

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки химическая технология
Кафедра физической и аналитической химии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Апробация минеральных сорбентов для очистки воды от микробиологических загрязнений

УДК 628.16.081.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д2Г	Светочева Алина Олеговна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ФАХ	Воронова О.А.	к.х.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Рыжакина Т.Г.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ахмеджанов Р.Р.	д.б.н., профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Пестряков А.Н.	д.х.н., профессор		

Томск – 2016 г.

**Планируемые результаты обучения
по ООП 180301 «Химическая технология» (бакалавр)**

Код резул тата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность самостоятельно совершенствовать и развивать свой интеллектуальный, общекультурный и профессиональный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
P2	Готовность к кооперации с коллегами для выполнения научно-исследовательских и научно-производственных работ, в том числе интернациональных; способность проявлять инициативу, личную ответственность; быть коммуникабельным.
P3	Демонстрировать понимание вопросов устойчивого развития современной цивилизации, безопасности и здравоохранения, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияние инженерных решений на социальный контекст и социальную среду
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P4	Способность к овладению базовыми знаниями в области базовых естественных и технических наук, применение их в различных видах профессиональной деятельности
P5	Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, быть готовым к использованию в профессиональной деятельности информационных и коммуникативных технологий
P6	Быть способным к планированию, проведению теоретических и экспериментальных исследований, обработке полученных результатов и представлению их в форме, адекватной задаче
P7	Быть способным к организационно-управленческой и инновационной деятельности в области машиностроения, демонстрировать знания для решения проблем устойчивого развития

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 180301 Химическая технология
 Кафедра Физической и аналитической химии

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ФАХ ИПР
 _____ Пестряков А.Н.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Д2Г	Светочева Алина Олеговна

Тема работы:

Апробация минеральных сорбентов для очистки воды от микробиологических загрязнений	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3402/с от 06.05.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1. Провести анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской разработки, определить методы коммерциализации результатов научно-технического исследования, экономические и финансовые эффективности применения, а также потенциальных потребители результатов исследования. 2. Проанализировать характер воздействия, научно-исследовательской разработки, с точки зрения социальной ответственности за моральные, общественные, экологические возможные негативные последствия и ущерб здоровью человека в результате их внедрения. Определить основные техносферные опасности и вредности, степень воздействия их на человека, общество и природную среду, и представить подходы минимизации их воздействий и защиты от них.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Провести литературный обзор по тематике научно-исследовательской работы, а именно: проработать информацию о микробиологическом загрязнении питьевой воды; в аналитической части описать использованное оборудование, представить методики проведения экспериментов; проанализировать полученные результаты, сделать заключение по работе.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Обзор литературы, аналитическая часть, результаты проведенного исследования, заключение	доцент каф. ФАХ ИПР, к.х.н. Воронова О.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	доцент каф. Менеджмента ИСГТ, к.э.н. Рыжакина Т.Г.
Социальная ответственность	доцент каф. ЭБЖ ИНК, д.фарм.н., Ахмеджанов Р.Р.
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.09.2015

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФАХ ИПР	Воронова О.А.	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д2Г	Светочева А.О.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Д2Г	Светочева Алина Олеговна

Институт	ИПР	Кафедра	ФАХ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	<i>Объект исследования – фильтрующие модули глауконита</i> <i>Рабочая зона – научно-исследовательская лаборатория 2 корпуса НИ ТПУ.</i> <i>Область применения - водоподготовка</i>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	1.1 Выявление вредных факторов: – токсичные вещества, используемые при выполнении работы (серная кислота, этиловый спирт); – средства защиты: коллективная защита - работа под вытяжным шкафом; индивидуальные средства защиты - халат, респиратор, одноразовые перчатки; – освещение, уровень шума и вибрации, микроклиматические условия; 1.2 Выявление опасных факторов: - освещение, уровень шума и вибрации, электробезопасность, пожаровзрывобезопасность. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»; СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»; СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
---	---

2. Экологическая безопасность: –защита селитебной зоны –анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); –анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); –анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	– влияние вредных веществ, которые используются вовремя эксперимента, на окружающую среду (серная кислота, этиловый спирт); – загрязнение сточных вод в результате удаления отходов в канализационную сеть; – разработаны решения по обеспечению экологической безопасности. – СанПиН 42-123-5777.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения - пожар, взрыв и т.д.; – выбор вероятной ЧС, которые могут возникнуть в аналитической лаборатории - пожар. – порядок действий в случае возникновения пожара.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Виды компенсаций за вредные и (или) опасные условия труда. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ – Эргономичное проектирование рабочего места.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ахмеджанов Р.Р.	д.б.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д2Г	Светочева А.О.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО		
2Д2Г	Светочева Алина Олеговна		
Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ХТТ и ХК
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	химическая технология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности очистки воды от микробиологических загрязнений с помощью природного сорбента

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИИ
4. Расчёт денежного потока
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д2Г	Светочева Алина Олеговна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 94 страниц, 26 таблиц, 50 источников литературы.

Ключевые слова: природный минеральный сорбент глауконит, штамм бактерии *Escherichia Coli*, фильтровальный модуль, физико-химические характеристики материала, модификация поверхности материала.

Объект исследования: тестовая культура бактерии *Escherichia Coli* (штамм ATCC 25922).

Цель работы: изучение эффективности очистки воды от микробиологических загрязнений с помощью природного минерального сорбента глауконита и его модификаций.

В процессе работы проводили исследование физико-химических характеристик минерала, оценку гидродинамического сопротивления материала, модификацию поверхности материала и оценку степени очистки питьевой воды.

