

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)  
Наименование учебного структурного подразделения

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК  
Руководитель ООП  
к. г. н., доцент

Р. В. Кнауб Р. В. Кнауб  
подпись

« 9 » июня 20 23 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ИЛОВОГО  
ОСАДКА ГКП «ОСКЕМЕН ВОДОКАНАЛ»

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
Направленность (профиль) «Природопользование»

Веригина Анастасия Сергеевна

Руководитель ВКР  
старший преподаватель

Е.М. Серёжечкин Е.М. Серёжечкин  
подпись

« 09 » июня 20 23 г.

Автор работы  
студент группы № 021907

А.С. Веригина А.С. Веригина  
подпись

« 09 » июня 20 23 г.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной работе рассмотрена эколого-экономическая эффективность утилизации илового осадка на примере государственного коммунального предприятия «Оскемен Водоканал», находящегося в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан.

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Общий объем работы составляет 61 страница. В работе содержится 6 рисунков, 3 таблицы, 2 приложения объемом 3 страницы. Список использованных источников и литературы состоит из 23 наименований.

В ходе данной работы составлена физико-географическая характеристика района расположения ГКП «Оскемен Водоканал», дана краткая характеристика деятельности предприятия и отходообращения в результате его деятельности, проанализировано негативное воздействие илового осадка на окружающую среду, выделены существующие методы утилизации илового осадка и рассмотрена эколого-экономическая эффективность его утилизации.

## **ANNOTATION**

This paper considers the environmental and economic efficiency of sludge disposal using the example of the state utility company «Oskemen Vodokanal», located in the East Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan.

The work consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references and applications. The total amount of work is 61 pages. The work contains 6 figures, 3 tables, 2 applications of 3 pages. The list of used sources and literature consists of 23 titles.

In the course of this work, a physical and geographical description of the location area of the SUC "Oskemen Vodokanal" was compiled, a brief description of the enterprise's activities and waste management as a result of its activities was

given, the negative impact of sludge on the environment was analyzed, existing methods of sludge disposal were identified, and environmental and economic efficiency was considered. its disposal.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ГКП «ОСКЕМЕН ВОДОКАНАЛ»</b> .....	8
1.1 Рельеф и геология .....	8
1.2 Климат .....	10
1.3 Гидрологическая характеристика.....	11
1.4 Почвенно-растительный покров.....	12
<b>2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГКП «ОСКЕМЕН ВОДОКАНАЛ» КАК ОБЪЕКТА ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ</b> .....	14
2.1 Общие сведения о предприятии .....	14
2.1.1 Водоснабжение.....	14
2.1.2 Водоотведение.....	16
2.1.3 Экологический менеджмент предприятия .....	18
2.2 Характеристика отходообразования производственных процессов 19	
2.3 Мониторинг состояния окружающей среды .....	22
<b>3. УТИЛИЗАЦИЯ ИЛОВОГО ОСАДКА КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗДЕРЖЕК</b> .....	28
3.1 Расчет образования илового осадка .....	28
3.2 Анализ негативного воздействия илового осадка на окружающую среду 29	
3.2.1 Влияние на атмосферный воздух .....	35
3.2.1.1 Расчет мощности выброса взвешенных веществ РМ10.....	35
3.2.1.2 Расчет приземной концентрации взвешенных веществ РМ10.....	37
3.3 Обзор существующих способов утилизации .....	38
3.4 Обзор предлагаемого способа утилизации.....	42
<b>4. РАСЧЕТ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ГРУНТА</b> .....	49

4.1	Анализ эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка при платежах за загрязнение атмосферного воздуха .....	50
4.2	Анализ эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка при платежах за захоронение отходов .....	51
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....		<b>53</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....		<b>55</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....		57
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....		59

## ВВЕДЕНИЕ

В результате роста и развития городов увеличивается концентрация промышленности и населения. В связи с этим растет и количество образующихся отходов, в том числе и избыточного активного ила, со станции биологической очистки сточных вод.

Образующийся избыточный активный ил накапливается на иловых картах, которые занимают большие площади. Складируемый осадок заражен опасными бактериями, способными вызвать различные формы инфекционных заболеваний, содержит соединения тяжелых металлов различной формы и различные токсиканты.

Эксплуатация иловых карт приводит к потере ценнейших земель, загрязнению почвы, распространению неприятных запахов, накоплению солей тяжелых металлов, а также к распространению негативного микробиологического и газового фона, который отрицательно влияет на состояние окружающей среды и здоровье человека. В связи с этим возникает необходимость снижения количества иловых карт, за счет внедрения новых методов утилизации илового осадка, что обуславливает актуальность проблемы.

Цель данной работы – оценка эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка на примере государственного коммунального предприятия «Оскемен Водоканал».

Объект исследования – иловые осадки сточных вод ГКП «Оскемен Водоканал».

Предмет исследования – эколого-экономическая эффективность утилизации илового осадка.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Выявить особенности физико-географического расположения предприятия;
2. Дать краткую характеристику деятельности предприятия и отходообразования в результате этой деятельности;

3. Оценить происходящее воздействие на компоненты окружающей среды в результате эксплуатации иловых карт;
4. Проанализировать существующие способы утилизации илового осадка;
5. Предложить способ утилизации, способный смягчить негативное воздействие в результате эксплуатации предприятия;
6. Произвести расчет эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка предложенным способом.

Методы исследования:

1. Аналитический;
2. Научно-поисковый;
3. Статистический;
4. Графический;
5. Расчетный.

## 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ГКП «ОСКЕМЕН ВОДОКАНАЛ»

Государственное коммунальное предприятие «Оскемен Водоканал» расположено на территории города Усть-Каменогорск (рисунок 1), который является крупным промышленным, административным и культурным центром Восточно-Казахстанской области.

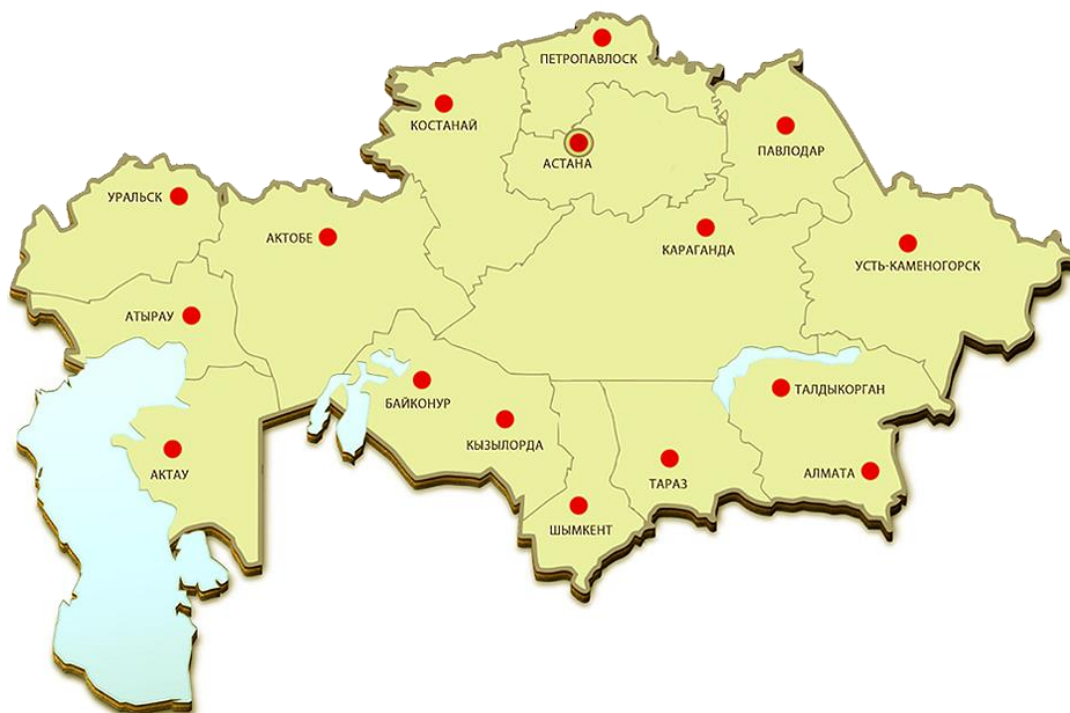


Рисунок 1 – Расположение города Усть-Каменогорск на карте Казахстана [1]

### 1.1 Рельеф и геология

Рельеф области отличается своим разнообразием. В правобережной части он горный, а в левобережной – равнинный и холмисто-мелкосопочный.

Горная система имеет сложное блоковое и складчатое строение. Также горная система имеет усложненную плановую структуру с мощными горными узлами и узкими долинами. Отличительными чертами рельефа являются его ступенчатость, плосковершинность и межгорные впадины. Минимальные высоты области 145 метров, а максимальные можно наблюдать на вершине горы Белуха (4506 метров) [1].



По особенностям геологического строения и рельефа четко выделяется 9 наиболее крупных и сложных природно-территориальных комплексов: Рудный и Южный Алтай, Калбинский хребет, Зайсанская котловина, горы Саур-Тарбагатая, Прииртышская равнина, горы Чингизтау, Кокпектино-Чарский мелкосопочник, Алакольская котловина (рисунок 2).

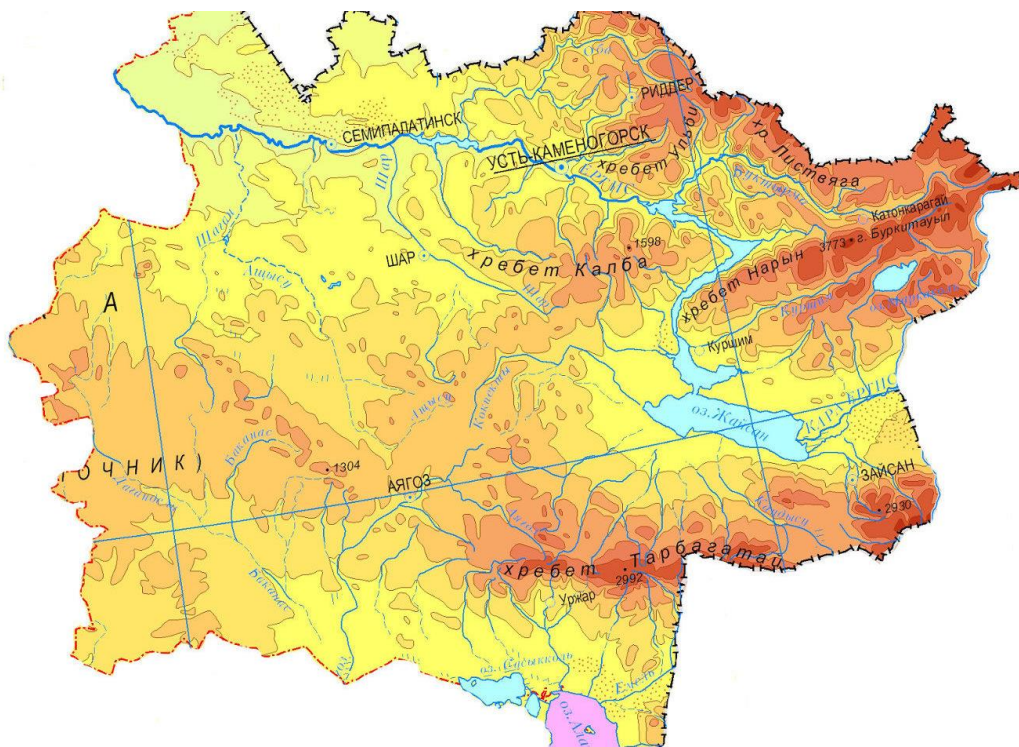


Рисунок 2 – Схема рельефа ВКО [1]

Рудный Алтай состоит из хребтов, вытянутых в северо-западном направлении: Листвяга, Холзун, Коксуйский, Тигирецкий. Самая высокая точка Рудного Алтая – Выше-Ивановский белок с высшей точкой 2776 метров.

Южный Алтай отделяется от Рудного Алтая межгорного Нарымо-Бухтарминской впадиной. Максимальная высота Южно-Алтайских гор 3871 метров. Горные породы Южного Алтая преимущественно состоят из глинистых сланцев, мелкозернистых песчаников, известняков и вулканогенных пород.

