав данные, можно увидеть, что существенный объем отходов продолжает вывозиться на свалки и полигоны. Порядка 27 стран Европейского Союза вывозят на полигоны 40% твердых бытовых отходов. Стоит обратить внимание, что в каждой стране существует различие в количестве захороненных отходов, это обусловлено сложившимися традициями, уровнем экономического развития государства, наличием больших земельных площадей. К примеру, в Германии на полигоны вывозят всего 1% твердых бытовых отходов, в Австрии – 3%, в Великобритании больше 50%, в Италии – 60% и в Болгарии абсолютно весь объем ТБО.

Например, в Германии на полигоны поступает 1% ТБО, в Австрии - 3%, в Великобритании более -50%, в Италии захоранивают – 60%, в Болгарии -100% образующихся отходов. В США захоранивают около 70% ТБО. Сжиганию подвергаются примерно 20% от общего объема отходов в 27 странах ЕС. Половина от общего объема сжигается в Дании и Швеции, 30% сжигается в Германии и лишь 3% в России. В среднем по 27 странам ЕС компостируют - 17% от всего объема образующихся отходов. Лидером компостирования является Австрия – 45% отходов перерабатывается в компост. Высока доля отходов, перерабатываемых в компост в Италии, – почти 40%, в Нидерландах и США эта технология утилизации отходов практически не используется, всего 1,5% от общего объема, так же в Японии – компостируется 2% от всего объема ТБО. Рециклингу в странах Евросоюза подвергается 30% от общего объема отходов, самый низкий показатель у Румынии и России – всего 2%. В Германии путем рециклинга утилизируют почти половину от общего объема получаемых отходов. В Швеции – 35%. Ниже дается краткий анализ современных технологий обезвреживания и утилизации ТБО.

Мусоросжигание

По теплоте сгорания твердые бытовые отходы близки к низкокалорийным углям и являются весьма распространенным, низкокалорийным, доступным и постоянно возобновляемым местным топливом, которое не требует ресурсов на добычу, такое топливо должно найти применение в народном хозяйстве.

В зависимости от времени года и региона минимальная теплота сгорания ТБО варьируется в пределах 4170-10450 кДж/кг. В зарубежных странах, к примеру, в США, теплота сгорания твердых отходов составляет 12550-14630 кДж/кг, в Италии 6800 кДж/кг. Для примерной оценки энергетического потенциала ТБО их низшая теплота сгорания может быть в диапазоне 5000-8000 кДж/кг [25].

В развитых промышленных странах с высоким уровнем технологий и небольшой территорией методы термической переработки ТБО применяются чаще всего. На сегодняшний день существует ряд методов мусоросжигания: на колосниковых решетках, в кипящем слое, во вращающихся барабанных печах и т.д. Более популярным методом является технология сжигания на колосниковых решетках, этот метод является традиционным способом обеззараживания несортированных ТБО. Преимуществом данного метода выступает сокращение массы отходов примерно на 70%. Помимо этого бытовые отходы сжигаются в электростанциях или котлах котельных, где вырабатывается электрическая и тепловая энергия [25]. Производительность

инженераторов (мусоросжигательных установок) может изменяться от 50 тыс. т в год до 1 и более млн. т в год.

Во многих европейских странах термическое обезвреживание - один из основных способов утилизации отходов, так как законодательством запрещен вывоз отходов с содержанием органических веществ более 5 % на полигоны (Директива Европейского Союза № 75/442/ЕЕС). В последние годы в странах ЕС, Японии и США и др. прослеживается общая тенденция к строительству новых и реконструкции существующих мусоросжигательных заводов с выработкой тепловой и электрической энергии, использующих ТБО в качестве местного альтернативного топлива [26].

В ряде стран (Германия, Италия и др.) методы сжигания ТБО применяются достаточно широко и количество мусоросжигающих установок возрастает. В конце 2001 г. в Германии работал 61 завод по сжиганию ТБО. В настоящее время построены еще 12 новых заводов. Все отходы перерабатываются с получением тепловой или электрической энергии.

Для собственных нужд заводы по сжиганию мусора используют 73% всей вырабатываемой энергии для выработки тепла (13610 ГВт ч) и около 27% - для электроэнергии (5260 ГВт ч). Электроэнергия, которая получается при сжигании ТБО составляет порядка 0,6 % от всей электроэнергии, которая вырабатывается в Германии [27].

В США эксплуатируются около 70 мусоросжигательных заводов, и всего 15% отходов от общего объема утилизируется. В Японии на сегодняшний день большая часть (до 75% отходов) сжигается.

Ряд стран закрывает действующие мусоросжигательные заводы из-за их опасности для окружающей среды. Следует отметить, что при сжигании твердые малоопасные отходы превращаются в газообразные опасные, в разы превышающей по массе их исходное количество (за счет присоединения кислорода и азота из воздуха). Главный недостаток большинства термических методов переработки ТБО – низкие температуры (600-900 °С), при которых интенсивно образуются высокотоксичные соединения типа диоксинов, фуранов и др. [28]. Кроме того, образуется до 25-30 % вторичных твердых отходов (зола, шлак), загрязненных токсичными веществами. Поэтому в настоящее время оценки перспектив сжигания мусора достаточно противоречивы из-за высокой стоимости систем очистки дымовых газов. Применение более совершенных высокотемпературных методов (1200-1400 °С) требует трудоемкой предварительной подготовки бытовых отходов, высоких энергетических затрат, дорогостоящего оборудования.

Рециклинг

Одним из наиболее распространенных направлений обращения как с промышленными, так и бытовыми отходами, образование которых по тем или иным причинам предотвратить не удалось, является рециклинг, т.е., возврат для повторного использования отслуживших свой срок предметов потребления или материалов, из которых они были изготовлены, их производителю или иному юридическому лицу, имеющему возможность вновь произвести из этих материалов изделия, имеющие потребительскую ценность и привлекательность для покупателя. Рециклинг включает в себя:

- Разделение материалов
- Сбор материалов
- Обработку материалов
- Производство этих материалов в новый продукт
- Использование этих продуктов

Каждая ступень непременно должна присутствовать, иначе цепь переработки разрывается. Основное направление современной природоохранной политики сокращение производства отходов, утилизация, переработка их в энергию и минимальный конечный выброс на свалку. Стоимостной анализ должен учитывать финансовые и экологические аспекты рециклинга.

Анализ морфологического состава ТБО (таблица 1) показывает наличие значительного объема компонентов для возможного повторного использования.

Наиболее распространенные группы подлежащих рециклингу изделий и материалов из сферы общественного потребления следующие:

- бумага и бумажные изделия, картон
- алюминиевые банки из-под напитков, другие отходы из цветного металла
- стальные банки для упаковки напитков, консервов, прочий железный лом
- стеклянные бутылки, другие стеклоизделия
- пластмассовые изделия
- крупная бытовая техника: холодильники, стиральные машины, микроволновые печи и прочая кухонная техника и т.п.
- автомобильные шины
- химические источники тока: аккумуляторы, батареи
- токсичные бытовые отходы и др.

Морфологический состав ТБО для различных климатических зон, % массы

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

Таблица 1

В большинстве случаев вторичные ресурсы образуются в крупных промышленных кластерах, где существует возможность для их повторного применения и рециклинга. Один из важных факторов, который следует учитывать при промышленной переработке, это сложность морфологического состава, так как при эксплуатации необходимо применять различные технологии.

Вторичное использование отслуживших свой срок материалов и предметов потребления имеет ключевое значение в сфере обращения с отходами, поскольку дает возможность существенно снизить энергетические затраты на производство продукции, а также сократить возможное воздействие производства на окружающую среду.

В развитых странах используется технология отдельного сбора составляющих компонентов ТБО: стекло, макулатура, пищевые отходы, металлические и полимерные бутылки и банки. Отсортированные отходы из специальных контейнеров в дальнейшем подвергаются переработке. Предварительная сортировка отходов дает возможность вдвое сократить количество ТБО, направляемых на мусоросжигательные заводы или захоронение на полигонах ТБО. В США сортируется и подвергается рециклингу 60% металлов, 50% макулатуры, 40% стекла, содержащихся в ТБО. Во Франции за последние годы из макулатуры ТБО произведено 56% бумаги. В Германии 50% всех бытовых отходов направляется на рециклинг.

Для сбора и сортировки мусора в Германии используются специальные контейнеры, имеющие различную цветовую окраску:

- желтого цвета - предназначены для пластиковой упаковки.
- коричневого - для сбора пищевых и иных биологических отходов.
- голубого - для бумаги.
- серого или черного - для сбора прочего бытового мусора [29]

Пищевые отходы, которые содержатся в твердых бытовых отходах и имеют наибольший объем относительно других видов отходов, представляют угрозу для окружающей среды и здоровья человека, поскольку они подвержены быстрому разложению с выделением вредных соединений, загрязнены микроорганизмами. В связи с этим их временное хранение в контейнерах крайне нежелательно. В США используются различные типы измельчителей пищевых отходов, которые устанавливаются в кухне под мойкой. Измельченные отходы попадают в бытовые стоки и одновременно с ними удаляются. В Германии наряду с измельчением применяют отсеивание (сита), улавливающие отходы. Такими системами оборудованы целые жилые кварталы. Отходы поступают в биогазовые установки (непосредственно в домах), в которых получают биогаз, используемый для подогрева воды и получения электроэнергии. Дома или жилые кварталы становятся в какой-то степени автономными, обеспечивая себя энергией [30].

Следует учитывать тот важный факт, что бытовые отходы – неопасные, становятся опасными при попадании, например, пальчиковой батарейки в общую массу. Совместно с твердыми бытовыми отходами, на батарейки приходится порядка 45% токсичных веществ, которые попадают в окружающую среду. Алгоритм работы любого химического источника тока состоит в изменении химической энергии активных веществ прямо в электрическую. Отработавшие батарейки обладают химическим поликомпонентным составом. Когда их захороняют совместно со смешанными твердыми отходами на полигонах и свалках, их корпусная часть ежедневно разрушается, а содержимое, которое является токсичным, поступает в окружающую среду, загрязняя подземные воды и почвы.

Единственное предприятие в России, запустившее экспериментальную линию по безопасной переработке большинства видов бытовых батареек и аккумуляторов с выделением полезных ресурсов, находится в Челябинске. Часть собранных батареек в Санкт-Петербурге в 2013 г. была отправлена для переработки на указанное предприятие. Таким образом, учитывая дальность транспортного плеча и проблемы с оформлением экологической документации, об эффективной переработке батареек в Российской Федерации говорить не приходится. Некоторые экологические

активисты вывозят отработавшие батарейки в соседнюю Финляндию, где успешно функционирует предприятие по их безопасной переработке. Но транспортировка через границу опасных отходов, которыми являются отработавшие батарейки, противоречит международной Базельской конвенции и является незаконной [30].

Только 3% батареек и аккумуляторов (из всего объема мирового производства) перерабатывается. В США перерабатывается около 70% батарей (20-50% литий-ионных и 95% свинцово-кислотных), в большинстве европейских стран перерабатывается 25-50%, в Австралии — около 85%. В странах третьего мира почти не перерабатываются батареи и выбрасываются с бытовым мусором.

Компостирование

Компостирование ТКО в международной практике развивалось в качестве альтернативы сжиганию, один из первых предприятий в Европе по компостированию ТКО был построен в 1932 году в Нидерландах. В странах Евросоюза к 2000 году с помощью применения аэробной ферментации каждый год перерабатывалось порядка 5 млн тонн ТКО, более чем на 50 заводах. Многие эксперты считают технологию биотермической переработки отходов в сочетании с сортировкой технологией XXI века.

Процесс химико-биологического преобразования, содержащейся в ТКО биомассы называется компостирование, по варианту аэробного или метанизацией. В этих процессах образуется продукт, который совместно с другими продуктами или самостоятельно способен вступать в качестве подложки зеленых насаждений (как органическая добавка) или удобрений в случае отсутствия опасных и вредных веществ.