При исследовании фильтровального материала установлены высокие параметры удельной поверхности и удельного объема пор. Определена степень очистки модельной суспензии от бактерии *E. coli*. Показана эффективность очистки питьевой воды исследуемым фильтровальным материалом мелкой фракции. Представляется перспективным проведение исследований данного материала с различной модификацией поверхности и смешанным фракционным составом для водоочистки.

Область применения: водоочистка, медицина.

Бакалаврская работа выполнена на кафедре ФАХ, ИПР.

Руководитель: к.х.н., доцент О.А. Воронова.

Выполнил: студент группы 2Д2Г А.О. Светочева.

REVIEW

The graduate qualification work includes 94 pages, 24 tables, 50 references.

Key words: strain of bacteria Escherichia Coli, natural mineral sorbent glauconite, filter module, modification of the material surface, physico-chemical characteristics of the material.

Subject of research: culture test bacteria Escherichia Coli (ATCC 25922 strain).

Purpose of the work: studying of efficiency of water purification from microbiological contaminants with the aid of natural mineral sorbent glauconite and its modifications.

In the process, conducted a study of physico-chemical characteristics of the mineral, the assessment of the hydrodynamic resistance of the material, modification of the material surface and evaluating the degree of purification of drinking water.

In the study of filter material parameters set high specific surface area and specific pore volume. The degree of purification of the suspension model bacterium E. coli. The efficiency of water purification filter material investigated fines. It is promising research of the material with different surface modification and mixed fractional composition for water treatment.

Areas of use: water treatment, medicine.

The graduate qualification work performed at the Department of Physical and Analytical chemistry, Institute of Natural Resources.

Supervisor: PhD, associate professor A.O. Voronova

Author: student A.O. Svetochева, group 2D2G

Оглавление

Введение.....	12
Глава 1 ОБЗОР И АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	14
1.1 Необходимость очистки сточных вод.....	14
1.2 Показатели качества питьевой воды и их санитарно-токсикологическая характеристика.	15
1.3Используемые методики очистки питьевой воды от микроорганизмов.	18
1.4 Методы дезинфекции сточных вод.	23
1.5 Роль природных минеральных сорбентов в медицине.	31
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	41
2.1. Приборы и оборудование.....	41
2.2. Объекты исследования.	42
2.3 Методы исследования.....	42
2.3.1 Приготовление питательных сред.....	42
2.3.2 Подготовка посуды для посева.....	44
2.3.3 Посев на мясо-пептонный агар (МПА) по методу Коха.....	44
2.3.4. Исследование физико-химических характеристик минералов.	45
2.3.5. Модификация поверхности материала.	45
Глава 3 Результаты проведенного исследования.....	45
3.1. Физико-химические характеристики минералов.....	45
3.2. Оценка гидродинамическоо сопротивления материала.....	46
3.3. Оценка степени очистки питьевой воды.....	46
3.4. Результаты микробиологического исследования модифицированного минерала.....	46
3.5. Результаты микробиологического исследования смесей различных фракций.....	46
ГЛАВА 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	46
4.1 Общая характеристика НИР	46
4.2 Потенциальные потребители результатов исследования.....	47

4.2.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	47
4.3 SWOT-анализ.....	48
4.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	49
4.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	51
4.6 Инициация проекта	51
4.7 Планирование управления научно-техническим проектом	53
4.7.1 План проекта.....	54
4.8 Бюджет научного исследования	60
4.8.1 Материальные затраты	60
4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	65
Таблица 22 - Расчет бюджета затрат НТИ.....	66
Глава 5 Социальная ответственность.....	70
5.1 Анализ вредных и опасных факторов.....	70
5.2 Анализ опасных и вредных факторов.....	71
5.3 Микроклимат	72
5.4 Освещенность.....	74
5.4.1 Выбор осветительных приборов	75
5.5 Виброакустические факторы	75
5.6 Электробезопасность	76
5.7 Расчет электрического освещения	77
5.9 Охрана окружающей среды	81
5.10 Требования безопасности в аварийных ситуациях	82
Выводы.....	83
Заключение.....	84
Список публикаций.....	85
Список использованных источников	86

Введение

Актуальность работы. Данное исследование является актуальным, по причине усиления техногенного и антропогенного воздействия на гидросферу Российской Федерации. Усиление техногенного воздействия на природную среду РФ в свою очередь, влечет к ряду экологических проблем, которые охватывают все среды обитания живых организмов.

Одна из главных проблем - некачественная очистка сточных вод, которая приводит к ухудшению качества природных водоемов вследствие к развитию опасных бактерий и микроорганизмов, заражающие человека инфекционными заболеваниями.

В настоящее время сточные воды подразделяются на две основные группы. Бытовые стоки – стоки от жилых помещений и санитарных узлов и производственные стоки – воды которых используют в технологических процессах. Все крупные предприятия в последние несколько лет, переходят на использование воды по закрытой технологии, обеспечивающей минимальный забор и утечку недостающей воды из окружающей среды. Для бытовых вод подобную закрытую технологию не используют, так как степень очистки не соответствует санитарным нормам качества подачи воды для бытовых помещений. Бытовые стоки после некоторой очистки сбрасывают в водный бассейн.

А ведь от чистоты водоемов, рек, озер, морей зависит многообразие животного и растительного водного мира, и как следствие благосостояние ,нации и развитие экономики страны в целом. Когда речь идет о сточных водах, то люди часто не задумываются о масштабах этой проблемы. Сточные воды, являясь одним из активнейших загрязнителей окружающей среды, поражают биоценоз не только водоемов, но и близлежащих к ним территорий. Поэтому, нарушая биоценоз водного мира, мы нарушаем биогеоценоз в целом. Вода - одна из составляющих абиотических факторов любого биогеоценоза.