Калбинский хребет располагается на левобережье Иртыша между долинами рек Кокпекты, Буконь, Чар. Нагорье имеет вид приподнятой глыбы с плоской волнистой вершиной. Наивысшая точка – гора Сары-Шоку (1608 метров).

Система хребтов Саур-Тарбагатай. Хребет Саур – наиболее высокий. Его высшая точка 2400 метров, встречаются древние поверхности выравнивания.

С юга к Зайсанской впадине примыкает хребет Тарбагатай, который состоит из ряда огромных блоков, приподнятых на разную высоту. Их вершины плоские, без оледенения и достигают 2900 метров, высшая точка – гора Тастау 2992 метра.

На восток от Чингистау, в бассейнах рек Чар и Кокпекты, простирается Чарско-Кокпектинский мелкосопочник. К особенностям рельефа можно отнести сильно расчлененные возвышенности с плоскими склонами и такие же плоские и широкие понижения. Кокпектинско-Чарский мелкосопочник представляет собой холмистую местность с абсолютными отметками до 900 метров.

К Кокпектинско-Чарскому мелкосопочнику на востоке примыкает межгорная Зайсанская впадина. Ее рельеф представляет плоскую равнину с абсолютными высотами до 480 метров [1].

Можно сказать, что характерными чертами горного рельефа Восточно-Казахстанской области является его ступенчатость и наличие межгорных впадин.

## 1.2 Климат

Климат ВКО обусловлен ее географическим положением. Область расположена в центре Евразии и изолирована от океанов. Территория области открыта влиянию арктического бассейна, но закрыта для влияния Индийского океана из-за азиатских горных систем.

Данная территория относится к зонам умеренного и слабого увлажнения, а на склонах гор увлажнение увеличивается с высотой. В умеренном поясе четко проявляется сезонность всех физико-географических процессов, в том числе тех, которые формируют климат.

Климат относится к типу переходного от умеренно континентального к резко континентальному. Поэтому зимой территория области подчинена западному отрогу Азиатского антициклона, которые обуславливает очень холодные зимы без осадков и ветров. Большую часть лета область подвержена деятельности циклонов. Циклоны приносят пасмурную и дождливую погоду, это ветра северного и северо-западного направления. Через южные районы Средней Азии в Восточный Казахстан может проникать континентальный тропический воздух, что обычно повышает летнее температуры воздуха до 43 °С, которая обусловлена юго-восточными суховеями. В антициклонах летом стоит тихая, ясная, засушливая погода, а весной и осенью обычно усиливается меридиональная циркуляция атмосферы. Когда арктический воздух распространяется на юг с большими скоростями, он не успевает трансформироваться и вызывает поздние весенние и ранние осенние заморозки [1].

Сложный рельеф Восточного Казахстана способствует неравномерному распределению осадков. Наблюдается общая закономерность в их распределении: количество осадков возрастает в направлении с юга на север и с запада на восток.

Распределение снежного покрова отличается своеобразием и неравномерностью залегания. На севере предгорных равнин он образует в первой декаде, в центральных и южных частях – во второй части ноября.

### 1.3 Гидрологическая характеристика

Восточно-Казахстанская область характеризуется густой речной сетью, большим количеством озер и богатством подземных вод.

В горах Рудного Алтая, который аккумулирует осадки, берут начало бурные горные реки, которые после впадают в Иртыш.

Рудный Алтай в достаточном количестве аккумулирует осадки, от него начинаются типичные горные реки с бурным течением, которые впадают в Иртыш. Кроме осадков режим Алтайских рек определяют ледники и снега.

Реки восточного субрегиона относятся к бассейну Северного Ледовитого океана и внутреннему бессточному Балхаш Алакольскому бассейну [1].

Область обладает богатыми водными ресурсами, здесь сосредоточена почти одна треть поверхностных вод республики Казахстан. А именно 1017 рек, озер 1967, водохранилищ и 75 малых прудов, кроме этого большой объем подземных вод. Суммарные ресурсы пресных вод в расчете на одного жителя области 50000 м<sup>3</sup> в год [2].

#### 1.4 Почвенно-растительный покров

Формирование почв ВКО тесно связано с формированием бассейна Иртыша, который протекает по территории области. В долинах рек откладываются наносы, сносимые талыми, дождевыми и речными водами. Эти отложения, в большинстве своем, сложены из галечников, песчаников, глинистых и иловых частиц, а также органических осадков.

В равнинной части области расположены черноземы и темнокаштановые почвы на севере и светло-каштановые и бурые на юге [1]. В характере размещения почвенного покрова на горах ясно выражена высотная поясность.

Флора Восточно-Казахстанской области насчитывает более 3500 видов высших растений. Наиболее богаты видами сложноцветными и злаков. Сравнительно много видов в таких семействах как мотыльковые, розоцветные, крестоцветные, лютиковые, гвоздичные, осоковые [2].

Большой интерес представляют реликты – древние виды, сохранившие до настоящего времени с более или менее отдаленных от современности геологических эпох. Наиболее «старыми» реликтами являются растения, сохранившиеся с третичного периода. К их числу принадлежат, например, кривокучник сибирский, недавно обнаруженный в окрестностях Сибирских озер (Калбинский хребет). Из реликтов водной растительности известен водяной орех зайсанский, встречающийся в озере Зайсан.

По левобережью Иртыша на Калбинском хребте, в песчаных массивах Кызылкум сохранились леса из сосны обыкновенной – реликта лесной третичной растительности.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГКП «ОСКЕМЕН ВОДОКАНАЛ» КАК ОБЪЕКТА ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

### 2.1 Общие сведения о предприятии

#### 2.1.1 Водоснабжение

Система водоснабжения города – это сложный многофункциональный процесс, работающий непрерывно 365 дней в году.

Система водоснабжения предприятия включает в себя:

1. Насосные станции 1 подъема (скважины) – 65 шт;
2. Насосные станции 2 подъема – 9 шт;
3. Повысительные насосные станции – 73 шт.

Общая протяженность сетей водопровода – 962 км.

На сетях города установлены 124 водоразборных колонок и 1901 пожарный гидрант.

Забор воды осуществляется насосами из 65 скважин 11-и водозаборов подземного типа [2].

Еще один водозабор работает на поверхностном источнике в поселке Ново-Троицкое. До высоты пятого этажа вода поднимается только за счет давления, которое создают насосы водозаборов. Для водообеспечения всех помещений от шестого этажа и выше работают 71 повысительных насосных станций (ПНС).

Ежедневно в городские сети подается 112000 м<sup>3</sup> воды. Вся добываемая вода соответствует требованиям и нормам качества питьевой воды, и подвергается обеззараживанию для исключения вторичного загрязнения при транспортировке [2].

В настоящий момент систему водоснабжения предприятия обслуживают:

1. Цех водозаборов города. Подразделение по обслуживанию водозаборных сооружений города Усть-Каменогорска работает 24 часа в сутки. В их обязанности входит непрерывно вести процесс добычи воды и

подачи ее в сеть, а это около 33000 м<sup>3</sup> воды в год, поднимаемой эксплуатационными скважинами. В цехе водозаборов трудятся 73 специалиста: мастера, электрики, гидрогеологи, машинисты насосных установок;

2. Цех водопроводных сетей города. Цех водопроводных сетей города обслуживает сети водопровода и повысительные насосные станции территориально в границах Октябрьского и Ульбинского районов города. В цехе трудится 63 человека в круглосуточном режиме. Ежедневно производятся плановые работы на сетях и сооружениях согласно утвержденных планов предупредительного ремонта, обход сетей, промывка водопроводных сетей, ремонт водокколонок, пожарных гидрантов и запорной арматуры, установленных на сетях, а также устранение аварийных ситуаций на сетях;

3. Цех Левобережных сетей и сооружений сетей и канализации. С 2006 года левобережный цех работает в круглосуточном режиме. В связи с развитием левобережной части города Усть-Каменогорска растет число объектов обслуживания на Левом берегу. Ежегодно вводятся в эксплуатацию новые микрорайоны, жилые дома и инженерные коммуникации Левого берега, что повлияло на работу цеха в целом. Количество обслуживаемых объектов возросло в 2 раза. Ежедневно цехом, численностью 100 человек.

Помогают им в этом вспомогательные подразделения: службы комплексной автоматизации технологических процессов производства, контрольно-испытательный центр, службы главных механика и энергетика, автотранспортных цех, аварийно-диспетчерская служба, бригада охраны, цех подготовки производства [2].

Ежегодно на водопроводных сетях города проводятся работы с целью поддержания бесперебойного водоснабжения. Например, осуществляется текущий ремонт, промывка трубопроводов, ремонт уличных водоразборов, пожарных гидрантов, камер и колодцев.

## 2.1.2 Водоотведение

Система водоотведения является одной из важных составляющих жизнеобеспечения города. ГКП «Өскемен Водоканал» обслуживает 515,56 км труб канализации, а также 49 канализационных насосных станций [2]. Карта канализационной системы города Усть-Каменогорск изображена на рисунке 2.

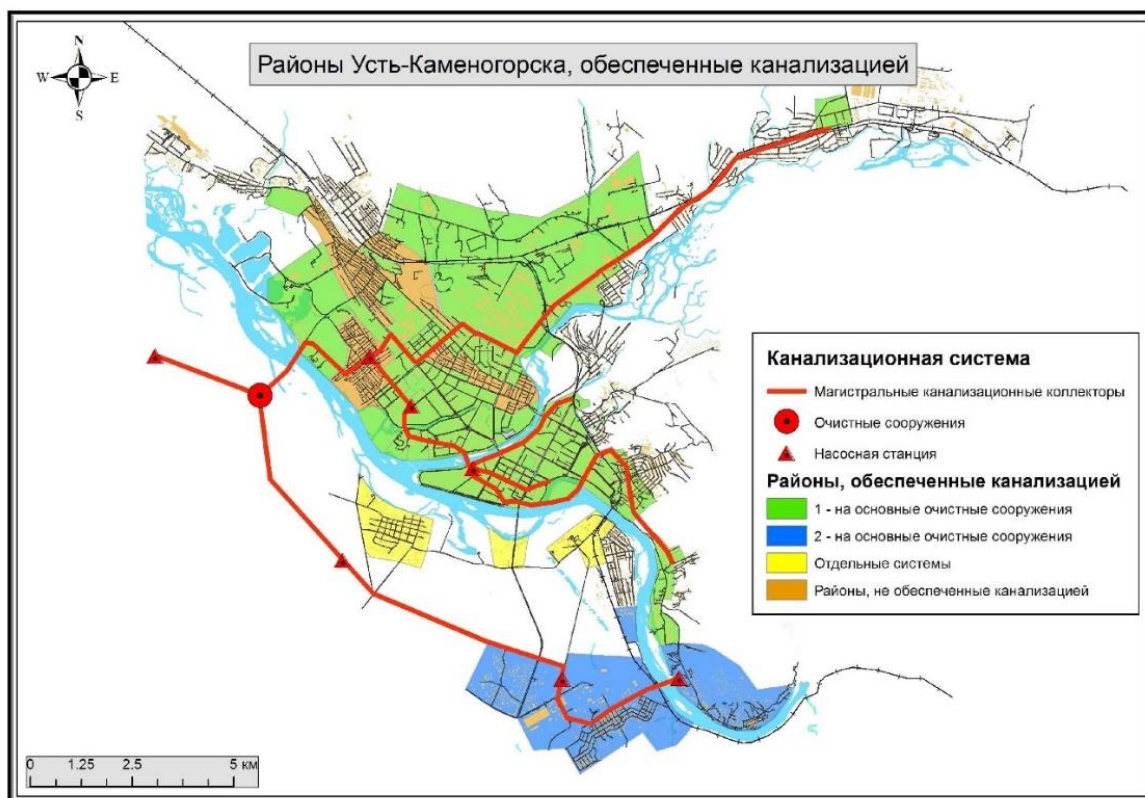


Рисунок 3 – Карта канализационной системы города Усть-Каменогорск [2]

По сетям канализации стоки потребителей поступают на канализационные насосные станции. Здесь начинается их первичная очистка. Крупные загрязнения вроде тряпок, бутылок и тому подобного мусора остаются на специально установленных решетках. С насосной станции стоки под давлением поступают в канализационные коллекторы, и стекаются на Левобережные очистные сооружения.