Биотермическая переработка ТКО дает возможность сократить массу и объем отходов, уменьшить их биологическую активность, токсичность и пагубное воздействие на окружающую среду.

Следует упомянуть, что использование данных технологий зависит от возможностей применения компоста, на сегодняшний день это является самой насущной проблемой, поскольку продукты термо-переработки ТКО подвергаются загрязнению тяжелыми металлами (в Германии запрещено использовать компост из ТКО в сельском хозяйстве с 1986 г.) При создании компоста в атмосферу выделяются продукты переработки отходов в газообразном состоянии, в каких-то случаях этот выделяемый газ имеет неприятные запахи попутного сероводорода, меркаптановых и ацетальдегидных летучих соединений.

Захоронение отходов

Захоронение бытовых (коммунальных) отходов на свалках и полигонах широко используется во всем мире. Единственное достоинство данной технологии – простота, небольшие эксплуатационные и капитальные затраты, а также относительная безопасность. Полигон – это комплекс природоохранных сооружений, который предназначен для изоляции, складирования и обезвреживания ТБО, обеспечивающий защиту от загрязнения почвы, атмосферы, грунтовых и поверхностных вод, препятствующий распространению насекомых, грызунов и болезнетворных микроорганизмов [31].

Размещаются полигоны за пределами населенных пунктов и городов на безопасном от них расстоянии. Под тело полигона отводятся такие малопригодные территории, как отработанные карьеры, участки в лесных массивах, на которых не произрастают ценные породы деревьев, овраги и т.д.

При надлежащей эксплуатации и организации полигона риск негативного воздействия на окружающую среду будет минимальным. При захоронении отходов используется механизированный способ на специально отведенных территориях полигона (картах), что дает возможность поэтапно использовать территорию. Эксплуатация полигона, как правило, длится около 15-20 лет, после этого долгие годы полигон действует как «биологический реактор», а использование земель в каких-либо хозяйственных целях возможно только после окончательного завершения биохимических процессов.

Практика совместного захоронения на полигонах влажных органических и неорганических компонентов отходов их замочка атмосферными осадками приводит к активизации процессов разложения выделению парниковых газов, загрязняющих атмосферу. При нарушениях регламента эксплуатации полигона возможно загрязнение вод поверхностными стоками или фильтратом.

Основное отрицательное воздействие полигонов и свалок отходов производства и потребления на окружающую среду обусловлено биогазом и фильтратом, образующимися в толще отходов. Также значительную опасность представляют пожары, часто возникающие на полигонах ТБО, трудно поддающиеся тушению и выделяющие в атмосферу большое количество загрязняющих веществ, в т. ч. и особо токсичных диоксинов [33].

При разложении бытовых отходов выделяется биогаз – ценное углеводородное топливо (содержащее метан до 60 %), которое можно использовать для производства тепловой и электрической энергии.

Из рассмотренных способов энергетического использования ТБО получение биогаза достаточно перспективно для России, поскольку порядка 92 % образующихся бытовых и

коммунальных отходов захоранивается на организованных свалках и полигонах, занимающих свыше 50 тыс. га земли.

Помимо этого, каждый год для захоронения ТКО отчуждается порядка 1 тыс. га земли. Около 40 тыс. га земли занимают свалки и закрытые полигоны, на которых за послевоенный период объем накопленных отходов составил предположительно около 1 млрд. т. Эмиссия метана со свалок нашей страны оценивается в размере 1 млрд. м³ (1, 3 млн.т.у.т.) [34].

При утилизации биогаза на полигонах ТКО, требуется инженерное обустройство полигона, это подразумевает изоляцию поверхности и дна тела полигона, возведение газосборной системы и т.д.

Параллельно с этим решается ключевая задача охраны окружающей среды – это отсутствие загрязняющих факторов в атмосферном воздухе и предотвращение попадания загрязняющих веществ в грунтовые и поверхностные воды.

Полигон ТКО можно рассматривать в качестве аналога месторождения природного газа, как по запасам метана, так и по технологиям разработки [35].

Стабильность и масштабы образования, низкая стоимость добычи и местоположение на урбанизированных территориях делают биогаз, выделяющийся на полигонах, одним из самых перспективных источников энергии для локальных нужд. С начала 80-х гг биогаз, который образуется на свалках добывается во многих странах мира. На сегодняшний день реализовано больше сотни коммерческих способов использования биогаза в энергетических станциях.

Виды утилизации свалочного биогаза могут быть подразделены на следующие методы:

- прямое сжигание для производства тепловой энергии;
- факельное сжигание, при котором энергетический потенциал биогаза не используется;
- использование биогаза в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания с целью получения электроэнергии и тепла;
- использование биогаза в газовых сетях общего пользования.

Для энергетики развитых стран эксплуатация биогаза (ТКО) не несет решающего значения, но не стоит отказываться от этого источника как по экономическим, так и экологическим соображениям, что можно подтвердить опытом многих государств. В ЕС опубликована Директива «о полигонах и свалках», в которой регламентируется требование сбора и утилизации свалочного газа со всех свалок, где были захоронены биологически разлагающиеся отходы, для уменьшения вредных воздействий на окружающую среду и здоровье человека. В Германии, Австрии и

Швейцарии 11 лет назад были приняты законы, которые запрещают депонирование необработанных отходов на свалках. В результате резко снизился ущерб, от загрязнения продуктами разложения отходов воздуха, почвенных и грунтовых вод, а также были сведены к минимуму выбросы парниковых газов [36].

Например, в Германии уже давно больше чем на 400 крупных свалках мусора размещены сборные пункты биогаза, который образуется при разложении органических составляющих отходов. Из 1 т свалочного мусора образовывается порядка 100 м³ биогаза.

В США общий объем муниципальных свалок равен более чем 23 тыс. На 300 полигонах ТКО организован сбор свалочного газа. Общий объем получаемого свалочного газа составляет 7 млрд м³ в год, и около 70 % от собираемого биогаза составляет очищенный свалочный газ [37].

В России существуют свои специфические особенности, сопряженные с составом твердых бытовых отходов, природно-климатическими условиями, технологией складирования и т.д. В связи с этим существуют трудности при использовании в полной мере имеющихся разработок, необходимо конкретизировать исследования с учетом актуальных условий функционирования полигонов ТКО.

В нашей стране ведется эксплуатация более тысячи полигонов ТКО. Из которых больше 20 самых крупных полигонов имеют массу отходов, превышающую 2,5 млн.т., на полигонах меньшего размера масса отходов равна 1-2 млн.т., на средних (400) полигонах – 0,5-1 млн.т., и на оставшихся (малых) полигонах масса составляет менее 0,5 млн.т. На сегодняшний день в России практически не ведется добыча биогаза.

В странах ближнего зарубежья в настоящее время также накопилось множество проблем в области обращения с отходами. Эксплуатируемые полигоны не соответствуют санитарным и экологическим требованиям, их реконструкция потребует значительных затрат, которые невозможно осуществить из-за бедности стран. На полигонах не были предусмотрены системы сбора и отвода фильтрата и биогаза, что привело к возникновению многочисленных очагов самовозгорания отходов и просачиванию фильтрата через ограждающие дамбы.

Ежегодно в России образуется более 60 млн. тонн твердых бытовых отходов, что составляет около 400 кг отходов на 1 человека в год. В хозяйственный оборот вовлекается только около 7-8 % собираемых ТБО, остальной их объем направляется на захоронение [38].

Из-за изношенности инфраструктуры по сбору и захоронению ТБО большая часть отходов на сегодняшний день захороняется на открытых полигонах и свалках, не оборудованных средствами специальной защиты почв, вод и прилегающих территорий от загрязнения.

В настоящее время санкционированные места размещения отходов занимают территорию около 4 млн га (что сопоставимо с территорией Швейцарии и Нидерландов), а под размещение все возрастающих объемов ТБО ежегодно выделяется 400 000 га земли (что на 40% больше территории Люксембурга). В России функционирует более 20 полигонов ТБО массой тела более 2,5 млн. т, примерно 90 полигонов массой тела от 1 до 2,5 млн. т, около 400 массой тела от 1 до 0,5 млн. т и 800 полигонов массой тела менее 0,5 млн. т [34].

Помимо вывода значительных земельных ресурсов из хозяйственного оборота полигоны загрязняют атмосферу, поверхностные слои почвы, подземные воды и грунт, негативно влияют на растительный и животный мир, ухудшают качество жизни населения близлежащих территорий. Из-за отсутствия системы раздельного сбора и утилизации отходов, содержащих токсичные компоненты, растут масштабы загрязнения окружающей среды опасными веществами. Кроме того, выбросы свалочного газа негативно влияют на климат. Именно поэтому необходим мониторинг газовых эмиссий полигонов ТБО для их рекультивации.

Низкий процент использования ТБО связан с недостаточным развитием инфраструктуры: в настоящее время в России функционирует 243 комплекса по утилизации отходов, 53 комплекса по сортировке отходов, около 10 мусоросжигательных заводов.

Выводы

- На сегодняшний день не существует универсального решения для утилизации ТКО (ТБО), которое дало бы возможность эффективно с экономической точки зрения и в должном объеме утилизировать энергию или сырье.

- Использование ТКО как возобновляемый вторичный энергетический ресурс – это ключевая составная часть энергосбережения и способствует уменьшению загрязнения окружающей среды городских территорий.

- В России полигоны по захоронению отходов еще долгое время будут основным способом обезвреживания ТКО. В настоящее время 95% образующихся отходов транспортируется на полигоны ТКО. Главная задача – это усовершенствование существующих полигонов, увеличение их срока эксплуатации, снижение их вредного воздействия на окружающую среду.

- Система обращения с промышленными и твердыми бытовыми отходами, существующая в нашем городе, требует доработки и дальнейшего совершенствования. Планируемые проектные объемы полигонов ТКО Санкт-Петербурга давно исчерпаны, это рождает необходимость использования рекультивационных работ с учетом их состояния.

Глава 3. Обзор полигонов ТБО Санкт-Петербурга. Расположение, технические характеристики и экологическое состояние

Основными объектами размещения отходов в Санкт-Петербурге выступают три полигона – Северная Самарка, Южный и Новоселки, а также два мусороперерабатывающих завода в Горелово и Янино. Как в процессе эксплуатации полигона ТБО, так и в течение долгого времени после его рекультивации, осуществляется выброс газовых эмиссий в атмосферный воздух. Грунтовые воды подвергаются загрязнению, в связи с изменением грунтовых геопоказателей под телом полигона, что увеличивает фильтрационную способность грунтов. На сегодняшний день все большее практическое значение и интерес имеет исследование полигонов ТБО, их воздействие на окружающую природную среду.

Рекультивация полигонов ТБО – это комплекс действий, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности используемых территорий в рамках улучшения экологической обстановки. После завершения складирования мусора на полигоне ТБО, процесс рекультивации делится на технический и биологический этапы. Первый этап включает в себя разработку строительных и технологических мероприятий, решений по установке защитных экранов для поверхности и основания полигона, очистки и утилизации биогаза. Технический этап включает в себя завоз грунта, чтобы устранить трещины и провалы, планировку тела полигона, возведение откосов, строительство системы дегазации, системы сбора и удаления фильтрата, создание рекультивационного многофункционального защитного экрана [2]. Биологический этап рекультивации включает в себя фитомелиоративные и агротехнические мероприятия, которые направлены на регенерацию нарушенных земель, а именно – подготовка почвенной поверхности, подборка посадочного материала и посев растений. Ключевым моментом в реализации проектных решений по рекультивации полигона ТБО служит проект инженерных экологических изысканий (ИЭИ).