Патогенные микроорганизмы, содержащиеся в питьевой воде, главная причина таких возбудителей заболевания как холера, амебиаз, диарея (до 5-ти летнего возраста) и шистосомоз, повлекли к большому числу умерших. Практически все самые тяжелые инфекционные болезни человечества вызваны бактериями (чума, сибирская язва, дифтерия) люди до сих пор помнят ужасы тех эпидемий.

Поэтому перед нами стоит очень важная задача, усовершенствовать сорбционный метод очистки воды от микробиологических загрязнений. Сорбционный метод очистки сточных вод от микроорганизмов и бактерий является наиболее эффективным и экологически приемлемым методом. Преимуществом метода является высокая глубина очистки, отсутствие

вторичных загрязнений, управляемость процессом и небольшая площадь, занимаемая установкой сорбционных фильтров.

Цель исследования: Изучение эффективности очистки воды от микробиологических загрязнений с помощью природного минерального сорбента глауконита и его модификаций.

В соответствии с этим в работе были поставлены следующие **задачи**:

1. Подбор оптимального фракционного состава сорбентов и изучение их гидродинамических характеристик.
2. Изучение физико-химических характеристик глауконита.
3. Изучение эффективности очистки водных сред от микробиологических загрязнений с использованием глауконита разных фракций
4. Исследование эффективности очистки водных сред от микробиологических загрязнений с использованием модифицированного глауконита

Научная новизна и практическая значимость исследования.

- Впервые предложено использование глауконита для извлечения бактерий из водных сред и химическая обработка поверхности минералов для получения сорбентов.
- В работе доказана возможность применения глауконита для очистки водных сред от бактерий, что существенно расширяет спектр практического применения минерала.

Глава 1 ОБЗОР И АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.1 Необходимость очистки сточных вод.

На сегодняшний день все страны мира ставят перед собой цель защитить водоемы от превышения определенных максимальных концентраций вредных для водоемов веществ.

То, до какой степени чистоты необходима очистка, зависит прежде всего, от соответствующего водоприемника. Если раньше очисткой сточных вод достигались цели удаления осаждаемых веществ, а затем растворимых органических соединений углерода, то сегодня необходимо также удаление питательных веществ – азота и фосфора, а вследствие антропогенного воздействия на гидросферу, усиленное удаление следов вредных веществ и возбудителей заболеваний – патогенных микроорганизмов. Болезнетворные микроорганизмы наиболее опасные возбудители инфекционных заболеваний [1].

Бактериологическая загрязненность представляет прямую угрозу здоровью человека, она определяется общим числом бактерий и микробов, находящихся в воде. При этом следует помнить, что в процессе своей жизнедеятельности даже считающиеся безопасными бактерии выделяют органические вещества, которые в свою очередь отрицательно влияют на органолептические свойства воды, также, вступая в химические реакции с галогенидами, могут создавать ядовитые и канцерогенные соединения.

Нахождение в питьевой воде микроорганизмов может привести к серьезным последствиям, особенно колиморфные бактерии и энтеровирусы, вызывающие вирус гепатита, такие болезни как брюшной тиф, дизентерия и поражающие желудочно-кишечный тракт. Микроорганизмы из городских канализаций попадают в воду, разносятся сточными водами с полей, которые удобряются навозом. Микрофлора начинает очень бурно развиваться там, где разливы рек и дожди смывают навоз в водоемы. Хлорируют воду для того чтобы обеззаразить ее от микроорганизмов. Но не следует уповать на этот способ обеззараживания как безопасный. Есть группы вирусов, на которые действие хлора не распространяется.

Инфекционные болезни, вызываемые патогенными бактериями, вирусами и паразитами (например, протозойными и гельминтами) представляют собой наиболее общий и широко распространенный риск для здоровья, связанный с питьевой водой. Масштабы медико-санитарной проблемы определяются тяжестью заболеваний, обусловленных патогенами, их инфекционностью и числом людей, подвергшихся этой опасности. Нарушение безопасности водоснабжения может привести к крупномасштабному загрязнению и, потенциально, к заметным вспышкам

заболеваний. Другие нарушения и незначительное, потенциально неоднократное загрязнение могут приводить к крупным спорадическим вспышкам заболеваний, однако эпиднадзор может и не связывать их с источниками питьевой воды. Выявлению и регулированию рисков, в особенности связанных со спорадическими заболеваниями, может помочь количественная оценка риска [2-4].

То, до какой степени чистоты необходима очистка, зависит, прежде всего, от соответствующего водоприемника (аспекты вредного воздействия). Если раньше очисткой сточных вод достигались цели удаления осаждаемых веществ, а затем растворимых органических соединений углерода, то сегодня необходимо также удаление питательных веществ – азота и фосфора, а в будущем – усиленное удаление следов вредных веществ и возбудителей заболеваний. В Европейском союзе, к очистке сточных вод предъявляются минимальные требования, которые установлены законами и постановлениями. Особые проблемы могут возникнуть из-за сточных вод промышленности и сельского хозяйства. В большинстве случаев очистка, например, промышленных сточных вод также опирается в основном на знания, полученные при очистке бытовых сточных вод.

Затраты на очистку сточных вод возрастают с повышением требований к очистке. Во многих случаях требуются значительные долгосрочные инвестиции. Отсюда возникает необходимость постоянной работы по усовершенствованию экономически выгодных методик и эффективной эксплуатации имеющихся сооружений.

1.2 Показатели качества питьевой воды и их санитарно-токсикологическая характеристика.