Левобережные очистные сооружения являются самым основным и конечным звеном в технологической цепи системы водоотведения города. Это комплекс сооружений и технологии, которая позволяет городу довести



канализационные сбросы всего города до санитарных норм, чтобы они могли без значительных последствий для окружающей среды возвращаться в природный круговорот воды.

Стоки проходят две основные стадии очистки: механическую и биологическую. На механической стадии используются решетки, песколовки и первичные отстойники [3]. Такая очистка позволяет удерживать крупные неоднородные по составу загрязнения, а также удалять взвешенные вещества. Биологическая стадия включает в себя аэротенки и вторичные отстойники. Она позволяет извлечь из уже первично очищенной воды те загрязнения, которые не оседают в сточной воде.

Только после того, как проходит полный комплекс механической и биологической очистки, а также после обеззараживания, сточные воды сбрасываются в реку Иртыш. Перед сбросом качество очищенной воды проверяют в лаборатории на соответствие санитарным нормам. Химическому анализу подвергают и микроорганизмы. За их состоянием наблюдает гидробиолог.

На сегодня систему водоотведения предприятия обслуживают специализированные подразделения основного производства: цех канализации, цеха очистных сооружений, цеха по обслуживанию сетей и сооружений поселков Аблакетка и Левый берег, а также все службы вспомогательного производства предприятия [2].

Частично обезвоженные илы и осадки с иловых карт вывозятся на площадку временного хранения, где проходят процедуру дальнейшей сушки (ворошение и гуртование) с целью возможности их перевозки к местам утилизации.

С 31 мая 2018 года запущен в эксплуатацию автономный комплекс нейтрализации запахов, использующий в своей работе технологию «Мокрый барьер». В состав комплекса входит метеостанция, автоматический смеситель, программируемая насосная станция подачи рабочего раствора и трубопровод с 92 форсунками закрепленные на опорах на высоте 5,5 метра по периметру

площадки, через который ведётся опрыскивание складированного на площадке ила раствором нейтрализатора [3].

Комплекс по нейтрализации запахов может работать как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Регулирование работы станции в автоматическом режиме производится блоком управления, который, учитывая направление и силу ветра, задает направление и продолжительность орошения, что позволяет более эффективно использовать дорогостоящий концентрат.

### 2.1.3 Экологический менеджмент предприятия

Экологическая деятельность предприятия состоит в осуществлении запланированных действий и мероприятий, направленных на минимизацию потребления материальных и энергетических ресурсов и сбросов загрязняющих веществ (выбросов, отходов, использования особо опасных веществ и материалов и т.д.).

Система контроля охраны окружающей среды представляет собой совокупность организационных, технических и методических мероприятий, направленных на выполнение требований законодательства в области охраны атмосферного воздуха, в том числе на обеспечение действенного контроля за соблюдением нормативов предельно допустимых выбросов.

В Республике Казахстан осуществляется государственный, ведомственный (отраслевой), производственный, и общественный контроль в области охраны окружающей среды [4].

Производственный контроль осуществляется на основе измерений и на основе расчетов уровня эмиссий в окружающую среду, вредных производственных факторов, а также фактического объема потребления природных, энергетических и иных ресурсов.

Проводится локальный мониторинг, то есть государственный контроль соблюдения природоохранных законодательств, а также организация

разработки местных экологических программ и проектов. Ежеквартально проводится мониторинг согласно производственно-экологического контроля.

Также предприятие реализует экологическую политику, направленную на сохранение природной среды и предотвращение негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду.

Принципами экологической политики предприятия являются: постепенное снижение сбросов и выбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду; обеспечение надежной работы городских систем водоснабжения и водоотведения; стабильная работа очистных сооружений; соблюдение требований природоохранного законодательства Республики Казахстан [4].

## 2.2 Характеристика отходообразования производственных процессов

В процессе производственной деятельности государственного коммунального предприятия «Оскемен Водоканал» образуются 13 видов отходов [4]. В том числе:

1. Иловый осадок с очистных сооружений канализации. Данный вид отходов образуется благодаря очистке сточных вод на очистных сооружениях канализации. Иловый осадок состоит из осадка с песколовок и сырого осадка с первичных отстойников.

Сырой осадок перемещается на иловые площадки с помощью системы трубопроводов. И уже на иловых площадках подвергается процессу обезвоживания и сушки осадка в естественных условиях.

Осадок с песколовок перемещается на песковые площадки, после чего обезвоживается. Отстоянная после обезвоживания вода перекачивается на иловые площадки, где проходит дальнейшую сушку;

2. Твердые бытовые отходы. Данная группа отходов образуется в процессе: очистки и промывки колодцев, входящих в систему канализации города; очистки сточных вод с помощью решеток на очистных сооружениях

(мусор и крупные загрязнения); жизнедеятельности и работы персонала предприятия.

К этой группе относят только не взрывоопасные, не токсичные, не разлагаемые отходы, имеющие твердое состояние.

Утилизация ТБО производится согласно договору с ТОО «Оскеменспецкоммунтранс» путем вывоза на полигоны ТБО;

3. Лом черных металлов. Группа отходов образуется в процессе производственной деятельности предприятия.

К данной группе относятся отходы не пожароопасные, нерастворимые, твердые, невзрывоопасные, нелетучие, нетоксичные.

Утилизация проводится по договору с специализированной организацией путем вывоза на переработку;

4. Отработанные ртутные лампы. Группа отходов образуется в процессе производственной деятельности предприятия.

Отходы содержат токсичное вещество – ртуть.

К группе относятся твердые, не растворимые в воде, взрывобезопасные и пожаробезопасные отходы.

Утилизация осуществляется по договору с ТОО «РЭЦД»;

5. Отработанные автошины. Группа отходов, образующаяся в результате технического обслуживания автотранспорта.

После эксплуатации временно хранятся на открытой площадке и далее сдаются в специализированную организацию;

6. Не пригодные по назначению отработанные масла. Группа отходов, образующаяся в результате обслуживания и ремонта автотранспорта и технического оборудования.

К группе относят отходы пожароопасные, слаборастворимые в воде и невзрывоопасные. Содержат токсические компоненты – углеводороды.

Отработанные масла сливаются в металлические емкости и используются как вторичное сырье или сдаются на утилизацию в специализированную организацию;

7. Отработанные свинцовые аккумуляторы. Группа отходов образуется в процессе эксплуатации автотранспорта.

После эксплуатации временно складироваться, а далее сдаются в специализированную организацию для утилизации;

8. Промасленная ветошь. Образуется при техническом обслуживании оборудования. Отходы имеют вид хлопчатобумажной ткани, пропитанной горюче-смазочными материалами. Данные отходы пожароопасны, не растворимы в воде и невзрывоопасны.

Утилизируются путем сжигания в кузнечном горне, в битумных котлах или сдаются в специализированную организацию на утилизацию;

9. Огарки отработанных электродов. Образуются в результате выполнения сварочных работ. Относятся к группе несгораемым производственным отходам. Отходы непожароопасны, невзрывоопасны и не растворимы в воде.

После эксплуатации сдаются на переработку вместе с ломом черных металлов;

10. Золошлаковые отходы. Отходы образуются в результате сжигания угля в кузнечном горне.

Данная группа отходов передается населению для собственных нужд на безвозмездной основе;

11. Строительный мусор. Образуются в результате выполнения ремонтно-строительных работ.

Отходы складироваться в контейнерах строительных отходов и после вывозятся на полигон промышленных отходов в соответствии с договором с ТОО «Оскеменспецкоммунсервис»;

12. Отработанные промасленные фильтры. Образуются в результате технического обслуживания и ремонте автотранспорта, технического оборудования.

После эксплуатации отходы данной группы сдаются на утилизацию;

13. Промасленные опилки. Данная группа отходов образуется в результате технического обслуживания и ремонта автотранспорта. Отходы относятся к сгораемым производственным отходам, при это они не растворимы в воде и не взрывоопасны.

После эксплуатации сдаются в утилизацию.

На предприятии ведется контроль в области обращения с отходами производства, который осуществляется в соответствии с разработанным «Проектом нормативов размещения отходов производства и потребления для ГКП «Оскемен Водоканал» [4].

Для уменьшения вредного воздействия отходов на состояние окружающей среды и обеспечения соответствия мест их временного накопления или хранения на территории предприятия действующим нормам и правилам разработаны плановые и внеплановые мероприятия, такие как:

1. Постоянный учет образовавшихся отходов;
2. Контроль за состоянием емкостей для хранения отходов;
3. Размещение илового осадка на иловых площадках для естественного обезвоживания;
4. Соблюдения надлежащего состояния территорий промышленных площадок;
5. Соблюдение требований хранения отходов различных классов опасности;
6. Своевременный вывоз отходов в места их утилизации сторонними организациями.

### 2.3 Мониторинг состояния окружающей среды

В силу сложившегося социально-экономического развития Восточно-Казахстанская область входит в число наиболее неблагоприятных регионов Республики Казахстан по экологической обстановке. Как итог, город Усть-Каменогорск является одним из наиболее загрязненных городов Казахстана.

Это обусловлено перенасыщением области предприятиями горнодобывающей, металлургической и энергетической направленности.

Работа предприятий металлургической промышленности, теплоэнергетики и автотранспорта влияет на загрязнение атмосферного воздуха. Так, доля неблагоприятного состояния атмосферы Усть-Каменогорска по сравнению с другими городами области свыше 42 % [3].

По данным Восточно-Казахстанского Гидрометцентра, начиная с 1997 года отмечается ежегодный рост индекса загрязнения атмосферного воздуха в среднем на 0,1-0,2 единиц [2].

В целом экологическое состояние города Усть-Каменогорска характеризуется следующим образом.

Атмосферный воздух. Загрязнение атмосферного воздуха города Усть-Каменогорска обусловлено плохой вентиляцией города (средний процент штиля 48 %), большим количеством стационарных источников выбросов и транспортных средств [4].

В городе расположено более 3000 стационарных источников, относящихся к 169 предприятиям. Данные источники ежедневно наносят ущерб как биоценозам, так и населению Усть-Каменогорска и ближайших населенных пунктов. В зависимости от категории опасности, массы и видового состава выбрасываемых загрязняющих веществ, предприятия делятся на категории. К первой категории относятся 6 предприятий:

1. МП ОАО «Казцинк». Данное предприятие дает 74 % от общей доли выбросов предприятий данной категории;
2. Усть-Каменогорская ТЭЦ;
3. Согринская ТЭЦ;
4. Усть-Каменогорские «Тепловые сети»;
5. ЗАО «Опытный свинцовый завод»;
6. ОАО «УМЗ»;

Малые предприятия города вносят небольшую долю в загрязнение атмосферы города, однако вместе взятые все-таки вносят значительный вклад.

На долю автотранспорта в загрязнении приземного слоя воздуха приходится около 30 %, что доказывает его существенное влияние на состояние атмосферы [4]. Чаще всего основной причиной этому служат низкое качество топлива и отсутствие фильтров по очистке выхлопных газов, а также ухудшение технического состояния подвижного состава автохозяйств и ежегодное увеличение парков автомобилей в городе.

Около 20 % выбрасываемых в окружающую среду компонентов относятся к первому и второму классу опасности. К ним относятся свинец, селен, кадмий, мышьяк, фтористый водород, хлор и другие. Особенно велико содержание сернистого ангидрида в воздушном бассейне города [4].

Среднегодовое превышение предельно-допустимых концентраций по городу составило: по пыли – 2,0 ПДК, диоксида серы – 2,4 ПДК, диоксида азота – 3,3 ПДК, фенола – 2,7 ПДК, неорганических соединений мышьяка – 1,0 ПДК, оксида углерода и хлора – 0,7 ПДК.

Максимальные из разовых концентраций составили: пыли 5,2 ПДК, фенола – 4,9 ПДК, диоксида азота – 4,7 ПДК, оксида углерода – 2,4 ПДК, диоксида серы – 1,1 ПДК, хлора – 1,0 ПДК, формальдегида – 0,9 ПДК [2].

Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ наблюдаются в дни с неблагоприятными метеорологическими условиями.

Наиболее высокий уровень загрязнения всеми примесями отмечается в районе ПНЗ-1 (ул. Рабочая), например, в течение первой декады февраля 2020 года содержание свинца превышало санитарную норму в 2,8 раза. Также превышение в 1,2 раза по свинцу наблюдалось в течение 2 декады февраля 2020 года в районе ПНЗ-5 (ул. Урицкого, 30) [2].