3.1. Полигон ТБО «Северная Самарка»

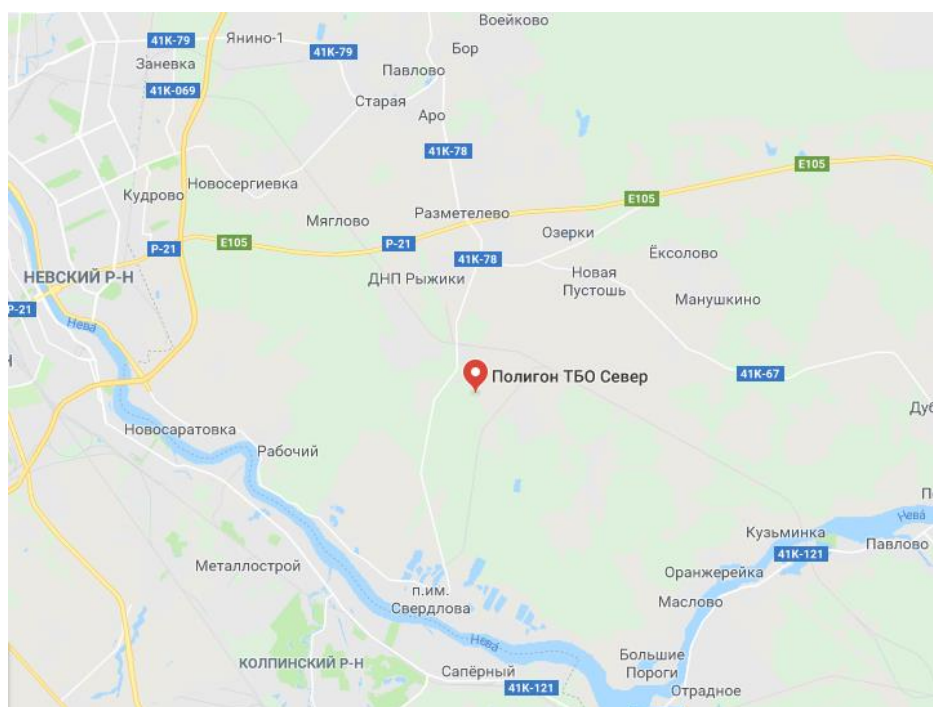


Рис.2 Местоположение полигона «Северная Самарка»

Площадь полигона «Северная Самарка»(ПТО-2, ЗАО «Промотходы») – 60га, введен в эксплуатацию в 1974г. Согласно технологическим характеристикам полигона, осуществляется складирование строительных и бытовых отходов 3 и 4 класса опасности. Полигон ТБО ПТО-2 «Северная Самарка» расположен во Всеволожском районе Ленинградской области, является структурным подразделением ЗАО «Опытный завод МПБО»[3]. Территория предприятия ограничена с севера - железнодорожными путями и автомобильной дорогой, с востока – магистральными железнодорожными путями и рекой Черной, с юга -территория заболочена, с запада – автомобильной дорогой. Размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) составляет 500м. Для отвода паводковых и дождевых вод с тела полигона по границе участка спроектирована канава глубиной 2м, вокруг полигона произрастает естественная растительность. Расстояние до территории населенного пункта – 2км. Территория СЗЗ зоны полигона ТБО включает в себя заболоченную обводненную низину в виде депрессии в рельефе, а на юго-западной стороне полигона расположен лесной массив из хвойных пород. Территория полигона состоит из заторфованных почв 0,4-0,5 м, далее залегают пески, насыщенные водой 1,0-1,2 м, далее супеси пылеватые, с гравием и галькой до 4%. Коэффициент фильтрации песков 1,0 м/сут не соответствует

нормативам природоохранного законодательства по основанию полигонов.⁴ Автодорога, которая проходит вдоль западной границы полигона имеет низкую интенсивность движения транспорта, воздействие на окружающую свалку территорию от нее незначительно. Автомагистрали и крупные промышленные предприятия вокруг полигона отсутствуют.

Территория Санкт-Петербурга носит статус с умеренным потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА) (по способности атмосферы рассеивать вредные примеси) [4]. В качестве источника вредного воздействия на окружающую среду в данном районе выступает шоссе на Санкт-Петербург с севера и запада к полигону, а также наличие промышленной зоны.

3.2. Полигон твердых отходов «Южный»

ПТО-1 «Южный» расположен в Красносельском районе Ленинградской области. Территория полигона составляет 583732 м². В течение всего срока эксплуатации полигона принималось около 570 тыс. тонн отходов в год четвертого и пятого классов опасности. Эксплуатация полигона ПТО-1 «Южный» началась с 1970 года, в апреле 2013 года полигон закрыли в связи с полным исчерпанием своей проектной мощности на основании договора аренды земельного участка №1634 от 04.07. 2014 года в целях проектирования, консервации, рекультивации и ликвидации негативного воздействия свалочных масс.

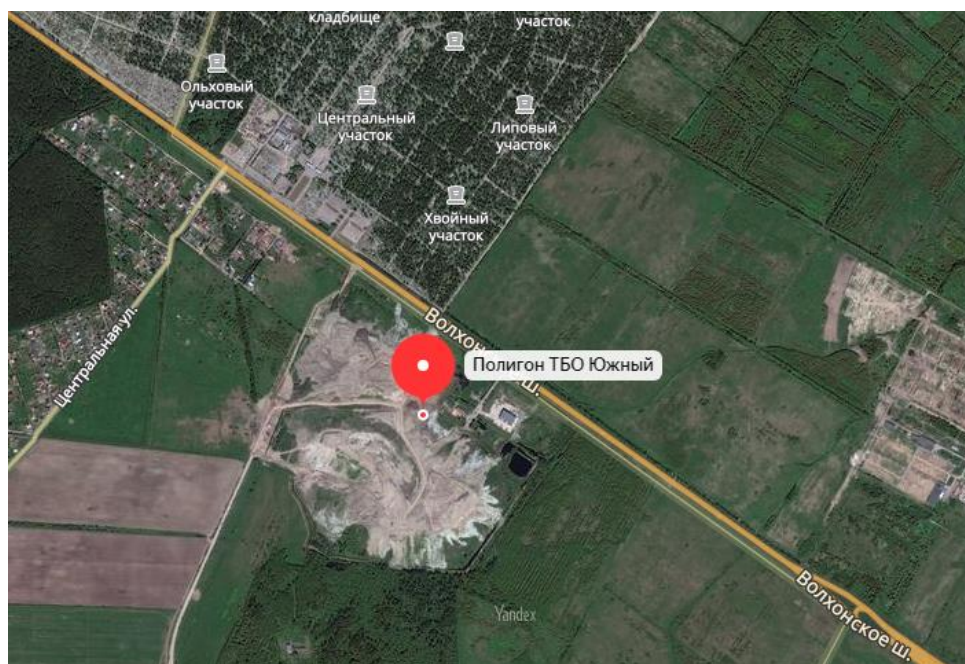


Рис.3 Расположение полигона ПТО-1 «Южный»

⁴ ГОСТ Р 56598-2015 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Общие требования к полигонам для захоронения отходов

Расположение полигона в развивающемся районе города, а также в близости от аэропорта Пулковое является не благоприятным фактором и негативным воздействием на окружающую среду (рис 3). Оценивая экологическую ситуацию на полигоне, следует обратить внимание на постановление администрации Санкт-Петербурга от 2013 года, в котором указано, что полигон закрыт, но, не смотря на это, осуществляется складирование и завоз отходов на территорию полигона, параллельно с многочисленными нарушениями природоохранного законодательства. Пренебрегая санитарно-эпидемиологическими требованиями при обращении с отходами, природопользователи рискуют столкнуться со случаями самовозгорания. При захоронении отходов температура на глубине 5-ти метров возрастает до 100 °С, а выбросы, которые образуются в результате горения на полигоне, наносят вред здоровью людей. Еще одной важной проблемой данного полигона является близкое расположение аэропорта (менее чем в 10 км), а именно концентрация полчищ грызунов, которая является приманкой большого количества птиц, которые в свою очередь представляют серьезную угрозу для воздушных судов [5]. В 2012 году проводилась оценка воздействия выбросов и сбросов полигона на окружающую среду, по итогам экспертизы, серьезных загрязнений воздуха выявлено не было, так как максимальная концентрация вредных веществ в пределах СЗЗ составила 0,4 ПДК [6].

Всего на полигоне «Южный» установлено 34 значимых загрязняющих вещества, выбрасываемых в атмосферу. Из них 6 твердых и 28 газообразных. Из основных загрязнителей, 18 веществ относится к третьему и четвертому классам опасности и 6 веществ ко второму. Валовый выброс полигона «Южный» составляет 3755 т/год, 0,2%- твердые и 99,8%-газообразные. До 90% масс выступают этанол и метан (таблица 1).

Таблица 1. Основные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу ПТО-1 «Южный»

Метан	2315 т/год (61,7%)
Этанол	661 т/год (17,6%)
Углеводороды C2 – C5	174 т/год (4,6%)
Оксид углерода	144 т/год (3,8%)
Толуол	118 т/год (3,2%)

Ключевым моментом, который усложняет рекультивацию в устройстве полигона «Южный», является форма складированных отходов, которая образовалась в период эксплуатации – это два террикона, высота которых более 40 метров, между собой их разделяет ложбина. В связи с этим

одним из решений могло бы быть объединение этих терриконов путем заполнения пустот упакованными отходами в кипы.

3.3. Мероприятия по рекультивации полигона ПТО-1 «Южный»

Полигон ПТО-1 «Южный» официально закрылся несколько лет назад, по данным Росприроднадзора проект рекультивации данного полигона на экспертизу в Департамент не поступал. В данной главе предлагается метод рекультивации с последующей консервацией, который описывается в проекте рекультивации полигона ПТО-1 «Южный».

Техническая составляющая проекта рекультивации полигона ПТО-1 «Южный» подразумевает под собой в первую очередь планировку сооружений, их мелиоративное и гидротехническое устройство, укладка потенциально-плодородного слоя почвы, проведение других работ. В целях охраны окружающей среды и уменьшения негативного воздействия объекта, в данном проекте технический этап рекультивации полигона подразумевает предварительную изоляцию террикона.

1 этап рекультивации – это инженерная подготовка территории. Происходит сращивание терриконов в единое целое посредством приема дополнительного количества ТБО в виде спрессованных и упакованных кип отходов и заполнение полости полигона ровными рядами. Геометрический V дополнительной карты: 600000 м^3 , что соответствует приему 3 млн м^3 отходов в неуплотненном виде. В завершающей стадии технической рекультивации проводится перекрытие поверхностной части полигона, которое должно иметь систему газовентиляции и гидроизоляции. Конструкция защитного экрана возводится из геосинтетических метериалов или в виде глиняного замка. Финальное покрытие с устройством глиняного замка изображено на рисунке 4:

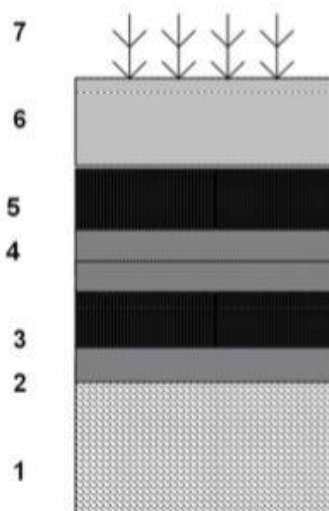


Рис.4 – Конструкция защитного экрана в системе финального перекрытия поверхности полигона ТБО

1. Финишный слой ТБО
2. Защитный слой минерального грунта, который отсыпается в процессе эксплуатации полигона (0,2 м)
3. Дренажный слой из гальки, предусмотренный для отвода биогаза (0,3 м)
4. Противофильтрационный экран, состоящий из двух слоев уплотненной глины по 0,25 м
5. Дренажный слой из гальки для отвода атмосферных осадков (0,3 м)
6. Рекультивационный слой, образованный из слоя почвы и плодородных горных пород, зависит от использования образующейся территории (0,15-1,0).
7. Травостой.