Показатели качества питьевой воды делятся на – химические которые характеризуют химический состав воды (минерализация, содержание неорганических и органических веществ, щелочность и жесткость, водородный показатель воды pH), физические (температура, запах, привкус, цветность, мутность), санитарно-бактериологические показатели (общая бактериальная загрязненность питьевой воды, содержание радиоактивных и токсичных компонентов, загрязненность воды кишечной палочкой), эпидемические показатели. Вода для размножения бактерий и микробов может являться идеальной средой: возбудителей холеры, дизентерии, паратифов, возбудителей брюшного тифа, вирусного гепатита и т.д. так же может являться разносчиком различного рода глистов. Анализ воды проводят по «показательным» микробам (к примеру, кишечной палочке), в связи с большим содержанием патогенных организмов [5]. Требования СанПиН - в 100 мл воды не должно быть кишечной палочки, количество бактерий в 1 мл воды не должно превышать 50.

Физические показатели:

Температура – является важным параметром для всех естественных процессов. Биологические, химические и физические процессы в воде зависят от температуры. Повышение температуры на 3 К означает удвоение биологической деятельности бактерий. Одновременно с этим возрастает растворимость кислорода в воде.

Запах – причина присутствия запаха в питьевой воде может быть связана с наличием химических загрязнителей в ней. Например, о неблагоприятном микробиологическом состоянии питьевой воды свидетельствует сероводородный запах. При загрязнении воды промышленными стоками присутствует фенольный запах. Хлорный запах говорит о излишней концентрации хлора, применяемого для обеззараживания воды.

Вкус и привкус – наличие специфического вкуса у питьевой воды указывает на ее загрязненность органическими веществами. Зависит от содержания в ней растворенных веществ либо газов.

Различают горький, кислый, соленый и сладкий вкусы. Горький вкус сообщает о наличии хлорида натрия, кислый – о большом количестве минеральных вод [6-7].

Химические показатели:

Жесткость воды и значение pH. Жесткость воды выражает содержание в воде ионов кальция и магния и определяет буферную емкость по отношению к кислотам. Она зависит в первую очередь от геологической структуры регионов протекания.

Значение pH многих естественных проточных водоемов находится возле нейтральной точки $\text{pH}=7$. Оно колеблется у слабоизвестковых – от олиго- до мезотрофных – водоемов с небольшой буферной емкостью от $\text{pH}=6$ до 7, а при средней и высокой pH жесткости воды – от 7,0 до 8,5. В торфяных водоемах значение pH находится в пределах 5,0-6,5 и ниже. Суточные ритмические повышения значения pH более 10 могут возникать вследствие приема диоксида углерода водными растениями при фотосинтезе.

Неорганические питательные вещества. Растения особо нуждаются в фосфоре. Этот макроэлемент в наземных водоемах находится в различных соединениях, преимущественно в виде фосфат-анионов.

Аммоний – это продукт распада белков и аминокислот, которые попадают в почву и водоемы из отмершей биомассы. При достаточном поступлении кислорода возникает нитрификация. Автотрофными бактериями аммоний окисляется до нитрита и затем до нитрата. Как аммоний, так и нитрат

могут потребляться и ассимилироваться растениями в качестве источника азота. При анаэробных условиях нитрат может восстанавливаться определенными бактериями до молекулярного азота при помощи многоступенчатого процесса. При этом данные бактерии используют нитрат как источник кислорода для окисления органических соединений [8].

Органические питательные вещества. Важнейшим веществом для жизни в воде является кислород. Он в первую очередь определяет жизнь и состав живых сообществ в водоемах. В отличие от живых сообществ на суше, где кислород постоянно имеется в равном количестве, в водоемах количество газообразного растворенного кислорода легко может сократиться до минимума, ограничив рост многих водных организмов или даже воспрепятствовав ему. Кроме того, растворимость сильно зависит от температуры, содержания солей и давления воздуха. Температура воды заслуживает здесь особого внимания. Обычно минимальные значения $O_2 < 6$ мг/л обозначаются как пониженные, < 4 мг/л – как низкие, а < 2 мг/л – как очень низкие. В каждом водоеме в пограничном слое воды и воздуха кислород растворяется с соблюдением равновесия в растворах.

Жизненно важный элемент углерод находится в атмосфере в основном в виде CO_2 , который хорошо растворим в воде и распадается в зависимости от значения pH на различные продукты диссоциации (углекислоту, гидрокарбонат, карбонат). Растения и прочие автотрофные организмы нуждаются в диоксиде углерода, чтобы строить свою клеточную массу и тем самым обеспечивать круговорот питательных веществ либо создание другого органического вещества [9].

Токсикологические воздействия загрязнений водоемов на человека возможны вследствие подготовки питьевой воды (из грунтовых вод, ключевой, наземной воды и берегового фильтрата). Острые отравления питьевой водой, однако, редки и зачастую являются следствием происшествий или явных нарушений технологического процесса, так как предельные значения всех вредных и опасных веществ должны соблюдаться согласно Предписанию по питьевой воде. Однако, что касается предельных значений вредных для здоровья веществ в питьевой воде и ядов для окружающей среды, следует отметить как проблемный тот аспект, что при сочетании различных токсических веществ могут возникнуть неизвестные взаимодействия, а небольшие, аналитически трудноопределимые концентрации при остатке хронического токсического действия, возможно, могут быть определены только по прошествии долгого времени.

1.3 Используемые методики очистки питьевой воды от микроорганизмов.

Проблема очистки питьевой воды с каждым годом становится более актуальна, из-за постоянно растущего дефицита водоснабжения. Микробиологические загрязнения занимают особое место, среди различного рода загрязнений находящихся в воде, имеют антропогенное происхождение и вносятся в водную среду через множество источников [10-12].