Подобное состояние атмосферного воздуха негативно сказывается на здоровье населения города. Учащается заболеваемость верхних дыхательных путей, органов пищеварения, системы кровообращения, эндокринной системы и органов дыхания. Замечена тенденция роста числа раковых заболеваний, лейкемии, новообразований.



Плачевная ситуация усугубляется суммированием негативного влияния загрязняющих веществ, присутствующих в атмосфере.

На сегодняшний день на территории Усть-Каменогорска расположено 5 постов наблюдений за содержанием пыли в атмосферном воздухе, 4 поста наблюдений за содержанием фенола и формальдегида, 3 поста наблюдений за содержанием оксида углерода и 2 поста наблюдений за содержанием хлора, тяжелых металлов, мышьяка и свинца. Мониторинг за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух осуществляется в рамках ведения производственного мониторинга предприятиями. Работа передвижного поста для отбора проб проводится в дни с НМУ в районах с неблагоприятной экологической ситуацией, на территории которых отсутствуют стационарные посты.

Водные ресурсы. Реки, протекающие по территории Восточно-Казахстанской области, характеризуются как наиболее загрязненные реки Республики Казахстан. Все из-за того, что они протекают в районах добычи и обогащения полиметаллических руд.

На территории города расположились 20 выпусков сточных вод. В зоне деятельности предприятий к источникам загрязнения относятся промплощадки с производственными цехами, промливневые стоки, накопители промтоходов. К загрязнителям водоносного горизонта относятся свинец, селен, кадмий, нитрит [2]. Загрязнение данными химическими элементами распространилось на многие километры в западной части города, что привело к постоянному экстремально высокому загрязнению реки и закрытию нескольких питьевых водозаборов.

Из-за длительного давления множественных очагов техногенного загрязнения на подземные и поверхностные воды, долина реки Ульбы была подвержена интенсивному загрязнению опасными токсикантами, концентрация в подземных водах которых достигает десятков тысяч ПДК.

Наиболее загрязненным является створ «1,45 км выше устья р. Ульба», где концентрация меди круглогодично превышает 4 ПДК, цинка 4,5 ПДК, нефтепродуктов 2 ПДК, нитритного азота 1 ПДК [2].

На состояние вод Иртыша сильное негативное влияние оказывает промышленный комплекс области. Наиболее загрязнен створ «0,5 км ниже сброса ТМК». Средние концентрации меди в этом створе 3,5 ПДК, цинка 1,9 ПДК, нефтепродуктов 2,5 ПДК, нитритного азота 1,3 ПДК [2].

Стоит отметить проблему загрязнения водного бассейна из-за перегрузки очистных сооружений. Сброс стоков после очистки производится в реку Иртыш. Критическая ситуация создается из-за недостаточной мощности очистных сооружений. По этой причине в Иртыш сбрасываются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды.

Мониторинг за состоянием рек Ульбы и Иртыш в черте города осуществляется лишь раз в квартал, что не способствует своевременному принятию мер по снижению загрязнения водных объектов.

Остается сложной экологическая обстановка на объектах водоснабжения вследствие длительного влияния на качество источников водоснабжения множественных очагов техногенного загрязнения подземных и поверхностных вод. В черте города расположены хвостохранилища ОАО «УМЗ», золоотвалы Усть-Каменогорской и Согринской ТЭЦ, отвалы металлургического производства МП ОАО «Казцинк». Токсичные компоненты отходов вымываются в подземные горизонты, загрязняя их токсичными компонентами.

Промышленные и бытовые отходы. В распоряжение очистных сооружений поступают не только хозяйственно-бытовые стоки, но и сбросы промышленных предприятий. В результате чего в твердом осадке присутствует высокое содержание высокотоксичных металлов, что не позволяет использовать твердый осадок в качестве удобрений.

Ежегодно населением города образуется до 65000 тонн твердых бытовых отходов, то есть в среднем 200 кг на человека [2]. Конечно, с каждым

годом количество отходов только увеличивается, в том числе и количество пластиковых отходов. Около 30 % отходов по весу и 50 % по объему составляют различные упаковочные материалы, являющиеся отходами предприятий среднего и малого бизнеса. Из них 13 % веса и 30 % объема упаковочных материалов составляет пластик. На городскую свалку вывозятся также промышленные отходы предприятий 4 класса опасности. Например, золошлаковые отходы. Количество золошлаковых отходов в самых крупных золоотвалах ТОО АЕС УК ТЭЦ и ТОО АЕС Согринская ТЭЦ уже превысило их проектные мощности, а строительство новых золоотвалов затягивается, что может обернуться серьезными проблемами не только для самих предприятий, но и для Усть-Каменогорска в целом (вплоть до размораживания теплосетей в осенне-зимний период). Подавляющее большинство более мелких котельных размещают свои отходы на открытых площадках, часто не обустроенных, либо вывозят на мусорные свалки. Вторичное использование ЗШО в качестве строительных материалов крайне незначительно в связи с общим спадом объемов строительства и отсутствием передовых технологий.

Переработка промышленных и бытовых отходов не ведется, за исключением переработки металлургических кеков на ОАО «Казцинк». Неотъемлемой частью утилизации ТБО должны стать мероприятия по сокращению количества отходов, селективного сбора и сортировки отходов, утилизации из них полезных компонентов.

В результате проведенных исследований установлено критическое состояние почв, водных ресурсов и атмосферного воздуха. Проект нового полигона ТБО был разработан, однако, в связи с изменением СНиП и других регламентирующих документов, проект требует корректировки с последующей перепривязкой объекта на местности.

В связи с ухудшающейся эпидемиологической обстановкой на территории Республики, актуальна проблема захоронения трупов животных. Предполагаемое решение указанной проблемы – строительство скотомогильника.

### 3. УТИЛИЗАЦИЯ ИЛОВОГО ОСАДКА КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗДЕРЖЕК

#### 3.1 Расчет образования илового осадка

Для оценки эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка необходимо рассчитать годовой прирост активного ила в расчете на сухое вещество.

Расчет проводится исходя из производительности канализационных очистных сооружений, которая равна 112000 м<sup>3</sup>/сут [2].

Прирост активного ила при работе биологических очистных сооружений рассчитывается по формуле 1, согласно временной методике по расчету нормативов образования отходов производства и потребления [5].

$$P_i = 0,8 \cdot C_{\text{сдп}} + K_g \cdot L_{\text{bn}}, \text{ (мг/л} \cdot \text{(г/м}^3\text{))} \quad (1)$$

где  $C_{\text{сдп}}$  – концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк, мг/л;

$K_g$  – коэффициент прироста (0,3);

$L_{\text{bn}}$  – БПК<sub>полн.</sub> поступающей в аэротенк сточной воды, мг O<sub>2</sub>/л.

$$P_i = 0,8 \cdot 240 + 0,3 \cdot 160 = 240, \text{ (мг/л} \cdot \text{(г/м}^3\text{))}$$

Исходные данные о концентрации взвешенных веществ в сточных водах, поступающих в аэротенк, и БПК<sub>полн.</sub> взяты из результатов сточных вод, выполненных в лаборатории предприятия [4].

Годовой прирост активного ила (в расчете на сухое вещество) рассчитывается по формуле 2 и составляет:

$$Q_{\text{ил}} = 112000 \cdot 365 \cdot 240/1000 = 9811,2 \text{ (т/год)} \quad (2)$$

### 3.2 Анализ негативного воздействия илового осадка на окружающую среду

На иловых площадках происходит постоянное выделение газов в результате различных физико-химических и биологических процессов. Эти газы постоянно поступают в атмосферу, так как контролировать газообразование невозможно.

Наиболее опасны сернистые ( $\text{SO}_2$ ) и парниковые ( $\text{CO}_2$  – углекислый газ,  $\text{CH}_4$  – метан,  $\text{N}_2\text{O}$  – закись азота) газы.

Сернистый газ не имеет цвета, но при этом имеет резкий раздражающий запах. Часть сернистого газа превращается в серный ангидрид в результате фотохимического окисления в атмосфере. Далее серный ангидрид вместе с атмосферной влагой образуют серную кислоту, что приводит к образованию кислотных дождей (рН может достигать 2,5), которые пагубно влияют на биоту, технические сооружения и т.д. При понижении рН резко усиливается эрозия почв и увеличивается подвижность токсичных металлов [6]. Под влиянием сернистого газа и серной кислоты происходит разрушение хлорофилла в листьях растений, в связи с чем ухудшается фотосинтез и дыхание, повышается уровень содержания углекислого газа, замедляется рост, снижается качество древесных насаждений и урожайность сельскохозяйственных культур, а при более высоких дозах воздействия растительность погибает [7].

Образование углекислого газа в атмосфере – одна из основных причин парникового эффекта. Углекислый газ легко пропускает ультрафиолетовые лучи и лучи видимой части спектра, которые поступают на Землю от Солнца и обогревают ее. В то же время он поглощает испускаемые Землей инфракрасные лучи и является одним из парниковых газов, вследствие чего принимает участие в процессе глобального потепления [7].

Выбросы метана в процессе размещения осадков на иловых площадках и полигонах. Например, из-за анаэробного разложения находящихся внутри свалок органических веществ образуются горючие газы, в основном, метан.

Накопление метана в атмосфере ведет к увеличению температуры нижних слоёв атмосферы, так называемому парниковому эффекту. Степень воздействия метана на атмосферу оценивается в 20-25 раз больше, чем воздействие углекислого газа [8]. Самым опасным последствием парникового эффекта считается глобальное потепление, которое ведет к нарушению теплового баланса на планете в целом.

Закись азота – бесцветный газ, тяжелее воздуха, с характерным сладковатым запахом. Парниковая активность закиси азота в 298 раз выше, чем у углекислого газа [9]. Кроме того, оксиды азота могут влиять на озоновый слой. Оксиды азота занимают второе место после диоксида серы по вкладу в увеличение кислотности осадков. В дополнение к косвенному воздействию (кислотный дождь), длительное воздействие диоксида азота в концентрации 470-1880 мкг/м<sup>3</sup> может подавлять рост некоторых растений (например, томатов) [9]. Значимость атмосферных эффектов оксидов азота связана с ухудшением видимости. Диоксид азота играет важную роль в образовании фотохимического смога.

Основное воздействие на почву при накоплении осадка сточных вод на иловых картах оказывают тяжелые металлы (таблица 1). Тяжелые металлы, поступая из почвы в растения, передаваясь по цепям питания, оказывают токсическое действие на растения, животных и человека. Ухудшение свойств почв наблюдается при высоком уровне содержания тяжелых металлов.

Таблица 1 – Воздействие тяжелых металлов на человека и окружающую среду [10]

Наименование элемента	Воздействие на человека	Воздействие на окружающую среду
Медь	Хронический избыток меди приводит к замедлению и остановке роста, гемолизу и снижению	Накапливается в окружающей среде, при этом повышается токсичность.