Далее следует биологический этап рекультивации, который служит для улучшения свойств грунтов. На этом этапе обязательно учитываются физико-химические свойства формирующихся почвенных грунтов для рекомендации согласно ГОСТам. Возникает необходимость внесения удобрений, проведения посева дерноукрепляющих травосмесей в целях закрепления поверхностного слоя почвы. Данные мероприятия проводятся в целях предотвращения эрозионных процессов.

Биологический этап в рекультивации подразумевает сочетание фитомелиоративных и агротехнических мероприятий. В целях защиты сформировавшихся грунтовых поверхностей от водной и ветровой эрозии будет выполнен посев многолетних трав. Весь комплекс работ в виде рекультивации почвы, а также прилегающей к ней территории выполняется для создания экологически сбалансированного устойчивого ландшафта.

Для того чтобы отчистить грунт от загрязняющих веществ разного происхождения, наиболее часто используются растения – фиторемедиация (в переводе с греческого «фитон» - растение и «Ремедиум» - восстановление), этот способ является относительно недорогим и эффективным. Данный комплекс методов очистки также применяется для загрязненных вод и атмосферного воздуха. Фиторемедиация – это способность растений втягивать в себя различные соединения, затем расщеплять их и применять в качестве питания для роста и развития. Токсичные соединения и различные загрязняющие вещества, которые поглощают растения, могут:

- откладываться в листьях, стеблях и корнях (тяжелые металлы);
- разрушаться до органических соединений, менее токсичных;
- поглощаться растениями и в последствии испаряться с листьев и стеблей.

С помощью таких методов можно решать проблемы очистки территорий от большинства видов загрязнения, например, от пестицидов, солей тяжелых металлов, нефтеуглеводородов. Помимо этого, растения блокируют перенос загрязнителей с поверхностей грунтов в водные объекты и на иные компоненты экосистемы. Но следует учесть важный момент такого рода очистки, фиторемедиация эффективна лишь на территории с низким и средним уровнем загрязнения. Кустарники и деревья способны очищать почву на большую глубину, нежели травянистые растения, так как и те, и другие очищают почву не более глубины роста своих корней.

Растения способны принимать участие в фиторемедиации и косвенно. Так некоторые из них сорбируют токсины на поверхностях своих корней, а микроорганизмы и насекомые, которые проживают в зоне этих корней, разлагают токсичные вещества и превращают их в безопасные. Метод фиторемедиации является безопасным методом для окружающей среды и не требует больших затрат. Ремедиационные свойства растений зависят от количества загрязняющих веществ при их накоплении, от концентрации токсикантов в органах растений и от их биохимической активности при разложении, однако скорость очистки почвы напрямую зависима от климатических условий, глубины и размера загрязнения, типа почвы, интенсивности, видового состава растений, и от их покрытия.

Весь процесс фиторемедиации занимает большое количество времени и может длиться годами. При использовании фитоэкстрагентов зеленую массу срезают, сжигают и потом захоранивают на специальных полигонах. Также важное значение для успешной фиторемедиации имеет флористическая составляющая сообществ, которая формируется на нарушенных землях.

На территориях Санкт-Петербурга и Ленинградской области специалисты рекомендуют применять следующие травосмеси: тимофеевка луговая, овсяница луговая, костер безостый, клевер красный, ежа сборная, регнерия волокнистая, донник белый, эспарцет песчаный, лисохвост луговой, люцерна синегибридная, тимофеевка луговая, пырей сизый, пырей бескорневищный [8,9].

На протяжении четырех лет производятся агротехнические мероприятия для создания более благоприятных условий произрастания трав.

1 год

Наименование удобрения	Объем (кг/га)
Древесная зола	500
Двойной суперфосфат	150

Далее осуществляют посев донника белого – 40 кг/га. На второй год вносят также минеральные удобрения и далее высевают многолетние травы в объеме 35 кг/га. На третий год подсевают многолетние травы в объеме 24, 1 кг/га.

Таким образом, предложенная в проекте технология рекультивации позволит продлить жизненный цикл полигона ТБО «Южный» за счет срачивания терриконов с помощью упакованных кип из отходов. Это в свою очередь компенсирует необходимость в действующих объектах размещения ТБО и уменьшит количество земель, которые отводятся под полигоны. Кроме этого, данный метод способен предотвратить негативное воздействие на окружающую среду близлежащей территории.

3.4. Полигон МПБО-2 «Новоселки»

Данный полигон по утилизации ТБО находится на границе Санкт-Петербурга и Ленинградской области неподалеку от поселка Левашево. Полигон «Новоселки» один из крупнейших на Северо-Западе. Площадь его составляет около 80 Га. До недавнего времени полигон обладал лицензией на размещение, транспортировки, утилизации и обработки отходов I-IV класса опасности. Срок действия лицензии закончился в 2016 году.



Месторасположение полигона ТБО «Новоселки»

По официальным данным полигон в настоящее время принимает только грунт V класса опасности, для отсыпки территории и рекультивации земель. Основан полигон был в 1974 году, в тот момент проектировщики-градостроители не могли предположить стремительного роста городских территорий и исключительной застройки именно северной части города, что со временем привело к тому, что жилые дома вплотную приблизились к границам свалки.

По неофициальным данным, в частности, согласно материалам, онлайн газеты «Фонтанка» отходы на полигоне принимаются по настоящее время.

Федеральная служба по надзору в сфере природопользования исключила полигон твердых отходов в Новоселках и завод по их переработке (ГУП «МПБО-2») из государственного реестра, прием отходов на филиал в целях размещения прекращен с 14.04.2017г. В то же время предприятие продолжает принимать отходы, но уже с целью утилизации: «Новоселки» принимают лишь то, что может служить целям утилизации самой свалки, то есть отходы, которыми можно постепенно закрывать гигантский мусорный террикон, образовавшийся за 30 с лишним лет. Для этой цели подходит строительный мусор. А также бытовые отходы, прошедшие переработку; мусор сначала перебирают вручную, извлекая из него вторсырье (стекло, пластик, металл...), а то, что осталось, загружают в специальный барабан и прокручивают в течение 12 часов при температуре 60 градусов, после данной операции погибают болезнетворные бактерии, которые присутствуют в отходах.

Процесс ликвидации свалки, одобренный Росприроднадзором будет проходить в два этапа. Первый продлится примерно 4 года. За это время, как предполагается, террикон будет закрыт защитным слоем из «чистых» отходов (понадобится около 3 миллионов тонн) вперемешку с песком, грунтом, ломом асфальтобетона и другими аналогичными материалами. Второй этап - биологический. Планируется разместить на утрамбованный и защищенный грунтом холм плодородную почву и засеять травой. В дальнейшем в течение 15 лет специалисты будут наблюдать за поведением мусорных недр.

3.5. Экологическая ситуация в районе размещения полигона

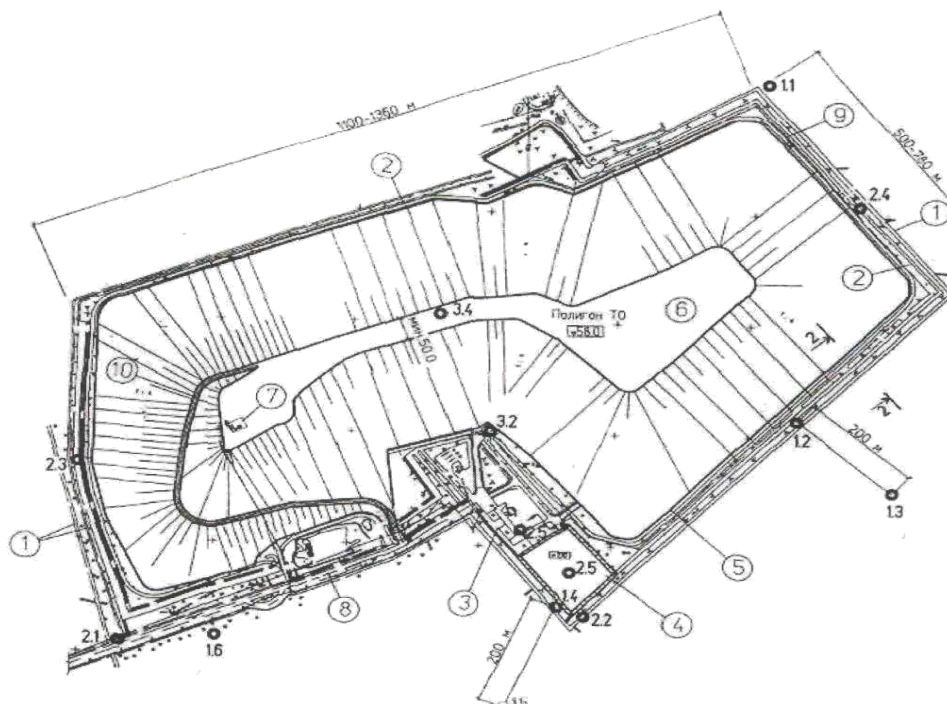


Схема участка полигона ТБО «Новоселки»

Площадь полигона на сегодняшний день в рамках земельного отвода равна 83, 5 га, из которых площадь хоз. Зоны – 0, 48 га, а площадь участка, на котором размещаются отходы – 65, 8 га, оставшаяся часть приходится на коммуникации и инженерные сооружения, контрольно-пропускные пункты, автомобильные веса, внутриплощадочные дороги, установки дозиметрического контроля, а также пустующие территории, в совокупности вся эта зона составляет 17,8 га

3.6. Природно-климатические характеристики месторасположения полигона

На климат Санкт-Петербург оказывает непосредственное влияние Балтийское море и Атлантический океан, характеризуется как влажный и умеренно-холодный, переходящий от морского к континентальному. Благодаря морским воздушным массам, зима сравнительно мягкая, с преобладанием оттепелей, лето умеренно теплое [10]. В осенне-зимний период преобладает повышенная циклоническая деятельность, которая способствует ветрам западного и юго-западного направления, несущим влажный воздух из Атлантического океана.

Присутствие атлантических воздушных масс обусловлено деятельностью циклонов и сопровождается пасмурной и ветреной погодой. Скорость ветра в зимнее время года составляет 3-5 м/с, в теплое время ветры становятся слабее. Порядка 10 дней отмечаются сильные ветры в холодный период (свыше 15 м/с). Среднегодовая скорость ветра – 4 м/с. Многолетняя среднегодовая температура составляет +3-5 °С, с января – самого холодного месяца от -7 °С до -8 °С, с июля – самого теплого от +16 °С до +18 °С, абсолютный максимум -38 °С, абсолютный минимум +35 °С. Среднегодовое количество осадков 550-600 мм, порядка 80% из них выпадает в теплое полугодие, около 180-200 дней в году. Максимальное количество осадков выпадает в октябре, порядка 20-25 дней. Относительная влажность воздуха составляет приблизительно 70% в теплое время года и 90% в холодное.

Исследуемая территория относится к зонам с избыточным увлажнением. По данным из метеостанции Санкт-Петербурга, норма годовой суммы осадков равна 635 мм, и которых 425мм выпадает в теплое время года и 210мм в холодное. Среднегодовое испарение с поверхности почвы составляет 420 мм, с поверхности воды порядка 500 мм, в связи с этим превышение осадков над испарением составляет порядка 200 мм в год.

Гидрологическая и геологическая и характеристики района расположения полигона ТБО.

На территории полигона почвенный покров формируется согласно особенностям почвообразующего рельефа и пород. Условия данной местности спровоцировали развитие подзолистого процесса, в связи с этим большая часть массива территории составляют почвы подзолистого типа и их виды, начиная от поверхностно-подзолистых до дерново-подзолистых. В некоторых депрессиях и впадинах сосредоточены почвы минерального подзолистоболотного типа и имеет место развитие болотных почв. Ниже представлен геолого-литологический разрез территории полигона в виде разновидностей грунтов [11]:

Насыпные грунты включают в себя в основном твердые бытовые отходы, привезенные на полигон. Они залегают в частности на поверхности в пределах абсолютных отметок 1 - 20 и более м.