Можно выделить следующие вещества, продукты и товары, способствующие образованию микрозагрязнений:

- Медикаменты для людей и животных;
- Продукты личной гигиены;
- Средства обработки растений и борьбы с вредителями;
- Средства огнезащиты;
- Средства дезинфекции;
- Вещества гормонального действия;
- Промышленные химикаты;
- Поверхностно-активные вещества (ПАВ);
- Рентгеноконтрастные препараты, а также
- Метаболиты вышеназванных веществ.

Микрозагрязнения в сточных водах могут быть удалены из очистного сооружения или сокращены различными методами. Важнейшие процессы – это сорбция и биологическое разложение.

Сорбция может быть подразделена:

- На абсорбцию: прием атома, молекулы или иона в другую фазу;
- Адсорбцию: накопление веществ из газа или жидкости на поверхности (пограничной плоскости) твердого тела.

Для повышения показателя удаления микрозагрязнений либо активизации процессов сорбции и биологического разложения можно применять различные эффективные методы, к которым относятся мембранный метод, метод окисления и сорбционные методы [13-14].

Адсорбция активированным углем

Это метод, пригодный для сокращения количества микрозагрязнений. При его использовании различаются преимущественно две методики: первая – это применение фильтра с гранулированным активированным углем, а

вторая – добавление порошка активированного угля с последующей флокуляционной фильтрацией или другими методами отделения. Большая часть исследованных микрозагрязнений хорошо сорбируется активированным углем. Кроме того, возможное биологическое воздействие в фильтре из активированного угля может быть важным с точки зрения биологического преобразования некоторых веществ для сокращения количества микрозагрязнений. Если в грунтовых водах или необработанной воде обнаруживаются органические вещества в малых дозах, например средства защиты растений, то в большинстве сооружений по водоподготовке применяется дополнительная фильтрация активированным углем. Лишь некоторые исключения, например антибиотик сульфаметаксозол и некоторые йодированные рентгеноконтрастные препараты, не демонстрируют оптимальных адсорбционных свойств. Что касается рентгеноконтрастных препаратов, неионные рентгеноконтрастные препараты сорбируются лучше, чем ионные. Для предотвращения проникновения ионных рентгеноконтрастных препаратов после фильтра из активированного угля необходима заблаговременная регенерация активированного угля [15].

Окисление

Применение методов окисления приводит к химическому изменению синтетических соединений. Могут использоваться различные окисляющие средства, в том числе озон, УФ-свет, хлор, диоксид хлора, перекись водорода и т.п.

В целом можно признать, что применение окисления дает возможность удалить микрозагрязнения, но необходимо учитывать большие затраты и угрозу образования более вредных продуктов разложения.

Мембранный метод

Изначально область применения мембранного метода – это подготовка питьевой воды из смеси речной и морской воды или из морской воды.

Действие мембранных методов основано на разности потенциалов (разнице давлений) между обеими сторонами мембраны, при которой возникает поток веществ через мембрану. Благодаря этому потоку веществ осуществляется разделение веществ, т.е. растворяющая среда вытесняется из концентрированного раствора, и в нем накапливаются твердые вещества.

При помощи ультрафильтрации микрозагрязнения удаляются недостаточно. При нанофильтрации и обратном осмосе возможно сокращение этих веществ на 93-99%, следовательно, эти методы эффективны; однако для достижения такой степени удаления необходимо применить давление от 10 до 150 бар. Мембранный метод удаления микрозагрязнений неэкономичен из-за

высоких энергозатрат, затрат на удаление концентрата и инвестиционных затрат.

Комбинации методов

Как адсорбция, так и окисление имеют избирательное, т.е. зависящее от вещества, действие.

Таким образом, для целенаправленного удаления определенных веществ рекомендовано, например, комбинировать друг с другом различные окислители; в подготовке питьевой воды освоено озонирование с последующей адсорбцией активированным углем. Этим сочетанием методов удаляется почти полный спектр микрозагрязнений, а кроме того, эффективно устраняется путем окисления или биологически разлагается ядовитый остаточный озон и метаболиты окисления [16].

Сорбционные процессы

Природные сорбенты - цеолиты, сокирниты, глаукониты, опал-кристобаллитовые породы, бентониты и другие играют немаловажную роль в техническом прогрессе очистки сточных вод, благодаря своим физико-химическим свойствам.

Изучение и промышленное использование природных сорбентов началось только в середине XX в. Во время открытия крупных месторождений цеолитовых пород.

С каждым годом все больший интерес проявляют к изучению свойств минеральных сорбентов, для выведения из воды дисперсных примесей, нефтепродуктов, красителей, микробиологических загрязнений и других.

Минералы и горные породы входят в группу природных сорбентов, которые обладают высокими адсорбционными и фильтровальными свойствами. Для минеральных сорбентов характерны такие механизмы сорбции, как: молекулярная сорбция, ионная сорбция. Разный минеральный состав сорбентов приводит к изменению величины сорбционной емкости и кинетики.

Активные центры сорбентов являются гидроксильными группами поверхности, которые представлены с избыточным отрицательным зарядом, определенным изоморфизмом, связанным с многообразными структурными позициями и ненасыщенными связями на границе структурных слоев, а также с обменными катионами, восполняющими избыточный заряд кристаллической решетки.

Некоторые виды природных сорбентов вступают в реакцию на основе катионного обмена как ионообменники, к примеру, цеолиты, бентониты,

глаукониты, а другие относят к минеральным образованиям с поверхностно-активными свойствами. В основе сорбционной активности аморфных природных сорбентов лежит молекулярный обмен.

Некоторые сорбенты, кроме того, могут проявлять и каталитические свойства. Такие характеристики как водостойкость и механическая прочность имеют большое значение для их практического использования.