	<p>гемоглобина в крови, к нарушению тканей в почках, печени, мозге. Достаточно быстро происходит и выведение избытка меди из организма.</p>	
<p>Никель</p>	<p>Попадая в организм ингаляционным путем в виде <math>Ni(CO)_4</math>, никель может вызвать тяжелые последствия. Данное соединение обладает высокой растворимостью в жирах и легко проникает через мембраны, откладываясь в легких, почках, мочевом пузыре, сердечной мышце. Соединения никеля могут быть канцерогенными. Были зафиксированы случаи повышение риска раковых заболеваний дыхательных путей. При введении никеля с едой и питьем канцерогенез отсутствует.</p>	<p>Главным механизмом токсичности никеля является вызванное его избытком ограничение пере распределения железа от корней к верхушкам растения, вызывающее хлороз.</p>

Свинец	<p>Главной мишенью свинцового токсикоза является кроветворная и нервная системы. Период полувыведения свинца из организма составляет 10-20 лет.</p>	<p>Свинец отрицательно влияет на биологическую деятельность в почве. Свинец имеет способность передаваться по цепям питания, накапливаясь в тканях растений, животных и человека. Доза свинца, равная 100 мг/кг сухого веса корма, считается летальной для животных.</p>
Цинк	<p>Неприятный вкус цинка в воде чувствуется при его концентрации 15 мг/л, а очень заметен он при 40 мг/л. В целом цинк мало опасен для человека, а наиболее тяжелое отравление наблюдается, когда его поступление в организм сопровождается другим токсичным элементом – кадмием</p>	<p>Накопление избыточного количества цинка отрицательно влияет на многие почвенные процессы: вызывает изменение физических и физико-химических свойств почвы. Цинк подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, и нарушает процессы образования органического вещества в почвах.</p>



<p>Марганец</p>	<p>Токсической дозой для человека считается 40 мг марганца в день, летальная доза - не установлена. При избытке может развиваться тяжелые нарушения психики, в том числе галлюцинации – "марганцевое безумие".</p>	<p>Механизм токсичного воздействия марганца связан с подавлением метаболизма железа и кальция, вызывающим соответствующие видимые признаки недостатка этих элементов.</p>
<p>Кадмий</p>	<p>Известен, как токсичный элемент. Обладает высокой растворимостью в воде, особенно при слабокислой реакции среды. Биологический период полувыведения кадмия составляет около 20 лет. Действие кадмия может отразиться на многочисленных органах, включая легкие, сердце, печень, почки. Токсичное действие металла проявляется уже при очень низких концентрациях.</p>	<p>Токсичность кадмия для растений проявляется в нарушении активности ферментов, торможении фотосинтеза. При повышенном содержании кадмия в почве наблюдается закономерность распределения элемента по органам, наибольшее накопление отмечается в корнях, наименьшее – в генеративных и запасающих органах. Кадмий для человека более токсичен, чем для растений.</p>

Фильтрат с иловых площадок, проходя через толщу отходов, обогащается токсичными веществами, входящими в состав отходов или

являющимися продуктами их разложения (тяжелыми металлами, органическими, неорганическими соединениями).

На полигонах очистных сооружений, сооруженных без соблюдения правил охраны окружающей среды (не имеющих противотриационного экрана, системы отвода и очистки фильтрата), фильтрат свободно стекает по рельефу, попадает в почву, грунтовые и подземные воды. Такие фильтраты содержат биологически трудноокисляемую органику, например, галогенорганические соединения, азотсодержащие органические комплексы, вследствие чего обладают весьма высокими значениями показателя химического потребления кислорода, который может достигать до 40000 мг  $O_2$ /л [11]. Их санитарно-эпидемиологическая опасность усугубляется содержанием патогенных микроорганизмов.

Проникновение фильтрата в почвы и грунтовые воды может привести к значительному загрязнению окружающей среды не только вредными органическими и неорганическими соединениями, но и яйцами гельминтов, патогенными микроорганизмами.

Анализ негативного воздействия на окружающую среду при использовании иловых площадок представлен на рисунке 3.

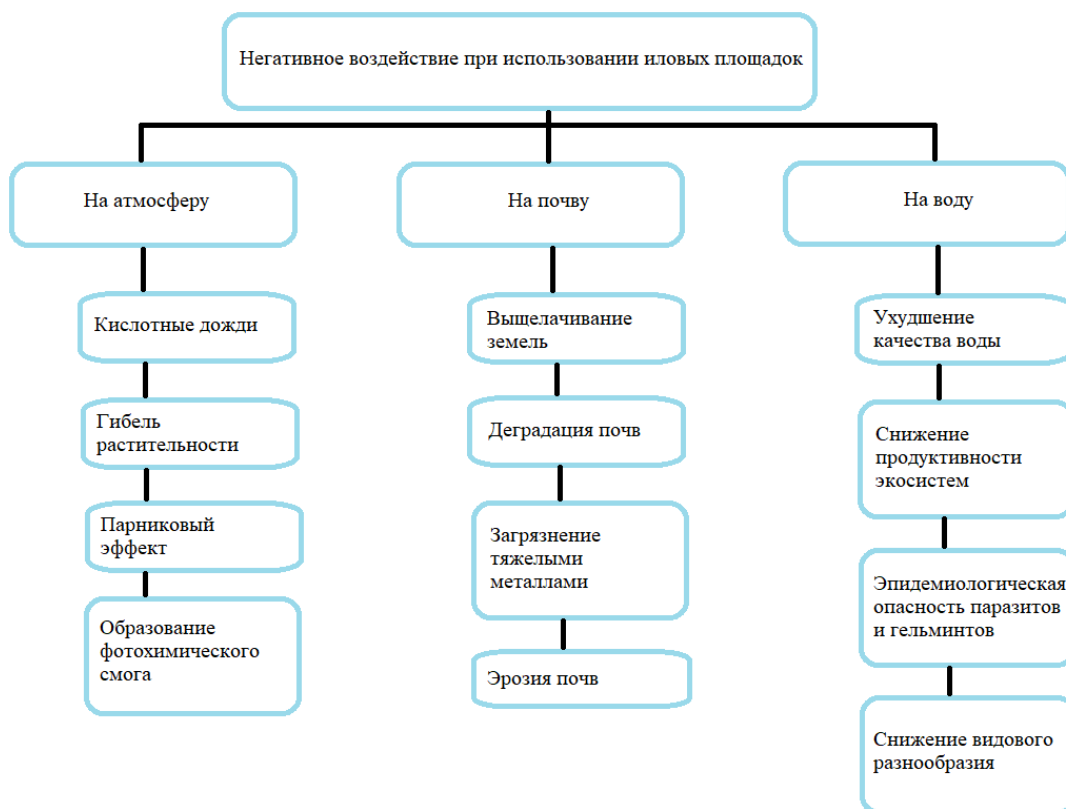


Рисунок 4 – Негативное воздействие при использовании иловых площадок (составлено автором)

### 3.2.1 Влияние на атмосферный воздух

#### 3.2.1.1 Расчет мощности выброса взвешенных веществ PM10

Интенсивными неорганизованными источниками загрязнения атмосферы являются иловые карты очистных сооружений.

Удельный выброс вредного вещества, в данном случае PM10, при использовании иловых карт можно рассчитать по формуле 3, согласно методическому пособию по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов [12].

$$M_{\text{хр}} = K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{\text{раб}} + K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot 0,11 \cdot q \cdot (F_{\text{пл}} - F_{\text{раб}}) \cdot (1 - n), \text{ (г/с)} \quad (3)$$

где  $M_{\text{хр}}$  – удельный выброс вредного вещества (PM10), г/с;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий местные условия, условия образования взвешенных частиц. Равен 1;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий влажность материала. Равен 0,01;

$K_6$  – коэффициент, учитывающий профиль поверхности складированного материала. Равен 1,67;

$K_7$  – коэффициент, учитывающий крупность материала. Равен 0,8;

$q$  – максимальная удельная сдуваемость пыли,  $г \cdot (м^2 \cdot с)$ . Рассчитывается по формуле 4;

$n$  – степень улавливания твердых частиц. Равен 0;

$F_{раб}$  – площадь складированной поверхности,  $м^2$ . Равен 2300;

$F_{пл}$  – поверхность пыления,  $м^2$ . Равен 34500.

$$q = a \cdot v^b, \text{ г} / (\text{м}^2 \cdot \text{с}) \quad (4)$$

где  $v$  – скорость ветра, м/с. Равен 2,3;

$a$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты, зависящие от типа материала.

Коэффициент  $a$  равен 0,0137. Коэффициент  $b$  равен 2,328.

$$q = 0,0137 \cdot 2,3^{2,328} = 0,095 \text{ г} / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$$

Таким образом, удельный выброс вещества PM10 рассчитывается по следующей формуле:

$$M_{xp} = 1 \cdot 0,01 \cdot 1,67 \cdot 0,8 \cdot 0,095 \cdot 2300 + 1 \cdot 0,01 \cdot 1,67 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 0,095 \cdot (34500 - 2300) \cdot (1 - 0) = 7,414, (\text{г}/\text{с})$$

Можно сделать вывод, что удельный выброс вещества PM10 от иловых карт за теплый период года, так как именно в этот период иловые карты подвержены наибольшему выделению взвешенных веществ в атмосферу, при

неблагоприятных метеорологических условиях, таких как сильная жара и ветреная погода, равен 97,419 тонн.

### 3.2.1.2 Расчет приземной концентрации взвешенных веществ PM10

Расчет концентрации взвешенных веществ PM10 в приземном слое в теплый период года, с учетом розы ветров (рисунок 5), проведенный с помощью программы «ПДВ-Эколог», показал:

1. Концентрации взвешенных веществ в пределах санитарной зоны достигают показателя 25 и более ПДК максимально-разовые;
2. За пределами санитарной зоны негативное воздействие на атмосферный воздух с показателями от 10 до 1 ПДК распространяется в радиусе 3 км;
3. В зоне наибольшего негативного воздействия находятся жилые зоны, представленные садоводческими обществами «Центр», «Сетевик», «Урал», «Жемчужина», «Родничок» и «Светоч»;
4. Часть взвешенных веществ переносится по направлению в город.

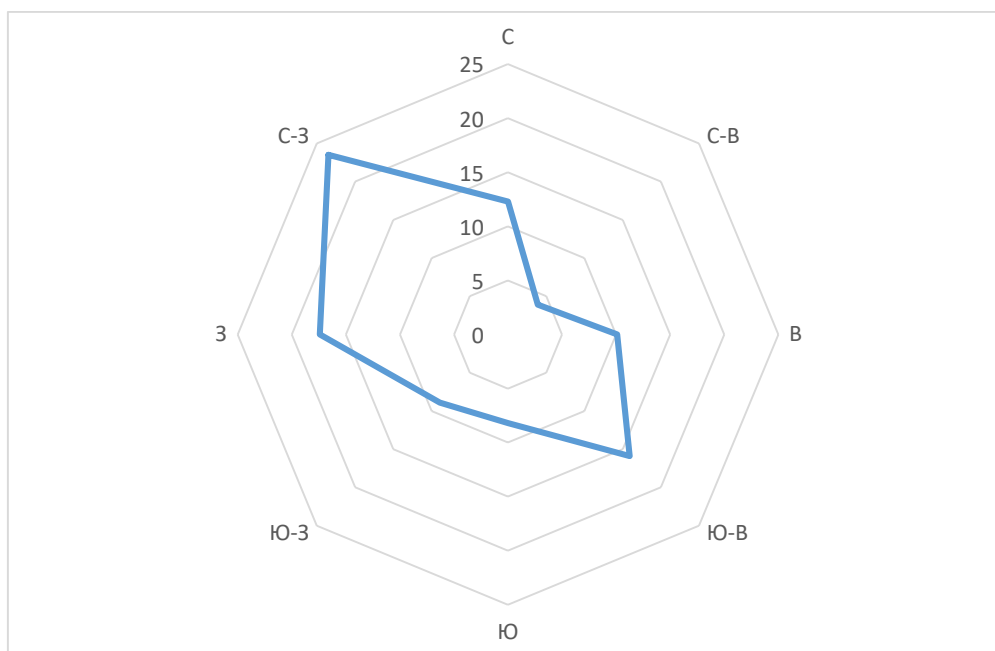


Рисунок 5 – Роза ветров г. Усть-Каменогорск (составлено автором)

Таким образом, население города напрямую подвержено негативному воздействию взвешенных веществ PM10.

Результаты расчетов наглядно можно посмотреть в приложении А.

### 3.3 Обзор существующих способов утилизации

В рамках данной работы был выполнен литературный обзор на предмет утилизации активного ила, в результате которого было выявлено, что основными направлениями утилизации являются: депонирование, пиролиз, сжигание, использование в строительстве, применение в качестве удобрения, создание органоминерального грунта.

Депонирование является наиболее популярным методом утилизации ила в Казахстане. Метод депонирования заключается в захоронении избыточного активного ила на специализированных площадках – полигонах. Данный метод является наиболее экономичным, но вызывают ряд негативных экологических последствий: потеря земель, загрязнение атмосферы. А также при несоблюдении техники безопасности эксплуатация таких полигонов может вызвать загрязнение почвы и подземных вод тяжелыми металлами [13].

Сжигание – процесс окисления органической части осадков до нетоксичных газов и золы. Данный процесс позволяет значительно уменьшить объем осадка и уничтожить патогенные микроорганизмы и яйца гельминтов. Перед сжиганием избыточный активный ил следует подвергнуть обезвоживанию. Так же при наличии токсичных компонентов топочный газ и зола требуют дополнительной очистки [13].