Суглинок озерно-ледниковый тугопластичный - от твердого до мягкого и текучепластинчатого, залегают преимущественно с поверхности естественного рельефа под почвенно-растительным слоем мощностью 0,2 м. В пределах площади размещения твердых отходов перекрыт насыпными грунтами. Мощность слоя суглинка составляет 3 м.

Супесь озерно-ледниковая пластичная и текучая с прослоями и линзами песков пылеватых и мелких водонасыщенных. Залегают в интервале глубин от 3,0 до 8,0 м, мощность слоя 5,0 м.

Суглинок моренный тугопластичный с гравием и мелкой галькой. Вскрыт пройденными на полигоне выработками до глубины 10-15 м. Залегают до глубины 30-60 м с межморенными горизонтами песчано-гравийных грунтов на глубинах от 25 до 40 м.

Непосредственное основание полигона ТБО сложено слабопроницаемыми тугопластичными суглинками, имеющими коэффициент фильтрации $K_f = 10^{-7}$ см/с (10^{-4} м/сут).

Главным источником питания являются атмосферные осадки. Направление потока подземных вод на рассматриваемой площади - с северо-востока на юго-запад со стороны Левашовских высот (часть Центральной возвышенности Карельского перешейка) в сторону Финского залива. Территория характеризуется высокой плотностью речной сети, достигающей 1-2 км/км², что соответствует линейным размерам водосборов от десятых долей километров до первых километров. Территория полигона приурочена к области транзита подземных вод горизонта с возможной частичной разгрузкой в существующие поверхностные водотоки.

Территория полигона окружена системой нагорных канав общей протяженностью 4,5 км, предназначенных для отвода незагрязненного поверхностного стока с прилегающей водосборной площади.

Отвалы, где размещаются отходы, также имеют систему внутренних дренажных канав протяженностью 6,5 км, служащих для сбора загрязненных дренажных вод, выделяющихся из свалочных масс. Расчетный объем загрязненного дренажного стока с территории полигона ПТО-3 оценивается в 237 тыс. м³/год [11].

В настоящее время основная часть воды из внутренних дренажных канав поступает во внешние дренажные канавы и далее по направлению естественного стока.

Предусматривался отвод жидких выделений полигона в пруд-накопитель, а оттуда по специально проложенному трубопроводу перекачивание на площадку, где размещается осадок от городской станции аэрации. Однако этот вариант не был реализован. В настоящее время очистка дренажных вод не производится, частично они используются для полива свалочной массы в летнее время, что приводит к еще большей концентрации загрязнений в дренажной воде.

Значительная часть загрязненного дренажного стока поступает в реку Черную (приток реки Каменки, впадающей в озеро Лахтинский разлив).

Факторы воздействия городского полигона на окружающую природную среду

Атмосферный воздух

Полигон твердых бытовых отходов является источником загрязнения атмосферного воздуха. Прием, складирование, уплотнение и изоляция твердых отходов сопровождается выделением загрязняющих веществ в атмосферу. В ходе инвентаризации полигона ТБО было выявлен ряд источников выбросов загрязняющих веществ: выбросы от рабочих карт, автотранспорта, котельной и сварочных постов. По результатам анализа проб воздуха [12], отобранных в зоне влияния выбросов полигона, в точке у административного корпуса содержание исследованных загрязняющих веществ (азота диоксид, азота оксид, углерода оксид, серы диоксид, ксилол, толуол, формальдегид, сероводород, аммиак, этилбензол, фенол, бензол, углерод (сажа), бензин, С1-С10, бенз(а)пирен, метан не превышает ПДК.

Поверхностные воды

Были проведены санитарно-гигиенические исследования по следующим показателям: прозрачность, кобальт, АПАВ, кадмий, марганец, никель, медь, цинк, нефтепродукты, фенол, барий, растворенный кислород, магний, мутность, запах, рН, цветность, перманганатная окисляемость, ХПК, БПК5, сульфаты, хлориды, гидрокарбонаты, нитриты, нитраты, аммиак, железо, фосфаты, кальций, литий, сухой остаток, взвешенные вещества, ртуть, свинец, хром, мышьяк, азот общий, плавающие примеси [12].

По результатам исследования показателей выявлено, что состав дренажного стока, который выведен от полигона ТБО «Новоселки», характеризуется большим количеством превышений ПДК по многим загрязняющим веществам.

Отбор проб осуществлялся из реки Черная, ниже и выше впадения в нее дренажной канавы полигона ТБО. Концентрация загрязняющих веществ превышают рыбохозяйственные предельно допустимые концентрации по основным загрязняющим веществам⁵.

Подземные воды

В ходе исследования было выявлено загрязнение подземных вод фильтратом, что обусловлено молекулярной диффузией. Определенный объем загрязняющих веществ сорбируется в природных грунтах. На сегодняшний день сторона загрязнения в горизонте подземных вод ледниковых озерных супесей занимает расстояние, приближенное к 70 км к югу от границы складирования бытовых отходов.

Также установлено, что рядом с границами полигона подземные и поверхностные воды загрязнены марганцем, железом и кадмием, не взирая на уклон грунтового и поверхностного стоков.

Выше и ниже полигона был произведен отбор проб воды из двух существующих скважин по следующим показателям: ХПК, прокаленный осадок, БПК-5, хлориды, азот аммонийный, нефтепродукты, фенол, СПАВ, формальдегид, марганец, железо общее, хром общий, кадмий.

По сравнению с рыбохозяйственными ПДК незначительное количество превышения загрязнений было зафиксировано по БПК-5, ХПК, нефтепродуктам, азоту аммонийному, хрому общему, марганцу, железу общему[13].

Шумовые характеристики

Источниками шума на полигоне являются автомобильный транспорт и бульдозеры, применяемые для выравнивания и уплотнения поступающих ТБО. Поселок, расположенный на расстоянии около 2,5 км от полигона, отделен от него лесным массивом протяженностью около 2,0 км, что способствует поглощению шума. Прямые замеры по уровню шума от полигона в поселке не проводились.

⁵ Приказ от 13 декабря 2016 года N 552

«Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»

Радиологические характеристики

Полигон ТБО не предназначен для захоронения радиоактивных отходов, административно-хозяйственный блок снабжен установкой дозиметрического контроля⁶. Территория непосредственно городского полигона ТБО вне участков радиоактивного загрязнения (УРЗ) характеризуется фоновыми значениями интенсивности гамма-излучения (ГИ) в пределах от 5 до 10 мкР/ч.

⁶ СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96 - Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий. Планировка и застройка населенных мест, М.: Минздрав России, 1997.

Загрязнение почв

Исследования содержания химических загрязнений на прилегающих к полигону территориях показали превышения ПДК по большинству компонентов. Для комплексной оценки состояния почвы проводятся исследования, также и по другим показателям загрязнения:

- бактериологическим;
- санитарно-паразитологическим;
- санитарно-энтомологическим.

Лабораторные исследования проб почвы, отобранных на территории полигона показали:

- уровни загрязнения почвы по санитарно-бактериологическим показателям в пробах относятся к «Чистой» категории загрязнения;
- уровни загрязнения почвы по санитарно-паразитологическим показателям в пробах относятся к «Чистой» категории загрязнения.

Оценка газогеохимического состояния грунтов

По своему составу свалочные массы полигона весьма разнородны и включают большое количество различного строительного мусора (металлом, битый кирпич, доски и т.п.), что делает оценку плотности отходов весьма приблизительной. Согласно полученным результатам средняя плотность свалочных масс равняется 1,22 т/м³.

Газогеохимические исследования проводятся для оценки наличия на участках полигона грунтов, способных генерировать и накапливать биогаз, а также состояния и степени опасности грунтов, слагающих инженерно-геологические массивы. Газогеохимическое состояние грунтов оценивается по содержанию основных компонентов биогаза в грунтовом воздухе (в поверхностном и глубинном слоях отходов).

Состав биогаза получен путем инструментальных измерений при закладке на разных участках полигона 12 проботборных скважин на глубину 1,5 м. В результате исследований грунтового воздуха, на территории земельного участка, газогеохимическое состояние грунтов оценивается как безопасное на поверхности (СН₄ 0,01-0,1% об.) и как опасное (СН₄ >1,0% об.) и пожаро и взрывоопасное (СН₄ >5,0% об.) на глубине [12]. Проведённая газокерновая съемка

показала, что интервалы относительно высокой газонасыщенности чередуются по разрезу с интервалами низкой газонасыщенности. Полигон ТБО характеризуется пространственно высокой степенью образования биогаза, почти половина территории отнесена к пожаровзрывоопасным грунтам по СП 11-102-97⁷.

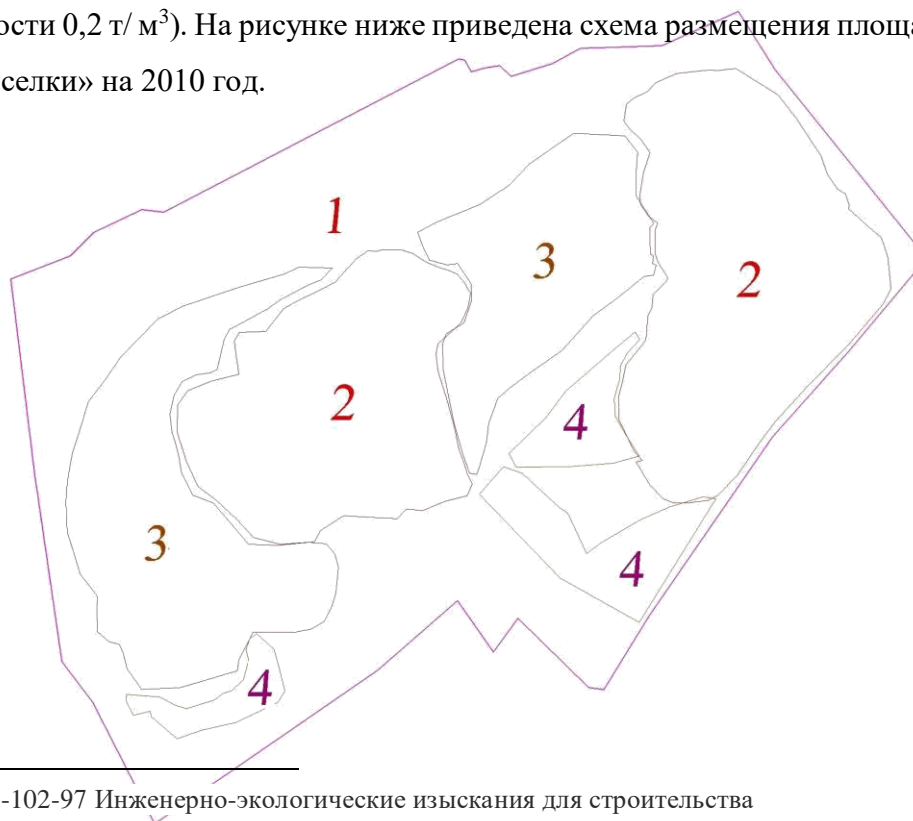
Согласно [12] эмиссия биогаза достигает высоких значений (до 1250 г/м²·сутки по метану и до 1800 г/м²·сутки по СО₂), что не соответствует результатам газогеохимической съемке, где только в одной точке измерений наибольшая концентрация метана на глубине 1,5 м от поверхности полигона достигала 8,6% об., а в большинстве других от 2 -5%об.

Определение эмиссии биогаза с полигона ТБО «Новоселки»

Ниже представлены результаты расчета эмиссии биогаза с тела полигона по методике, используемой в странах ЕС с учетом опыта её применения, полученного в России.