Сорбционный метод применяемый для очистки воды основан на двух процессах адсорбции и ионного обмена. Процесс адсорбции - извлечение молекул из раствора, ионный обмен – извлечение иона из раствора.

Адсорбция – поглощение адсорбентом (твердым нерастворимым телом) молекул растворенного в воде вещества. Происходит поглощение за счет хемосорбции либо физической сорбции на сформированной поверхности адсорбента.

Адсорбенты – твердые нерастворимые тела, которые обладают развитой поверхностью (до 1000 м² /г) за счет значительной пористости.

Самыми общераспространенными в природе адсорбентами являются активированные угли всевозможных марок. Это порошкообразные, пористые либо зерненные углеродные тела, имеющие значительную площадь поверхности. Неоднородная масса, которая состоит из кристаллов аморфного графита и углерода, определяет пористую структуру активированных углей и их свойства.

Количеством модельного вещества обычно оцениваются адсорбционные свойства активных углей, сорбированного временем защитного действия единицы количества угля до окончательного его насыщения и единицей массы активного угля при определенных условиях.

Чаще всего микропорами определяют адсорбционные свойства углей, которые в основном составляют до 90% всей площади активного угля. На этой площади и происходят процессы адсорбции, в основе которых лежит взаимодействие молекул адсорбируемых веществ с энергетически ненасыщенными атомами углерода. Процесс сорбции вещества хуже происходит в ионной форме, лучше – в молекулярной [17-20].

Способность органических веществ к сорбции снижается в ряду:

гликоли > спирты > кетоны > сложные эфиры > альдегиды
>недиссоциированные кислоты >ароматические соединения.

С ростом температуры и молекулярной массы повышается способность к сорбции.

Очень большое значение имеют физико-химические характеристики используемые для оценки качества зерновых активных углей, которые используются для загрузки во всевозможные типы адсорбентов. Такие характеристики как: насыпная плотность, зернение, механическая прочность.

Активные угли отличаются по форме и размеру частиц бывают дробленые и гранулированные (размер частиц 0,5-5 мм), волокнистые (длина несколько сантиметров, а диаметр частиц $< 0,1$ мм) и порошкообразные (размер частиц $< 0,1$ мм).

Для очистки воды не более одного раза на городских станциях водоподготовки используют активные угли порошкообразного типа, которые вводят после коагуляции либо во время ее.

В аппаратах с полным слоем сорбента типа механического фильтра воды, дробленые и гранулированные угли используются для очистки воды методом фильтрация. Угли могут регенерироваться реагентами либо острым паром все зависит от типа. Чаще всего уголь при очистке воды используют один раз из-за потерь угля, невыполнимой окончательной его регенерации и сложности организации такого процесса.

В фильтрах воды специальной конструкции волокнистые активные угли могут использоваться так как они имеют самую большую эффективную площадь поверхности. И они пользуются большим спросом в фильтрах бытового назначения.

Изготовление активных углей возможно из полимерных волокон, древесных и каменноугольных основах. Материал основы обрабатывают при высокой температуре без доступа воздуха, процесс их производства принято называть пиролизом. Затем активные угли из древесного угля обрабатывают острым паром для дополнительной активизации.

Высокая емкость древесных углей следствие большой удельной поверхности, высокой пористости (от 1 до 2 см³/г) и широким распределением пор по размерам. В тоже время древесные угли имеют очень низкую удельную массу и механическую прочность. Вследствие этого в системах водоподготовки используются в малогабаритных производственных фильтрах и в бытовых фильтрах очистки воды.

В сорберах с движущимся и неподвижным слоем любых габаритов позволяют применять угля на каменноугольной основе так как они имеют значительно лучшие механические и гидравлические характеристики [21].

1.4 Методы дезинфекции сточных вод.

Для дезинфекции сточных вод имеются различные физические или химические методы [22]. Основные из них:

Химические:

- Окисление хлором и соединениями, выделяющими хлор, или диоксидом хлора либо другими окислителями;
- Озонирование;

Физические:

- Термическая обработка;
- УФ-облучение;
- Мембранная фильтрация.

Химические методы

Органические вещества и биологические загрязнения придают воде цветность, запах, привкус, служат источниками заражения болезнетворными микроорганизмами. Одним из путей улучшения качества воды является обработка ее окислителями. Первоначально окислители применялись только с целью обеззараживания и лишь позднее для улучшения цветности, вкуса, привкуса и запаха.

Основными окислителями, используемыми в водоподготовке являются:

- Кислород воздуха;
- Хлор-газ Cl_2 ;
- Другие галогены: Br , I ;
- Диоксид хлора ClO_2 ;
- Гипохлорит натрия NaClO ;
- Гипохлорит кальция $\text{Ca}(\text{ClO})_2$;
- Хлорная известь (хлорид-хлорат кальция);
- Хлорамины;
- Озон O_3 ;
- Перманганат калия KMnO_4 ;
- Пероксид водорода H_2O_2 ;

При содержании в воздухе около 20 % кислорода, он является достаточно слабым окислителем. Для биологических объектов кислород является важнейшим элементом для их размножения и существования, так как он практически не влияет на растворенные органические вещества. Растворенные катионы тяжелых металлов легче гидролизуются и далее удаляются фильтрованием, после окисления их кислородом до их высших

валентностей. Для дезинфекции и дезодорирования вода используют более сильные окислители, которые окисляют не только неорганические ионы [23].

Хлор и соединения хлора занимает первое место среди обеззараживающих средств во всем мире.

Бактерии, окисленные хлором, действующим на органические вещества, которые входят в состав протоплазмы, погибают.