Использование избыточного активного ила в строительстве позволяет утилизировать компоненты, загрязненные тяжелыми металлами и токсинами, а также является достаточно экономичным. Недостатком данного метода является невозможность использования в качестве самостоятельного метода утилизации, а также возможность негативного влияния компонентов смеси на человека с течением времени [14].

Применение избыточного активного ила в качестве органического удобрения является одним из наиболее экологичных способов утилизации, но его целесообразно использовать, только при отсутствии тяжёлых металлов и

токсикантов составе смеси. В противном случае такой способ утилизации приведет к деградации земель и потере территорий [15].

Пиролиз – высокотемпературный нагрев без доступа кислорода, с получением топливных компонентов (уголь, пиролизное масло, пиролизный газ). Одним из главных достоинств данного метода является совместная утилизация избыточного активного ила и получение продуктов, которые можно использовать в производстве. Так же стоит отметить, что процесс пиролиза является управляемым, что позволяет поддерживать эффективную работу при изменении качественного состава утилизируемого вещества. Однако пиролиз является взрывопожароопасным процессом, что требует дополнительного контроля [15].

Органоминеральный грунт – создание искусственного почвенного субстрата путем составления смеси из бентонитоподобных глин или суглинков, которые обладают минеральной основой, и илистых осадков, богатых органикой. Данный способ утилизации позволяет начать широкомасштабные работы по рекультивации техногенно нарушенных земель (карьеров, полигонов отходов производства и потребления и др.) с использованием осадков сточных вод [16].

Достоинства и недостатки основных методов утилизации представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки основных методов утилизации (составлено автором)

Способ утилизации	Достоинства	Недостатки
Захоронение на полигонах (депонирование)	Простота использования; Низкая энергоемкость.	Отчуждение значительных площадей; Выбросы в атмосферу;

		Сбросы в виде утечек и просачиваний в грунт.
Метод пиролиза	<p>Получение активированного угля;</p> <p>Первичный деготь, при фракционной разгонке может дать такие ценные продукты, как парафины, асфальтены, карбоновые кислоты, фенолы, коксовую пыль, органические основания;</p> <p>Простое и качественное управление процессом, стабильная работа при изменении качества поступающего осадка, уменьшенный вынос золы и других загрязнений в атмосферу;</p> <p>Значительное уменьшение потребности в топливе, в том числе возможность проведения процесса пиролиза осадка без использования дополнительного источника топлива.</p>	<p>Пирологические установки обладают повышенной пожаро- и взрывоопасностью;</p> <p>Наличие в золе возгорающихся составляющих требует принятия дополнительных мер по ее безопасному размещению.</p>



Сжигание	Сокращается общий объем осадка; Отходы установки сжигания – мелкодисперсная минеральная зола, которая может использоваться для производства кирпича, бетона, облицовочных материалов.	Даже при самой высокой организации очистки дымовых газов выделяются полихлорированные диоксины, полихлорированные дибензофураны, СО и NO.
Использование в строительстве	Использование осадка, содержащего тяжелые металлы; Хороший экономический эффект.	Может быть реализован только совместно с другим способом утилизации; Не изучено влияние на человека.
Органическое удобрение	Экономически выгодный способ использования; Улучшает физические свойства почвы; Прибавка зерновых культур в среднем на 25-30 %.	Требует соблюдения сроков и доз внесения; Требуется контроль на содержание тяжелых металлов и токсикантов.
Органоминеральный грунт	Рекультивация техногенно нарушенных земель;	Требуется контроль на содержание тяжелых

	Фитомелиорация участка и формирование привлекательного вида природно-техногенного ландшафта.	металлов и токсикантов.
--	--	-------------------------

Анализ способов утилизации избыточного активного ила показал, что наиболее эффективным методом утилизации является создание органоминерального грунта.

Данный выбор обусловлен тем, что создание органоминерального грунта позволит избавиться от отчужденных нарушенных земель, восстановить их и создать зеленые зоны для города. Недостатки процесса легко устраняются, благодаря использованию современных технологий и качественному контролю.

#### 3.4 Обзор предлагаемого способа утилизации

Город Усть-Каменогорск является одним из наиболее крупных промышленных центров Республики Казахстан. Благоприятное расположение территории, выражающееся в непосредственной близости таких сырьевых ресурсов, как руды цветных и редких металлов, а также золота, угля и строительных материалов, и наличии дешевой гидроэнергетики в виде Усть-Каменогорской и Бухтарминской ГЭС, способствовали быстрому становлению и развитию экономического потенциала города. На территории города локализованы крупные предприятия цветной металлургии, автопромышленного, редкометалльного комплексов, теплоэнергетики, машиностроения, приборостроения, транспорта, стройиндустрии, легкой и пищевой промышленности, лесопереработки, а также коммунального и сельского хозяйства. Плюс ко всему, особенностью инфраструктуры является ее нерациональность, выражающаяся в тесном пространственном размещении промышленных и селитебных зон. Это вызвано как передислокацией в город эвакуированных предприятий во время Великой Отечественной войны, так и

недооценкой возможных негативных экологических последствий деятельности предприятий.

Все это привело к загрязнению токсическими веществами в первую очередь тяжелыми металлами всех компонентов окружающей среды: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и биоты. Стоит отметить размещение в черте города многочисленных хранилищ отходов производства и потребления, которые усугубляют отрицательное воздействие основных производств на окружающую среду.

Ситуацию усугубляют непрерывно возрастающие объемы илового осадка. На данный момент обезвоживание илов осуществляется естественным путем на самых простейших сооружениях – иловых картах. Эта система весьма несовершенна и не эффективна, так как иловые отходы долгое время сохраняют пастообразное состояние, что очень затрудняет их захоронение или дальнейшее использование.

В связи в этом возникает множество вопросов о наиболее грамотной утилизации илового осадка с очистных сооружений.

В рамках этой проблемы была разработана технология «Органоминеральный грунт», запатентованная ТОО «Ерлитос» [17]. Суть технологии заключается в создании искусственного почвенного субстрата путем составления смеси из бентонитоподобных глин или суглинков, которые обладают минеральной основой, и илистых осадков, богатых органикой. Данный проект позволит начать широкомасштабные работы по рекультивации техногенно нарушенных земель (карьеров, полигонов отходов производства и потребления и др.) с использованием осадков сточных вод.

По результатам рентгеноструктурного и термографического анализов, проведенных в рамках проекта, иловые отходы очистных сооружений характеризуется минеральным составом, представленным на графике 1.

Таблица 3 – Состав иловых отходов очистных сооружений, % [17]

Органические вещества	25-41 %
Кварц	25-30 %

Гипс	20-25 %
Глинистые минералы	10-15 %

Судя по результатам проведенных анализов, до 41 % состава илов приходится на органическую составляющую, что говорит о широких возможностях использования этих отходов в различных сферах деятельности.

Результаты токсикологического эксперимента по определению среднесмертельных доз и установления степени токсичности иловых отходов очистных сооружений для теплокровных животных (белые мыши, белые крысы), проводимого в лаборатории токсикологии полимеров и других веществ Государственной санитарно-эпидемиологической службы Республики Казахстан, показали, что отходы отнесены к IV классу токсичности, то есть являются малотоксичными [18].

Спектральный анализ показал наличие в осадках сточных вод относительно высоких концентраций тяжелых металлов. Результаты спектрального анализа можно посмотреть в приложении Б.

Следует подчеркнуть, что для рекультивации техногенно нарушенных земель используется органолептический грунт, состоящий из одной части илов и двух частей суглинков.

Суммарный показатель загрязнения  $Z_c$  нового органолептического грунта, состоящего из такой смеси, составляет 31,5 превышений над единичным фоном, что соответствует умеренному уровню загрязнения почв. То есть, органолептический грунт по уровню загрязняющих веществ будет в 3 раза ( $Z_c$  31,5 против 95,1) менее токсичным по сравнению с осадками сточных вод, наглядно это можно посмотреть на графике 1, что позволяет отнести его к нетоксичным отходам V класса. Плюс ко всему, сформированный грунт, приравненный к V классу опасности, характеризуется высоким содержанием органической составляющей, что обеспечивает его потенциальное плодородие и возможность проводить посев трав с последующим созданием зеленой зоны для города [18].

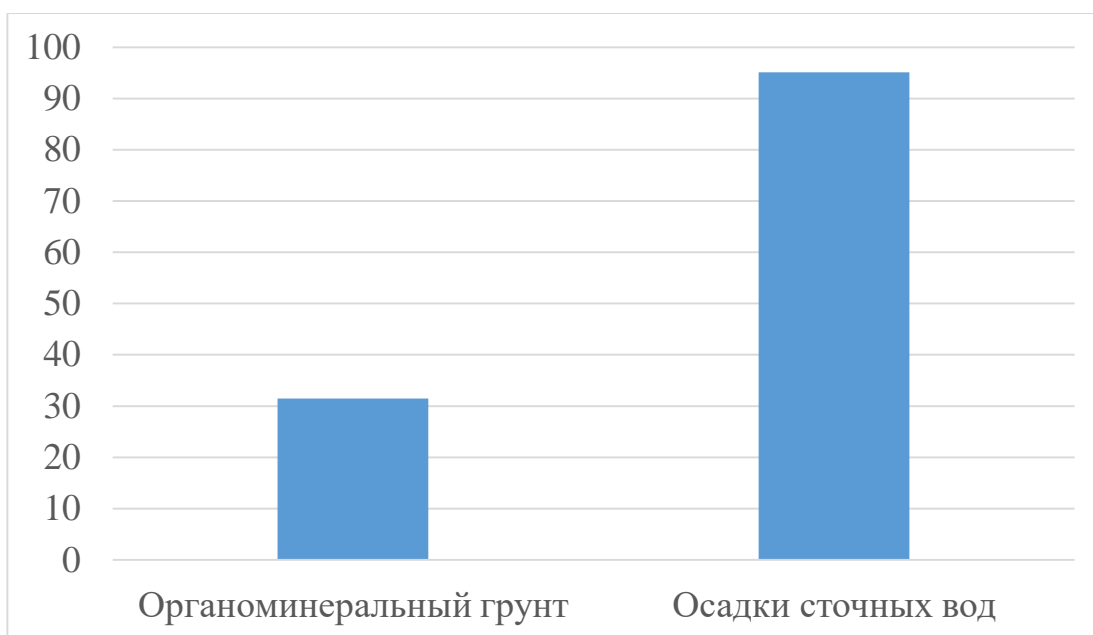


График 1 – Суммарный показатель загрязнения осадков сточных вод и органоминерального грунта (составлено автором),  $Z_c$

Есть основание полагать, что разработанная технология утилизации осадка сточных вод с их одновременным использованием для рекультивации техногенно нарушенных земель, в первую очередь – полигонов твердых бытовых и промышленных отходов, дает возможность решить проблемы с вывозом осадков сточных вод и восстановлением техногенно нарушенных земель.

Рекультивационные работы необходимо выполнять в три этапа: подготовительный, этап технической рекультивации и этап биологической рекультивации [19]. В свою очередь, каждый этап разбивается на ряд последовательных стадий, показанных на рисунке 6.