Согласно данным [12], к началу 2000 г. на полигон поступило 35,3 млн. м³ отходов. в том числе за период с 1991 по 1999 гг. - 16,1 млн. м³. Разность между этими объемами, составляющая 19,2 млн. м³, приходится на объем отходов, поступивших на полигон в течение 18-летнего периода с 1972 по 1990 г.

На 2010 год общее количество отходов, поступившее на полигон с начала его эксплуатации можно приблизительно оценить в 63,4 млн. м³ отходов или 12,7 млн. т (при плотности 0,2 т/м³). На рисунке ниже приведена схема размещения площадок на полигоне ТБО «Новоселки» на 2010 год.



⁷ СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства

Схема размещения площадок на полигоне ТБО «Новоселки» на 2010 год

1 – участок полигона, резервированный под складирование отходов;

2 – участки депонирования свежих отходов;

3 – участки хранения отходов, закрытые для приема;

4 – участки, закрытые для приема отходов, заросшие кустарниками

Расчеты показали, что в 2010г. эмиссия биогаза с тела полигона составила около 49 млн. м³. За последние пять лет ориентировочный ежегодный объем захоронения отходов составляет примерно 2300 тыс. м³. Тогда, на конец 2015г., объем отходов, захороненных на полигоне ТБО с начала его эксплуатации составил порядка 75 млн. м³. С использованием модели Табасарана – Реттенбергера можно определить удельную эмиссию биогаза, выделяемого одной тонной свалочных масс к определенному времени (году) с момента захоронения [14].

$$Q_e = 1,868 \cdot C \cdot (0,014T + 0,28) \cdot (1 - 10^{-kt}), \text{ м}^3 / (\text{т} \cdot \text{год}),$$

где Q_e - удельная эмиссия биогаза (м³/т отходов);

1,868 – объем биогаза, образующегося из 1 кг органического углерода, м³/кг;

C – общее количество органического углерода (кг/т отходов), (изменяется, в зависимости от компонентов морфологического состава, способа, времени хранения отходов в широких пределах для организованных полигонов ТБО, колеблется в диапазоне 100-300 кг/т);

T - температура отходов, °С;

k - константа разложения ТБО, которая характеризует часть органической массы ТБО, полностью разложившуюся на протяжении года, (согласно уже имеющимся экспериментальным данным, значения коэффициента находятся в диапазоне от 0,035 до 0,050);

t - время с момента захоронения (в годах).

$$Q_e = \bar{Q}_e \cdot M_i,$$

Выше приведена формула для расчета объема биогаза захороненных отходов на момент времени t . Где M_i – масса захороненных отходов в i -ый год.

Результаты расчета годовой эмиссии биогаза отходов захороненных в период с 2010 по 2015г. приведены на рис.2.

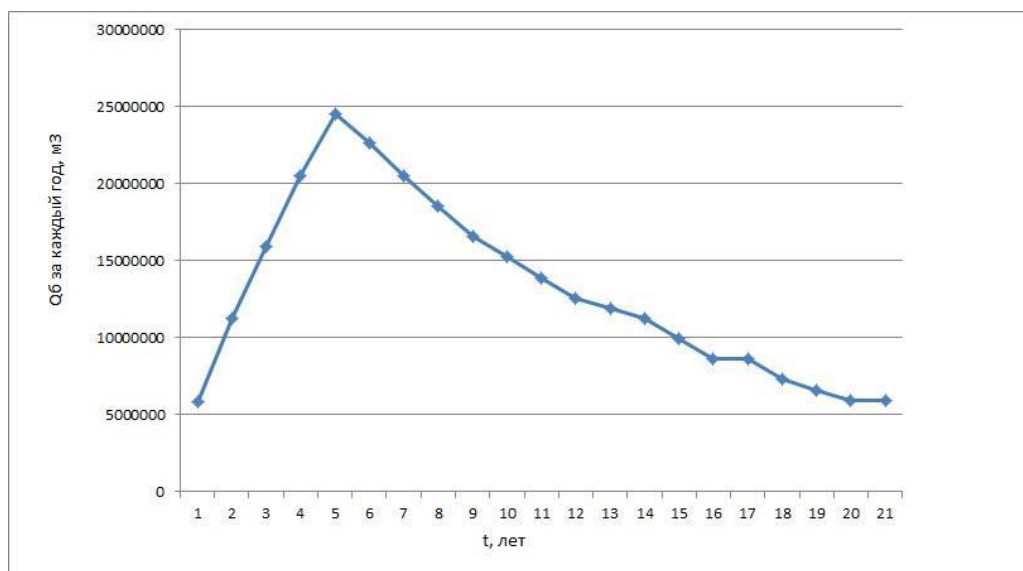


Рис.2

С учетом эмиссии биогаза отходов захороненных до 2010 г. [15], выброс биогаза в 2015г. определился в размере 76 млн. м³, соответственно метана 38 млн. м³ (50% об.). Удельный выброс биогаза с поверхности тела полигона составит около 3,2 м³/м² в сутки (метана 1,6 м³/м² в сутки), что аналогично данным полевых исследований. Количество, содержащегося в биогазе метана с учетом возможности его добычи и использования достаточно для непрерывной работы тепловой электростанции мощностью порядка 5000 кВт.

Глава 4. Разработка схемы рекультивации полигона ТБО и обоснование создания поверхностного защитного покрытия тела полигона

Рекультивация полигонов ТБО включает в себя комплекс инженерно-технических и природоохранных мероприятий, которые направлены на восстановление территорий, используемых под полигон с целью дальнейшей их эксплуатации. Все мероприятия, связанные с рекультивацией полигона, составляют комплекс действий, воспроизводимых в период строительства, эксплуатации и, в конечном итоге, закрытия полигона.

От способа и вида рекультивации напрямую зависит дальнейшее целевое использование затронутых территорий в народном хозяйстве. Стандартная рекультивация полигонов состоит из двух этапов: биологического и технического.

В процессе технического этапа используется разработка строительных и технологических мероприятий, конструкций и решений по возведению защитных экранов поверхности и основания полигона ТБО, по утилизации и сбору биогаза, по обработке и сбору поверхностных сточных вод и фильтрата.

Биологический этап рекультивации полигона подразумевает фитомелиоративные, агротехнические мероприятия, которые направлены на восстановление нарушенных земель. Биологический этап запускают вслед за инженерно-техническим этапом рекультивации земель полигона [16].

Перед тем, как осуществить процесс рекультивации проводится упрочнение свалочного грунта, стремление его к устойчивому постоянному процессу, иными словами происходит окончание стабилизации закрытого полигона [17].

Полигон твердых бытовых отходов – это техногенная сложная структура. Все трудности, которые возникают при закрытии и рекультивации полигона, связаны в первую очередь с недостатком инженерной подготовки, так как за 37 лет эксплуатации она была проведена в недостаточном объеме.

Также следует учесть тот факт, что на полигоне расположены участки с различной степенью минерализации захороненных свалочных масс ТБО, различными сроками эксплуатации, интенсивностью биологических и химических процессов выделения биогаза. Все это обуславливает необходимость применения дифференцированного подхода к рекультивации полигона ТБО с учетом специфики состояния каждого участка захоронения отходов. В данной

главе основной акцент ставится на эксплуатируемый участок полигона, где осуществляется захоронение отходов и образуется активное выделение биогаза.

На рисунке 3 предоставляется космический снимок полигона «Новоселки» с выделением зоны, наиболее подходящей для создания системы активной дегазации. На такой зоне удельный выброс биогаза с поверхности тела полигона составит около $3,2 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в сутки (метана $1,6 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в сутки). Зоны размещения и влияния газовых скважин отмечены окружностями.

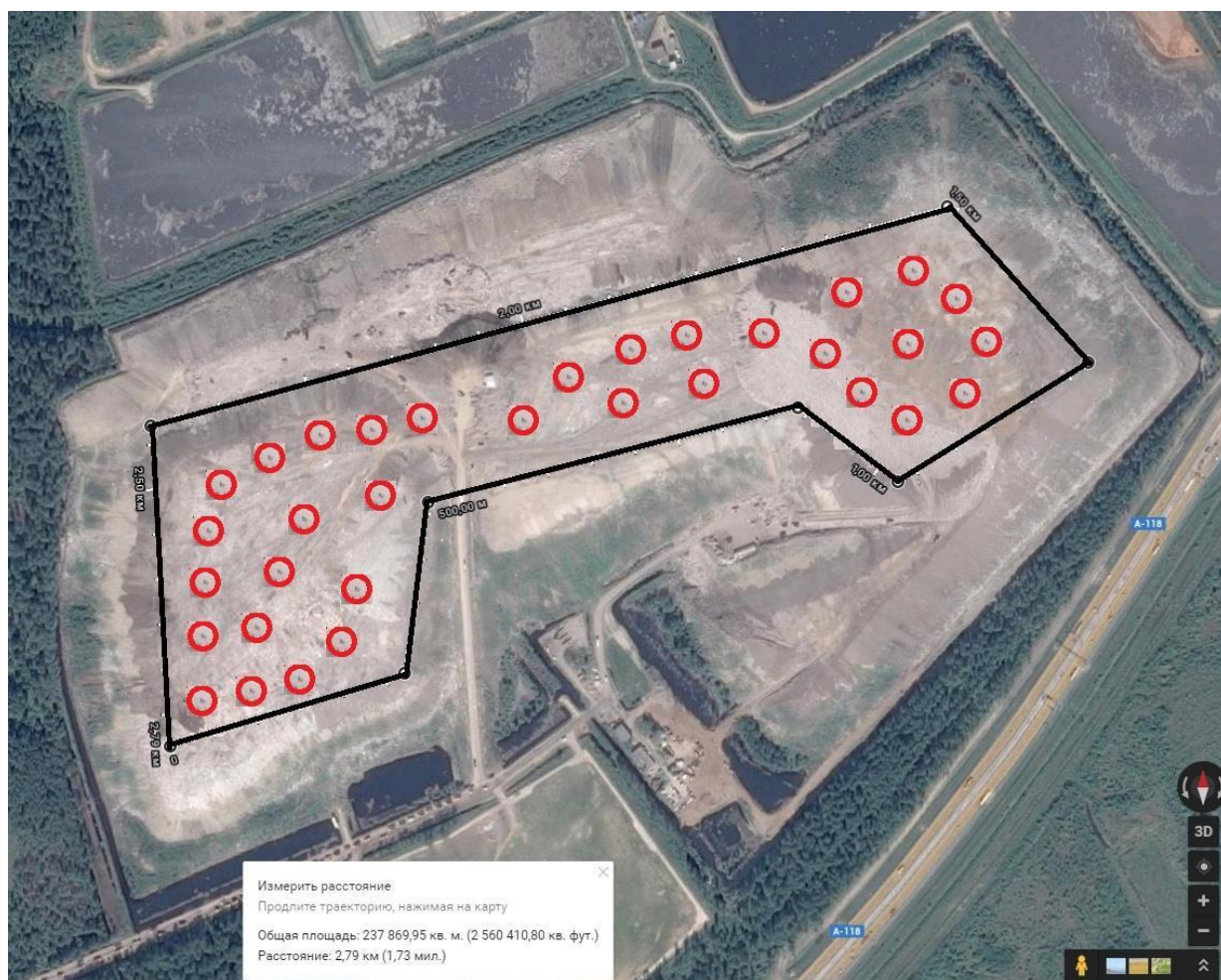


Рис.3 Космический снимок городского полигона с выделенной зоной для активной дегазации.

Емкость этого участка практически исчерпана, и он подлежит рекультивации. Рассмотрим вариант создания системы активной дегазации, включающей верхнее газо- и водонепроницаемое защитное покрытие (экран), также сеть газовых скважин и коллекторных трубопроводов для откачки и транспорта биогаза с целью его дальнейшего использования. Можно отметить, что задача создания надежного защитного покрытия тела полигона

представляет большую сложность т.к. в течение длительного срока оно должно обеспечивать газо- и водонепроницаемость и быть устойчивым к воздействию внешних и внутренних факторов. В настоящее время разработаны различные типы защитных покрытий с применением современных материалов и технических средств, в основном предполагающих использование зарубежных технологий [18]. С учетом принятой в России программы импортозамещения в работе используются современные отечественные разработки конструкции защитного экрана (рис. 4).