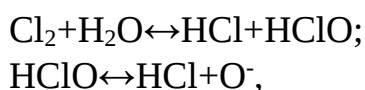
Хлор действует на органические вещества, окисляя их, и на бактерии, которые погибают в результате окисления веществ, входящих в состав протоплазмы клеток.

Хлор сравнительно стоек, довольно продолжительное время сохраняет активность и имеет высокую дезинфицирующую способность. Он относительно легко контролируется и дозируется. При реакциях с органическими веществами происходит образование хлорфенолов, придающих воде запах, а также чрезвычайно токсичных диоксинов. Из-за этого требуется последующая доочистка воды.

Хлорирование требует наличия систем транспортировки и хранения хлора.

При хлорировании доза хлора предварительно фильтрованной воды составляет 2-5 мг/л в зависимости от ее хлорпоглощаемости, т.е. от наличия в ней органических и неорганических веществ, реагирующих с хлором. Она должна устанавливаться с таким расчетом, чтобы в воде, поступающей к потребителю, оставалось 0,3-0,5 мг/л свободного хлора. Это обеспечивает отсутствие вторичного заражения воды [24-26].

Гидролиз хлора протекает по реакции:



С получением хлорноватистой кислоты, диссоциирующей на атомарный кислород и соляную кислоту, атомарный кислород в кислой и щелочной средах обладает сильным окислительными свойствами.

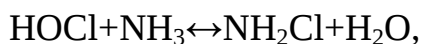
Кроме того, хлор непосредственно реагирует со многими органическими веществами, образуя их хлорпроизводные, такие как хлорфенолы, хлороформ и др.

Для дозирования хлора в воду помещают специальные вакуумные хлораторы. Они содержат узел хранения жидкого хлора, испаритель, системы фильтрации и измерения расхода газа, а также эжектор, создающий разрежение и подсасывающий газообразный хлор в смеситель, а затем полученную хлорную воду – в поток обрабатываемой воды.

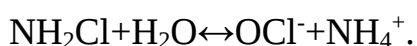
Хлор продолжает оставаться основным дезинфицирующим средством и для оптимального эффекта дополняется другими средствами (озонирование, ультрафиолетовым облучением и т.п.). к его недостаткам относятся: высокая

токсичность, трудность обеспечения жидким хлором удаленных объектов, образование токсичных и дурнопахнущих хлорпроизводных. Постоянно проводятся исследования по замене хлора на реагенты, имеющие близкую окислительную способность, но лишенные его недостатков.

В воду вместе с хлором добавляют аммиак, все это для предотвращения появления хлорфенольных запахов и для увеличения продолжительности бактерицидного действия хлора. Монохлорамин получается при взаимодействии аммиака с хлорноватистой кислотой, образованной при хлорировании вод:



который, гидролизуясь, образует сильный окислитель – гипохлоритный ион:



В первое время окислительное действие хлорамина ниже чем у хлора так как его гидролиз протекает довольно медленно. Несмотря на это длительность бактерицидного действия хлорамина значительно больше. Если вода длительное время находится в промежуточных сетях и резервуарах начинают применять аммонизацию. От состава исходной воды зависит соотношение доз аммиака и хлора. Чаще всего применяется соотношение, когда содержание хлора в 5-6 раз больше, чем аммиака.

Диоксид хлора и как окислитель и как дезинфектант сильнее хлора, очень хорошо уничтожает запахи воды и привкусы, не вступает в взаимодействие с аммиаком и действителен в обширном диапазоне pH. Недостатком является его взрывоопасность по этой причине он не может перевозиться, сжиматься и храниться. Поэтому он должен получаться на месте потребления (известно два метода: реакция хлорита натрия с хлором в присутствии кислоты или реакция хлорита натрия с соляной кислотой) [27]. В настоящее время более распространен метод получения по реакции:



Полученный раствор дозируется в обрабатываемую воду, пропорционально ее расходу.

Диоксид хлора имеет ряд преимуществ по сравнению с хлором:

- более высокое бактерицидное и дезодорирующее действие;
- отсутствие в очищенной воде хлорорганических соединений;
- высокий уровень окисления (до образования CO_2);

- улучшение органолептических свойств воды .

Недостатком этого способа является образование вредных продуктов – хлоритов и хлоратов – и большая стоимость по сравнению с хлором (и озоном).

В связи с высокой стоимостью диоксида хлора возможно использовать его вместе с хлором – на насосной станции или перед отстойниками в воду вводится хлор, в дозе равной хлороемкости воды, в осветленную воду ClO_2 попадает в дозе 0,5-1,0 мг/л для более глубокого обеззараживания, улучшения вкуса воды, а также снижения ее цветности и запахов.

Для производства диоксида хлора в настоящее время, используются полностью автоматизированные установки, а также для улучшения его дозировки в воду.

Перманганат калия удобен тем, что не образует веществ с неприятным запахом, не дает побочных эффектов. Его растворы допускают длительное хранение. Из-за сильного окисляющего воздействия он расходуется в первую очередь на взаимодействие с органическими и неорганическими веществами в воде, что мешает дезинфицирующему действию. К тому же его дезинфицирующее действие ниже, чем у хлора и озона. Поэтому для дезинфекции воды перманганат калия редко применяется самостоятельно. Используется для перевода солей двухвалентного железа и марганца в четырехвалентное состояние, в котором они легко гидролизуются [28].

К недостаткам перманганата калия следует отнести его высокую стоимость, дефицитность и опасность передозировки, поскольку марганец в питьевой воде нормируется на уровне 0,1 мг/л.