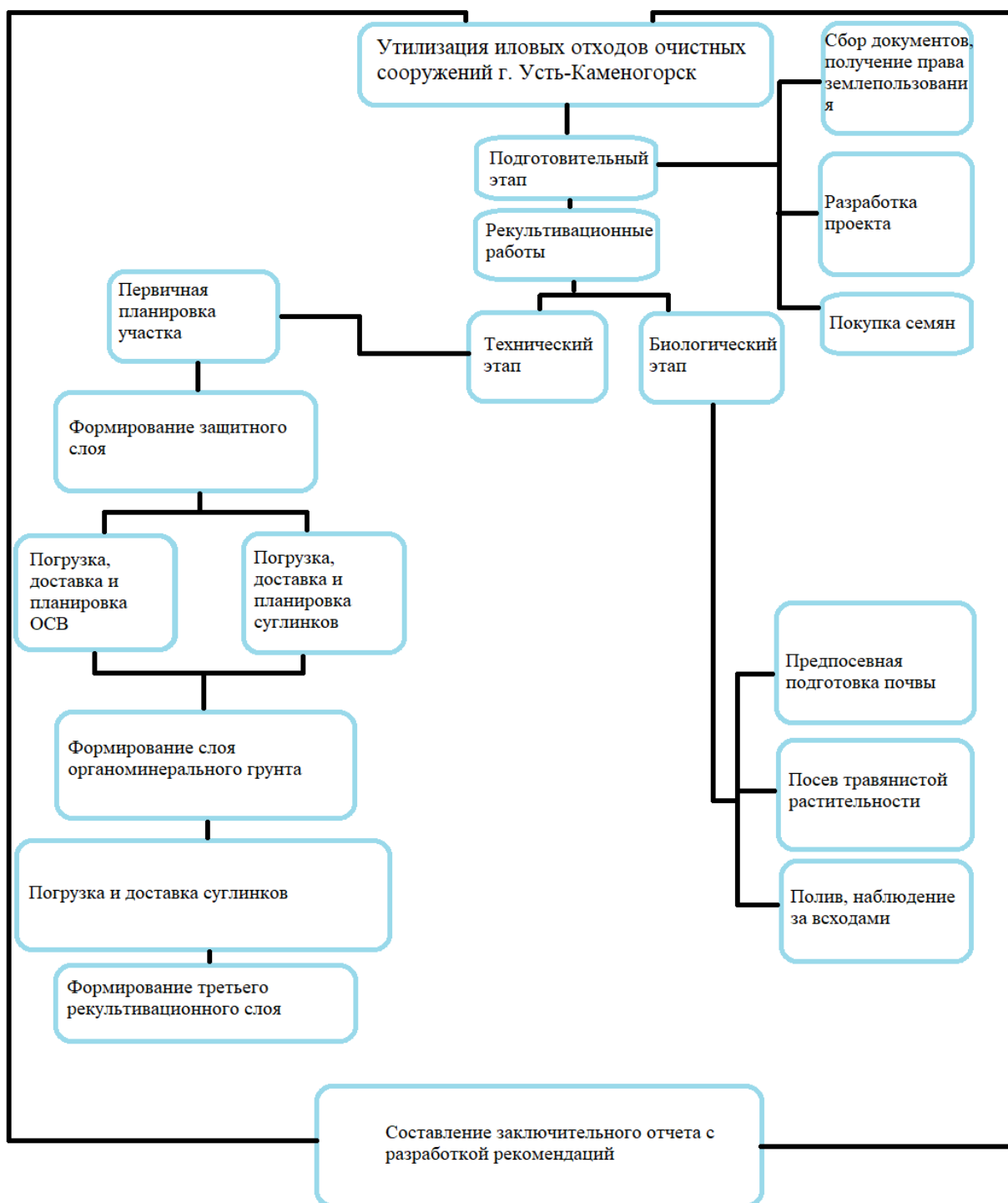


Рисунок 6 – Операционная схема выполнения рекультивации техногенно нарушенных земель с использованием иловых отходов очистных сооружений (составлено автором)

Подготовительный этап включает в себя сбор документов и получение права землепользования, разработку и согласование рабочего проекта, а также закупку семян.

На техническом этапе выполняются работы по планировке участка с последующим формированием трех рекультивационных слоев, из которых первый слой представлен суглинками, второй иловыми отходами и третий – суглинками. В основании первого рекультивационного слоя формируется противотрационная экран.

Биологический этап работ выполняется с целью фитомелиорации участка и формирования привлекательного вида природно-техногенного ландшафта. Данный этап делится на три основные стадии: предпосевная подготовка почвенного субстрата, посев травянистой растительности и контроль над состоянием всходов.

Предпосевная подготовка почвы необходима для окончательной планировки участка рекультивации, измельчения крупных комков с тем, чтобы обеспечить примерно одинаковую плотность поверхности грунта. В свою очередь, это позволяет произвести заделку семян на одинаковую глубину – 1-1,5 см, что гарантирует надежные дружные всходы.

В качестве фитомелиоранта может выступать люцерна – растение, хорошо приспособленное к климатическим условиям Восточного Казахстана, имеющее сильно развитую корневую систему, обладающее устойчивостью к неблагоприятным физико-химическим свойствам грунта.

Главной причиной, сдерживающей широкое использование осадка сточных вод, в первую очередь, в сельском хозяйстве, является относительно высокое содержание в отходах тяжелых металлов. В настоящее время многие промышленные предприятия областного центра не имеют собственных очистных сооружений и по договорам с ГКП «Оскемен Водоканал» сбрасывают свои сточные воды в городские канализационные сети. В последующем эти стоки проходят только биологическую очистку и тяжелые металлы, используемые в технологических процессах предприятий, локализуются в твердой фазе, то есть иловых осадках.

Очевидно, что в настоящее время назрела необходимость разработки таких правовых норм, при которых предприятиям невыгодно было бы

загрязнять окружающую среду. Сегодня же уполномоченные органы просто щадят промобъекты, большая часть которых находится в частной собственности или под иностранным управлением, поскольку они предоставляют рабочие места для жителей областного центра. Эти предприятия ограничиваются платежами за загрязнение окружающей среды, которые не компенсируют наносимый экологический ущерб. А нормативы ПДС, в частности, как правило, приближаются к реальным объемам сбросов.



#### 4. РАСЧЕТ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ГРУНТА

Платежи за загрязнение представляют собой форму возмещения экономического ущерба от выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, а также за размещение отходов на территории государства [20].

Эти платежи возмещают затраты на компенсацию воздействия выбросов и сбросов загрязняющих веществ и стимулирование снижения и поддержание выбросов и сбросов в пределах нормативов, утилизацию отходов, а также затраты на проектирование и строительство природоохранных объектов.

Стоит добавить, что внесение платы за загрязнение не освобождает природопользователей от выполнения мероприятий по охране окружающей природной среды, а также уплаты штрафных санкций за экологические правонарушения и возмещения вреда, причиненного загрязнением окружающей природной среды народному хозяйству, здоровью и имуществу граждан [20].

Платежи вносят организации, деятельность которых оказывает вредное воздействие на природную среду. Плата с природопользователей взимается за следующие виды вредного воздействия на окружающую природную среду:

1. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников;
2. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от передвижных источников;
3. Сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, а также любое подземное размещение загрязняющих веществ;
4. Размещение отходов [21].

#### 4.1 Анализ эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка при платежах за загрязнение атмосферного воздуха

Для расчета эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка при платежах за загрязнение атмосферного воздуха необходимо учитывать данные за теплый период года, в данном случае с мая по сентябрь, так как именно в этот период происходит активное загрязнение взвешенными веществами (PM10).

Расчет платежей за загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами может производиться по формуле 5 [22].

$$P_{\text{атм. воздух}} = C \cdot M_{\text{хр}} + p, \text{ (руб/период)} \quad (5)$$

где  $P$  – размер платы за загрязнение окружающей среды, руб/период;

$C$  – лимитная ставка за загрязнение, руб/т;

$M_{\text{хр}}$  – удельный выброс вредного вещества (PM10), т/период;

$p$  – инфляционная составляющая, %.

Согласно статье 43-8 Закона РК об охране окружающей среды, лимитная ставка за загрязнение атмосферного воздуха за 1 тонну взвешенного вещества равна 1 МРП [23]. В свою очередь 1 минимальный расчетный показатель равен 3180 тенге, что составляет 576 рублей. Для ясности расчет будет проводиться в рублях.

Инфляционная составляющая на 2023 год равна 20,3 % [23].

Стоит отметить, что показатель  $M_{\text{хр}}$ , рассчитанный в главе 3.2.1.1 Расчет мощности выброса взвешенных веществ PM10, имеет единицу измерения г/с и его нужно перевести в т/период. За период считается 5 месяцев, так как это теплый период года. После перевода он будет равен 97,419 т/период.

$$P_{\text{атм. воздух}} = 576 \cdot 97,419 + 20,3 = 67335, \text{ (руб/период)}$$

Таким образом, плата за загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами за теплый период года составляет 67335 рублей.

4.2 Анализ эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка при платежах за захоронение отходов

Для расчета эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка при платежах за захоронение отходов можно воспользоваться формулой 6.

$$P_{\text{захор. отходов}} = C \cdot Q_{\text{ил}} + p, \text{ (руб/год)} \quad (6)$$

где  $P$  – размер платы за загрязнение окружающей среды, руб/год;

$C$  – лимитная ставка за загрязнение, руб/т;

$Q_{\text{ил}}$  – годовой прирост ила, т/год;

$p$  – инфляционная составляющая, %.

Согласно расчетам, проведенным в главе 3.1 Расчет образования илового осадка, годовой прирост ила на ГКП «Оскемен Водоканал» равен 9811,2 т/год.

Инфляционная составляющая на 2023 год равна 20,3 % [23].

Согласно статье 43-8 Закона РК об охране окружающей среды, лимитная ставка за захоронение за 1 тонны ила канализационных очистных сооружений равна 0,19 МРП [23]. В свою очередь 1 минимальный расчетный показатель равен 3180 тенге, что составляет 576 рублей (0,19 МРП 115 рублей). Для ясности расчет будет проводиться в рублях.

$$P_{\text{захор. отходов}} = 115 \cdot 9811,2 + 20,3 = 1353945, \text{ (руб/год)}$$

Таким образом, плата за захоронение отходов за 1 год составляет 1353945 рублей.

Исходя из расчетов, эколого-экономическая эффективность утилизации илового осадка в данном случае неоспорима. Утилизация илового осадка не только поможет сократить расходы предприятия, но и улучшить экологическую ситуацию в городе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам проделанной работы можно сказать, что поставленные цели и задачи были достигнуты. Выявлены особенности физико-географического расположения предприятия, дана краткая характеристика деятельности предприятия и отходообразования в результате этой деятельности, дана оценка воздействия на компоненты окружающей среды в результате эксплуатации иловых карт, проанализированы существующие способы утилизации илового осадка, предложен способ утилизации, способный смягчить негативное воздействие в результате эксплуатации предприятия и произведен расчет эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка предложенным способом.

Посредством решения поставленных задач можно сделать следующие выводы:

1. Анализ современных методов утилизации избыточного активного ила показал, что большая часть осадка накапливается на иловых площадках, оказывая негативное влияние на состояние окружающей среды и занимая большие площади. Для того, чтобы предотвратить негативные последствия, необходима модернизация системы утилизации избыточного активного ила;

2. В работе проведен анализ образования и накопления осадков сточных вод на иловых площадках при очистке сточных вод на очистных сооружениях ГКП «Оскемен Водоканал», в результате чего были выявлены следующие проблемы: иловый осадок не может использоваться в качестве удобрения и строительных материалов, так как содержит определенный процент полимеров и тяжёлых металлов. Метод захоронения является наиболее примитивным и требует больших площадей отчужденных земель. Методы сжигания и пиролиза наносят большой ущерб окружающей среде;

3. В результате анализа существующих способов утилизации избыточного ила метод создания органоминерального грунта был определен как наиболее эффективный по производительности, степени воздействия на окружающую среду и экологической эффективности.

4. На основе качественного состава илового осадка определены экологические риски его воздействия на окружающую среду, такие как: эрозия почв, снижение продуктивности экосистем, образование парникового эффекта.

5. Проведена оценка эколого-экономической эффективности утилизации илового осадка, которая показала, что утилизация илового осадка не только поможет сократить расходы предприятия, но и улучшить экологическую ситуацию в городе.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт города Усть-Каменогорск / город Усть-Каменогорск – Усть-Каменогорск, 2023. – URL: <https://yk.kz/> (дата обращения 05.04.2023).
2. Сайт ГКП «Оскемен Водоканал» / ГКП «Оскемен Водоканал» – Усть-Каменогорск, 2023. – URL: <https://ukg-vodokanal.kz/> (дата обращения 10.04.2023).
3. Когановский А. М. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А. М. Когановский, Н. А. Клименко, Т. М. Левченко. – М.: Химия, 2010. – 288 с.
4. Малкин В. П. Технологические аспекты очистки промстоков, содержащих ионы тяжёлых металлов / В. П. Малкин. – Иркутск, 2009. – 46 с.
5. Алексеев А. К. Временные методические рекомендаций по расчету нормативов образования отходов производства и потребления / А. К. Алексеев. – СПб., 1998. – 46 с.
6. Куликова Т. П. Проблемы водной токсикологии / Т. П. Куликова. – М.: ЭКСМО, 2010. – 234 с.
7. Лазарев К. Г. Современные методы анализа сточных вод / К. Г. Лазарев. – М.: Луч, 2012. – 123 с.
8. Ксенофонтов Б. С. Очистка сточных вод / Б. С. Ксенофонтов. – М.: Знание, 2011. – 144 с.
9. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 2011. – 384 с.
10. Максимовский Н. С. Очистка сточных вод / Н. С. Максимовский. – М.: Стройиздат, 2011. – 193 с.
11. Москвитин Б. А. Оборудование водопроводных и канализационных сооружений / Б. А. Москвитин, Г. М. Мирончик. – М.: ЮНИТА, 2011. – 196 с.
12. Лихарев О. Б. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов / О. Б. Лихарев. – Новороссийск: Нипиотстрой, 2000. – 23 с.