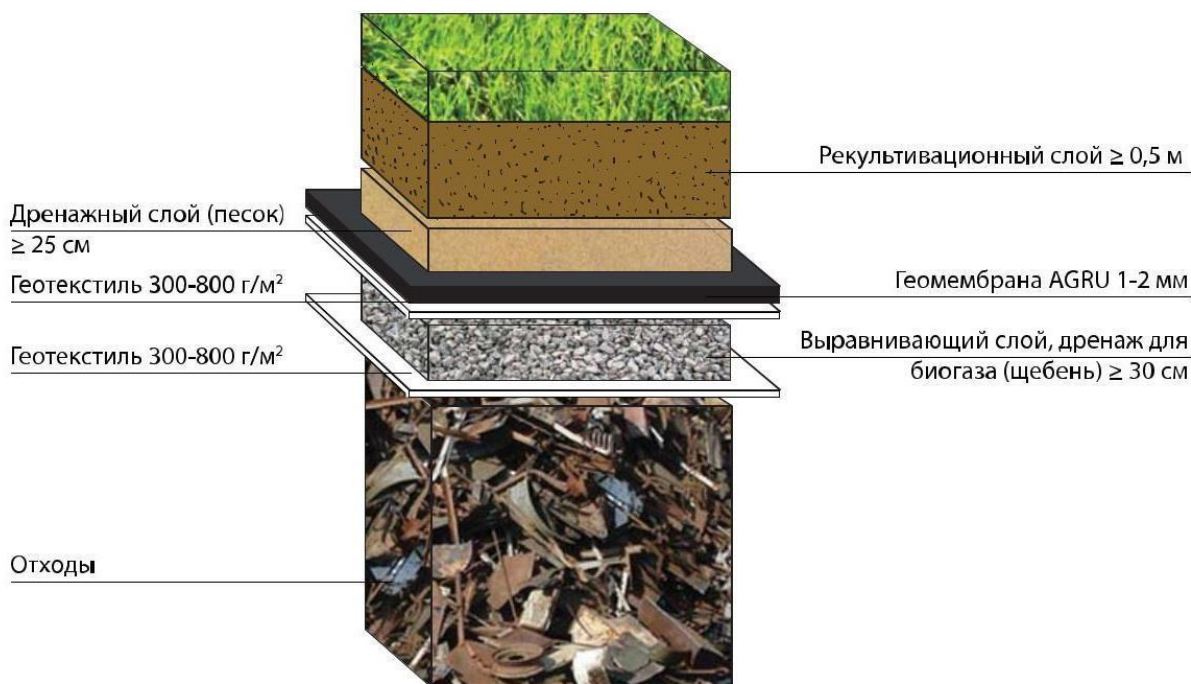


Рис.4 Вид элементов верхнего защитного экрана над слоем отходов в вертикальном разрезе.[19]

Согласно рекомендациям по проектированию, строительству и рекультивации полигонов ТБО [19], составные части защитного экрана поверхности полигона должны соответствовать следующим требованиям:

- в основании защитного экрана поверхностной части полигона используется укладка уплотненного выравнивающего слоя из однородного материала, такой как дренаж, для биогаза, толщина этого слоя не должна быть меньше 0,30 метра.

- далее используется слой геотекстиля, это синтетический материал, служащий в качестве защиты геомембраны⁸ (300-800 г/м², в зависимости от состава дренажного слоя: щебень, камни).

- толщина данной синтетической геомембраны Agri HDPE должна составлять не меньше 1,0 мм, также она должна быть устойчива к биологической и химической агрессии и к воздействию грызунов.

-на поверхность синтетической геомембраны выкладывается геокompозит дренажный, состоящий из объемной геосетки и фильтрующего нетканного материала – с двух сторон, также можно заменить данный материал на песчаный минеральный или песчаный гравийный, мощность которого должна быть не менее 0,3 м, в таком случае геомембрана должна быть защищена геотекстилем плотностью 300-700 г/м².

- далее на поверхность помещают слой растительного плодородного грунта, мощность которого должна быть не меньше 0,3м. Расчетная мощность рекультивационного слоя зависит от района строительства и направления рекультивации.

- следует обратить внимание на риски возникновения эрозии тела полигона и в качестве защиты от нее следует использовать армирование склонов посредством синтетических георешеток.

В качестве обоснования проектных работ при рекультивации, оценки использования конструкций и строительных материалов была спроектирована 3D-модель данного участка (рис.5).

Определена потребность в использовании необходимых материалов для создания верхнего защитного покрытия:

- геотекстиль плотностью 300-800г/ м² – 237870 м²
- щебень (выравнивающий слой) – 71367 м³
- геотекстиль плотностью 300-800г/м² – 238410 м²
- геомембрана AGRU 1-2 мм – 238420 м²
- песок (дренажный слой) – 59605 м³

⁸ Геомембрана — геосинтетик, изолирующий материал, применяющийся в строительстве для гидроизоляции.

- земля (рекультивационный слой) – 119210 м³

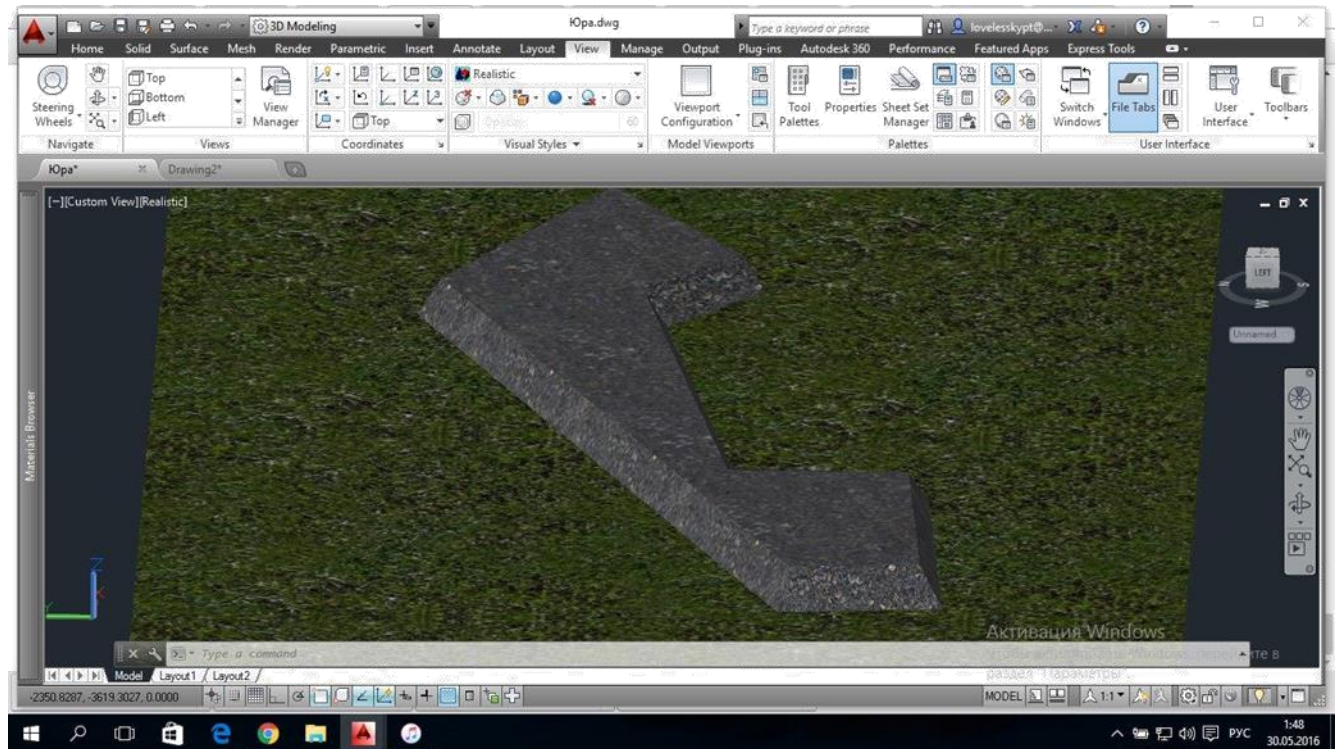
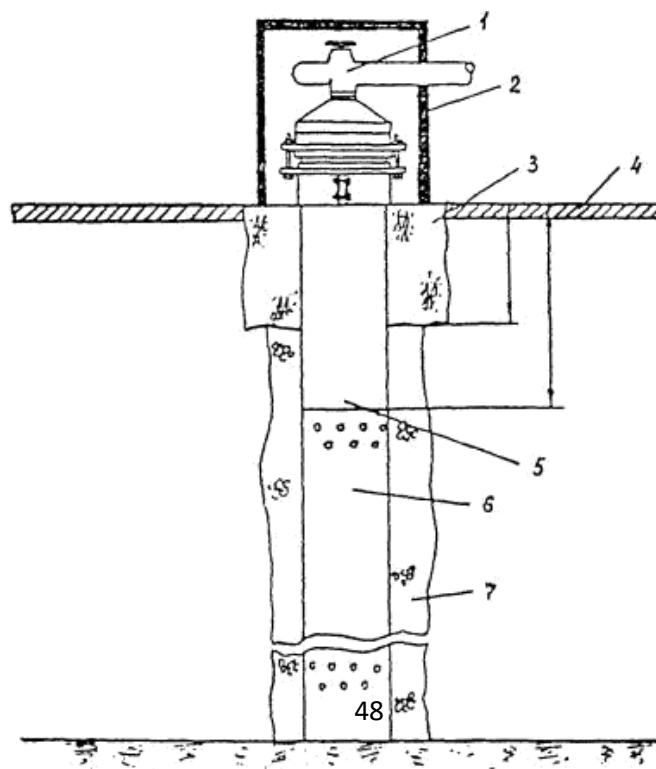


Рис.5 3D-модель участка полигона ТБО с активной эмиссией биогаза.

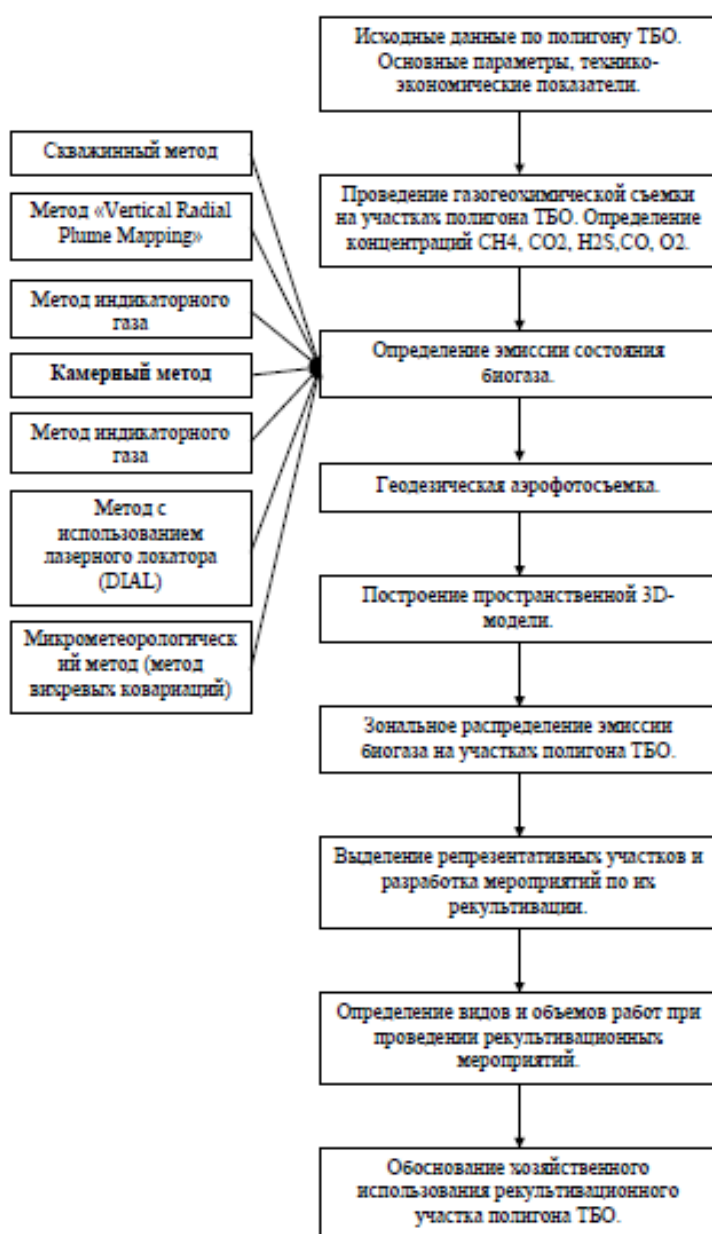
Для откачки биогаза предусматривается создание сети газовых скважин:



1 - оголовок скважины; 2 - колодец; 3 - бетон; 4 - изоляционный слой; 5 - обсадная труба без перфорации; 6 - перфорированная обсадная труба; 7 - щебень крупных фракций

В выпускной квалификационной работе не рассмотрены вопросы обоснования параметров скважин для газа и коллекторной сети для транспортировки и сбора биогаза, так как это относится к углубленному исследованию местной энергетики.

Ниже на рисунке 6 предоставляется алгоритм обоснования способа рекультивации полигона ТБО.



Алгоритм обоснования способа рекультивации полигона ТБО

Рис. 6

На начальном этапе собираются исходные данные для конкретного полигона ТБО (место расположения, природно-климатические условия, сроки эксплуатации, геометрические параметры полигона, технология захоронения, объемы захороненных и завозимых отходов и др.).

По согласованию с собственником полигона ТБО проводится газогеохимическая съемка в верхнем слое отходов с шагом 40-50м. Определяется концентрация основных компонентов биогаза (метана, углекислого газа, сероводорода, кислорода, угарного газа и др.).

На репрезентативных участках с использованием «камерного» метода определяется эмиссия биогаза и метана, что позволяет оценить общий выброс с поверхности тела полигона ТБО.

Для обоснования необходимых видов и объемов рекультивационных работ создается пространственная модель тела полигона. Проводятся геодезические работы с использованием методов аэрофотосъемки, позволяющие удаленно (без присутствия персонала на свалке) с достаточно высокой точностью получать необходимую информацию в кратчайшие сроки.

Производится обработка, полученной с БПЛА информации, перевод снимков на ортофотопланы с высотными и площадными точками рельефа.

Составляется план тела полигона ТБО с выделением зональных участков различной интенсивности выбросов биогаза. Выделяются репрезентативные участки с активной эмиссией биогаза, для которых разрабатываются мероприятия по их рекультивации (создание системы сбора и использования биогаза).

Определяются виды и объемы выполняемых работ и необходимых материалов, конструкций и технических средств.

На полигоне ТБО также имеются обширные площади с остаточной и не значительной эмиссией биогаза, которые целесообразно использовать для различных хозяйственных нужд. Обычно на них создается однослойный, грунтовый защитный экран, препятствующий проникновению атмосферных осадков и образованию фильтрата. За рубежом на рекультивированных полигонах размещаются временные складские помещения и стоянки, устанавливаются фотоэлектрические модули и др.

Технология создания защитного экрана на поверхности тела полигона

Технологическая схема рекультивационных работ разработана согласно инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов [17]. Учитывается следующая очередность выполнения работ:

- сначала выполняется выколаживание⁹ откосов бульдозером
- далее создается защитный слой покрытия, показано на рисунке 7
- создается внешний плодородный слой, на который высаживаются кустарники и травы
- в конце выполняется одно из направлений выбранной рекультивации

На рисунке 7 показано создание защитного геомембранного слоя.



Рис.7

⁹ Укладка пород по откосам отвалов до нормативного угла по требованиям их рекультивации; вид планировки земель, предшествующей биологической и другим видам рекультивации отвалов с последующим их мелиоративным освоением или формированием на отвалах естественных биогеоценозов.

При выполнении рекультивационных работ большое внимание уделяется внешнему виду свалочного холма, который не должен ухудшать эстетическую привлекательность местности. В качестве примера на рисунке 8 приведен вид нижней части одного из рекультивированных полигонов Германии.



Рис.8

Через 4 года после посева трав территория рекультивируемого полигона передается соответствующему ведомству для осуществления сельскохозяйственного, лесохозяйственного или рекреационного направлений работ для последующего целевого использования земель [17].

Таким образом на примере полигона ТБО было выполнено обоснование проведения рекультивационных работ, проанализирована экологическая ситуация на территории влияния полигона ТБО на окружающую среду. С помощью архива космических снимков данного полигона, была предложена схема рекультивации полигона, обоснование возведения поверхностного защитного покрытия тела полигона и определены объемы материалов для выполнения рекультивационных работ.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- В главе «ФГО (Физико-географический очерк территории Санкт-Петербурга)» мною были рассмотрены и проанализированы физико-географические особенности территории Санкт-Петербурга, факторы, влияющие на экологически безопасную эксплуатацию полигонов: климат, геологическое строение территории и т.д.

- Выполнен анализ отечественного и зарубежного опыта захоронения твёрдых бытовых отходов на полигонах ТБО. Показано, что значительный объем отходов в различных странах мира захоранивается. В России на ближайшую перспективу захоронение отходов останется одной из основных технологий обезвреживания.

- Рассмотрены основные полигоны размещения твердых бытовых(коммунальных) отходов Санкт-Петербурга («Новоселки», «Южный», Северная Самарка»), выявлены особенности данных полигонов. На основе исследуемых данных о полигонах ТБО, мною были предложены мероприятия по рекультивации полигонов «Южный» и «Новоселки», разработана технологическая схема рекультивационных работ согласно инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. С помощью архива космических снимков полигона ТБО «Новоселки», была предложена схема рекультивации полигона, обоснование возведения поверхностного защитного покрытия тела полигона и определены объемы материалов для выполнения рекультивационных работ.

- Показана актуальность задачи по разработке эффективных технологий рекультивации полигонов. На основе анализа литературных источников, а также проектной документации, полученной при прохождении практики на полигоне ТБО (ИЭИ, ПМООС, СЗЗ, ПЭК и т.д.) выявлено, что направление рекультивации полигона во многом будет определяться интенсивностью и составом газовых эмиссий, характеризующих процессы разложения отходов и их состояние конкретными участками на расчетный период времени.

Список использованной литературы

1. Билитевски Б. Сжигание отходов: опыт Германии // Твердые бытовые отходы. — 2007. — № 1. С. 4749.
2. Геологический атлас Санкт-Петербурга, 2009
3. Горбовская А. Д. Экология почвы: учеб. пособие / А. Д. Горбовская — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. — 169с.;
4. Гуревич В.И., Лившиц А.Б. Свалочный газ: перспективы добычи и утилизации // Научно-практический журнал ТБО (твердые бытовые отходы). 2006. №8. С. 4-9.
5. Гуревич В.И., Лифшиц А.Б. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы» // Добыча и утилизация свалочного газа (СГ) – самостоятельная отрасль мировой индустрии — 2008. — №8
6. Дашко Р.Э., Александрова О.Ю., Котюков П.В., Шидловская А.В. "Особенности инженерно-геологических условий Санкт-Петербурга // Развитие городов и геотехническое строительство, 2011.
7. ДОЛГОСРОЧНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРОГРАММА ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ БЫТОВЫМИ И ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ НА 2012 – 2020 ГОДЫ. Санкт-Петербург 2011г. - Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук
8. ЗАО «ЭРГ» - Отчет «Детализация технологического решения по рекультивации полигона ПТО-3 «Новоселки».
9. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, утверждена Министерством Российской Федерации
10. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, М.: Министерство строительства РФ, Академия Коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 1998.
11. Комплексная стратегия обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации от 08.2013. 157с.
12. Меженский В.Н. «Растения-индикаторы». М.: АСТ, 2004
13. Мусоросжигательные заводы – опасность для России, Юфит С.С., Институт Органической химии им. Н.Д.Зелинского РАН, Статья, 2008г
14. Обезвреживание твердых органических отходов. Гонопольский А.М. учебное пособие / А. М. Гонопольский, В. Е. Мурашов; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т инженерной экологии. Москва, 2012.

15. ООО «Экспресс». Проектная документация «Проект рекультивации полигона ПТО-3 «Новоселки». Книга 1 - СПб.: 2014. 196с.
16. Принцип «отходы — в доходы» - наш принцип! // Твердые бытовые отходы. — 2010. — № 10. С. 26-29.
17. РАО «Норильский Никель», АО «Институт Гипроникель», ЗАО «Опытный завод МПБО» Реконструкция ПТО-3 (переход на высоконагружаемый полигон) РП. (Утверждаемая часть) Том 2 – Оценка воздействия на окружающую среду Пояснительная записка 39-05-03-144-01-ПЗ – СПб.: 2012
18. Рекомендации по проектированию, строительству и рекультивации полигонов ТБО, М.: Министерство строительства РФ, Академия Коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2009.
19. Рекомендации по расчету образования биогаза и выбору систем дегазации на полигонах захоронения твердых бытовых отходов. М.: Гос. комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. 2003. 28с
20. СанПиН 2.1.6.1032-01 "Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест"
21. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Абрамов Н.Ф., Никогосов Х.Н. Твердые бытовые отходы
22. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. -- М.: Колос, 2000. - 232 с.
23. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель. М.: Колос, 2003. 94 с
24. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Абрамов Н.Ф., Никогосов Х.Н. Твердые бытовые отходы (сбор, транспорт и обезвреживание). Справочник. – М.: АКХ им. К.Д. Панфилова, 2001 г.
25. ТСН 30-308-2002 Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твердых бытовых отходов в московской области, М.: Министерство строительства Московской области, 2002.
26. Тугов А. Н. Киловатты из мусора // Твердые бытовые отходы. -2007. — №1. С. 11-16.
27. Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"
28. Федоров М.П., Масликов В.И., Кораблев В.В, Иокша Е.О. Аудит для "углеродных" инвестиций в энергетическое использование полигонов твердых бытовых отходов. СПб: Изд-во Политехнического ун-та, 2007. - 42 с.

29. Шубов Л.Я., М.Е. Ставровский, А.В. Олейник Технология твердых бытовых отходов // учебник. 2011. – 400с.

Ресурсы сети Интернет:

30. www.gov.spb.ru
31. Официальный сайт Росприроднадзора <http://82.rpn.gov.ru/>
32. Официальный сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ГУ Гидрометцентр России – режим доступа: <http://meteoinfo.ru/>, свободный.
33. Статья «Переработка мусора (ТБО) в Германии» <http://ztbo.ru/o-tbo/stati/stranni/pererabotka-musora-tbo-v-germanii>

Иностранная литература:

34. MELCHIOR, S. Deponieoberflächenabdichtung in Deutschland - von den Anfängen bis zur Deponieverordnung. In: Arbeitskreis Grundwasserschutz & Süddeutsches Kunststoff-Zentrum (Hrsg.): Tagung "Die sichere Deponie" am 20./21.02.2014. Würzburg, 33 S.
35. HUUESKER, (2005). Engineering with Geosynthetics. Kostadinov, Lj. (2012). Engineering with modern materials for environmental protection from tailing dumps.
36. Revegetating Riparian Areas in the Southwest “Lessons Learned” David R. Dreesen, Agronomist/Horticulturist Gregory A. Fenchel, Manager USDA–NRCS Los Lunas Plant Materials Center