13. Пваменко А. И. Физико-химическая очистка и повторное использование сточных вод / А. И. Пваменко, В. В. Отлешов, Ю. А. Коваленко. – М.: Пищевая промышленность, 2010. – 122 с.
14. Попкович Г. С. Системы аэрации сточных вод / Г. С. Попкович, Б. Н. Репин. – М.: ВИНТИ, 2012. – 316 с.
15. Роев Г. А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды / Г. А. Роев. – М.: Недра, 2010. – 168 с.
16. Ротмистров М. Н. Микробиология очистки сточных вод / М. Н. Ростмиров. – Киев: Наукова Думка, 2011. – 268 с.
17. Соколова В. Н. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков / В.Н. Соколова. – М.: Стройиздат, 2012. – 340 с.
18. Трушин Т.П. Экологические основы природопользования / Т. П. Трушин – Ростов на Дону: Феникс, 2011. – 384 с.
19. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод / И. С. Туровский. – М.: Стройиздат, 2010. – 130 с.
20. Форстер К. Ф. Экологическая биотехнология / К. Ф. Фостер. – М.: Колос, 2010. – 189 с.
21. Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М.: ИАСВ, 2010. – 122 с.
22. Конституция Республики Казахстан: принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 года. – А.: Юрид. лит., 1995. – 100 с.
23. Экологический кодекс Республики Казахстан: изменениями и дополнениями от 27 декабря 2021 года. – А.: Юрид. лит., 2021. – 412 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

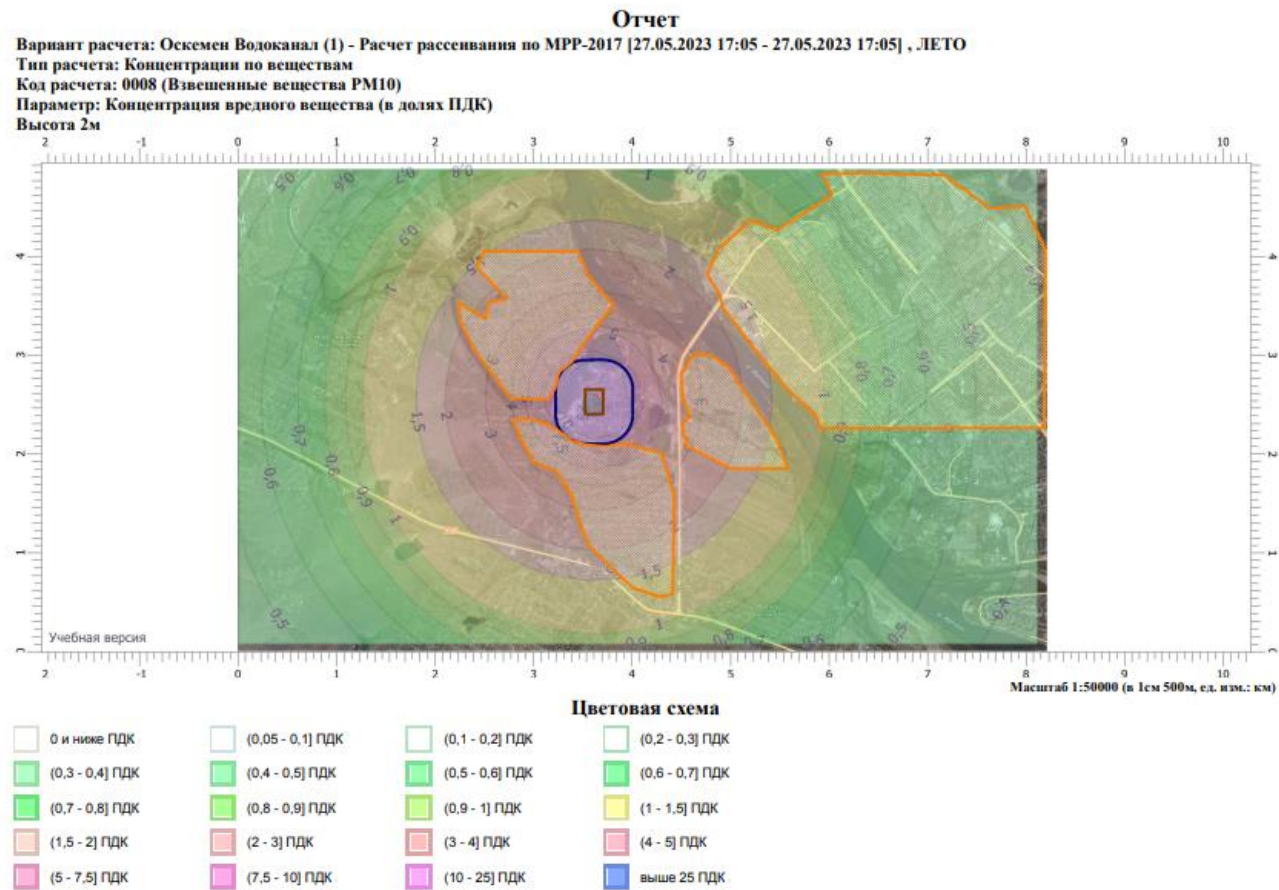


Рисунок 1 – Рассеивание приземной концентрации взвешенных веществ РМ10 (составлено автором)

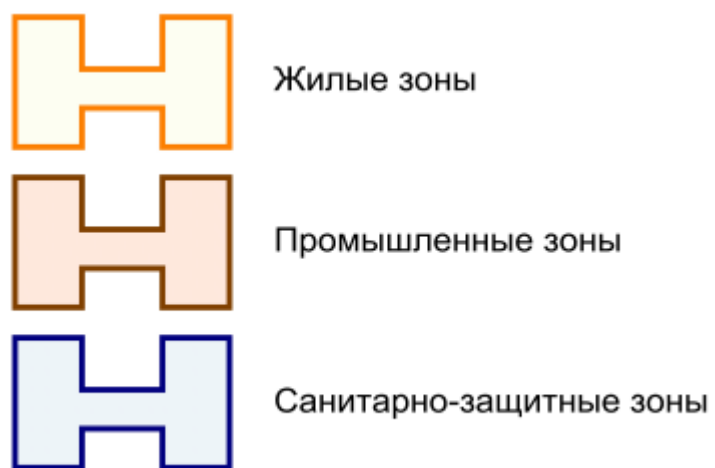


Рисунок 2 – Условные обозначения к рисунку 1 (составлено автором)

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – Сравнительные результаты спектрального анализа проб промтоходов, осадков сточных вод, четвертичных суглинков и органоминерального грунта

Параметры	Содержание, n 10 <sup>-3</sup> вес. %												
	Cu	Pb	Zn	Ba	Mn	S n	Ni	Cr	As	Sb	Cd	P	Z <sub>c</sub>
<b>Промтоходы, n=15 проб</b>													
C <sub>ср</sub>	11,0	75	99	18,0	27,4	1,8	9	17	1,5	0,9	1,5	11,8	
C <sub>фон</sub>	5,9	2,2	12,5	47	83	0,4	5,7	4,7	0,5	0,0	0,0	53	
K <sub>c</sub>	19	34,1	7,9	3,8	3,3	4,5	1,6	3,6	2,5	15	21,4	2,2	107,9
<b>Осадки сточных вод, n=18 проб</b>													
C <sub>ср</sub>	21,5	29	13,4	16,9	63	1,7	4,1	13,6	2	1,3	2,8	-	
C <sub>фон</sub>	5,9	2,2	12,5	47	83	0,4	5,7	4,7	0,5	0,0	0,0	53	
K <sub>c</sub>	3,5	13,1	10,7	3,6	0,8	4,2	0,7	2,9	3,4	7	21,40	-	95,1
<b>Четвертичные суглинка, n=4 пробы</b>													
C <sub>ср</sub>	4,5	6,2	7	27,5	65	0,5	6	8,8	-	-	-	50	
C <sub>фон</sub>	5,9	2,2	12,5	47	83	0,4	5,7	4,7	0,5	0,0	0,0	53	
K <sub>c</sub>	0,8	2,8	0,6	0,6	0,8	1,2	1,1	1,9	-	-	-	0,9	3,7
<b>Органоминеральный грунт (расчетные данные)</b>													
C <sub>ср</sub>	10,2	13,8	49,3	74,7	64,3	0,9	5,4	10,4	0,7	0,4	0,9	16,6	
C <sub>фон</sub>	5,9	2,2	12,5	47	83	0,4	5,7	4,7	0,5	0,0	0,0	53	
K <sub>c</sub>	1,8	6,3	3,9	1,6	0,8	2,2	0,9	2,2	1,1	7,2	13,3	0,3	31,5

где C<sub>ср</sub> – среднее содержание элемента;

C<sub>фон</sub> – фоновое содержание элемента (почва);

K<sub>c</sub> – коэффициент концентрации.

## Отчет о проверке на заимствования №1



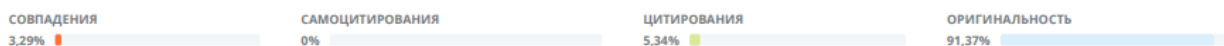
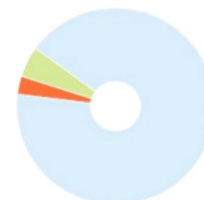
**Автор:** Игнатьева Анна Владимировна  
**Проверяющий:** Игнатьева Анна Владимировна  
**Организация:** Томский Государственный Университет  
Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://tsu.antiplagiat.ru>

### ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 16  
Начало загрузки: 07.06.2023 07:08:52  
Длительность загрузки: 00:00:06  
Имя исходного файла: Диплом Веригина А.С..pdf  
Название документа: Диплом Веригина А.С.  
Размер текста: 62 кБ  
Символов в тексте: 63353  
Слов в тексте: 7537  
Число предложений: 411

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Начало проверки: 07.06.2023 07:08:59  
Длительность проверки: 00:00:18  
Комментарии: не указано  
Поиск с учетом редактирования: да  
Проверенные разделы: основная часть с. 1-38  
Модули поиска: Переводные заимствования (RuEn), Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu), Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика, Переводные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, Переводные заимствования по Интернету (EnRu), Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Переводные заимствования издательства Wiley, СПС ГАРАНТ: аналитика, СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация, СМИ России и СНГ, Модуль поиска "tsu", Переводные заимствования



**Совпадения** — фрагменты проверяемого текста, полностью или частично сходные с найденными источниками, за исключением фрагментов, которые система отнесла к цитированию или самоцитированию. Показатель «Совпадения» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к совпадениям, в общем объеме текста.

**Самоцитирования** — фрагменты проверяемого текста, совпадающие или почти совпадающие с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа. Показатель «Самоцитирования» — это доля фрагментов текста, отнесенных к самоцитированию, в общем объеме текста.

**Цитирования** — фрагменты проверяемого текста, которые не являются авторскими, но которые система отнесла к корректно оформленным. К цитированиям относятся также шаблонные фразы; библиография; фрагменты текста, найденные модулем поиска «СПС Гарант: нормативно-правовая документация». Показатель «Цитирования» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к цитированию, в общем объеме текста.

**Текстовое пересечение** — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

**Источник** — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

**Оригинальный текст** — фрагменты проверяемого текста, не обнаруженные ни в одном источнике и не отмеченные ни одним из модулей поиска. Показатель «Оригинальность» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к оригинальному тексту, в общем объеме текста.

«Совпадения», «Цитирования», «Самоцитирования», «Оригинальность» являются отдельными показателями, отображаются в процентах и в сумме дают 100%, что соответствует полному тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые совпадения проверяемого документа с проиндексированными в системе источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности совпадений или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.