Пероксид водорода стало возможным применять в технологии водообработки только после освоения удобных и дешевых методов его получения (анодное окисление бисульфита или серной кислоты или прямое окисление изопропилового спирта) [29]. В то же время пероксид водорода токсичен, и его содержание в воде ограничивается по санитарно-токсикологическому признаку вредности уровнем 0,1 мг/л, в то время как дезинфицирующее действие пероксид водорода проявляет на уровне единиц и сотен мг/л.

Озонирование. Озон является наиболее сильным из всех известных в настоящее время окислителей. Для обработки воды он используется уже около ста лет. Однако только в последние 25–30 лет благодаря разработке озонаторов третьего поколения, резко упростивших и удешевивших его производство, началось бурное внедрение процессов озонирования воды.

Предлагаются установки для производства озона в количестве от граммов до десятков килограммов в час. Они могут использоваться в небольших устройствах обработки воды и городских станциях водоподготовки.

Преимуществом озонирования воды является неспособность озона, в отличие от хлора, к реакциям замещения. Особенностью озона является и быстрое разложение в воде с образованием кислорода, т. е. озон обладает практически полной экологической безопасностью. К недостаткам озона относится сложность его производства на месте использования, необходимость больших затрат электроэнергии на его синтез, а также малое последствие, поскольку озон разлагается в воде примерно за 30 минут. Это заставляет проводить финальное хлорирование, правда, с дозой, существенно уменьшенной по сравнению с обычным способом, что предотвращает образование в воде токсичных хлорпроизводных.

Преимущество озонирования воды перед хлорированием объясняется следующим. По традиционной схеме улучшение качества воды обеспечивается тремя процессами. Для обесцвечивания воды применяется коагуляция. Улучшение органолептических свойств воды достигается при помощи сорбционных методов. Для обеззараживания воды применяется хлорирование. Необходимость использования трех различных процессов усложняет технологию обработки воды. При использовании коагулянтов в воду вносятся дополнительные загрязнения. Из-за значительной стоимости сорбционных загрузок часто приходится отказываться от улучшения вкусовых свойств воды. Использование хлора приводит к образованию в воде упомянутых хлорорганических соединений, оказывающих сильное действие на организм человека [30-32].

Озонирование за счет высокой окислительной способности озона позволяет одновременно достичь обесцвечивания воды, устранения привкусов и запахов и её обеззараживания. При этом в воду не вносятся посторонние примеси и не образуются вредные для человека соединения.

Механизм бактерицидного действия озона объясняется его влиянием на обмен веществ в живой клетке, при котором нарушается равновесие превращения активной сульфидной группы в неактивную группу. Установлено, что озон универсально разрушает микроорганизмы в воде. Это можно объяснить способом действия озона. В отличие от обычно употребляемого хлора, озон не дает обратного замедляющего эффекта на внутриклеточные ферменты. Из-за высокой окислительной способности озон действует как окислитель на стенку-мембрану клетки вплоть до проникновения внутрь микроорганизма и окисления определенных важных компонентов (протеинов, ферментов, ДНК, РНК). Когда большая часть мембраны разрушена, клетка погибает. Если стенка-мембрана разрушена

частично, клетка может соединиться с другой клеткой, что объясняет наблюдаемые иногда явления регенерации (сублетальное поведение).

Озонирование воды имеет преимущества перед хлорированием по воздействию на органолептические характеристики воды. Известно, что окраска вод обусловлена наличием попадающих в них в результате вымывания из почвы или торфа окрашенных гумусовых кислот (в составе гумусовых кислот различают гуминовые кислоты и фульвокислоты). При этом обесцвечивание раствора гуминовых кислот почвенного и торфяного происхождения озоном не связано с деструктивным окислением, поскольку в углекислый газ в этих условиях переходит незначительная часть углерода. Наблюдаемое обесцвечивание объясняется окислением фенольных гидроксидов до соответствующих хинонов и далее разрывом молекул по мостикам, соединяющим ароматические ядра, и образованием менее окрашенных фульвокислот, а гумусовые кислоты остаются в воде в виде малоокрашенных креновых и надкреновых кислот.

При озонировании продуктов жизнедеятельности микроорганизмов и водорослей происходит практически полное удаление запахов и привкусов в широком диапазоне кислотности, температуры и ионного состава воды.

Интересным вариантом использования озонирования является его применение при производстве бутилированной воды. Вводя в воду не посредственно перед розливом избыточное количество озона, добиваются того, что после закупорки бутылей выделяющийся из воды озон стерилизует их верхнюю часть и пробку. Затем озон медленно разлагается, насыщая воду кислородом, что придает ей родниковый вкус.

Используется озон и для «холодной стерилизации» емкостей, трубопроводов и бутылок. Для этого их обрабатывают водой с растворенным значительным избытком озона.

По современной технологии производство озона осуществляется на месте применения на специальных установках – озоногенераторах. Озон образуется при высокочастотном коронном разряде в потоке осушенного воздуха. Расход энергии составляет 5–15 кВт/кг $O_3 \cdot ч$. Концентрация озона в воздушно-озонной смеси составляет 50–250 г/м³.

Следующей задачей является введение озона в воду. Для его растворения используются методы барботажа и эжекции.

В крупных промышленных установках наиболее часто используется барботаж озono-воздушной смеси через очищаемую воду. Сложнейшей проблемой является обеспечение одинакового времени контакта пузырьков с водой. Для этого необходимо создание равномерных пузырьков, а также их введение по всему объему воды.

В установках относительно небольшой производительности наиболее распространен и достаточно эффективен метод эжекции. Очищаемая вода

проходит через эжектор, создает в нем разрежение, при котором в воду засасывается необходимое количество озона. Интенсивное перемешивание в эжекторе диспергирует озон на мельчайшие пузырьки с огромной поверхностью контакта. Поэтому скорость растворения велика. Кроме того, разрежение на линии после озоногенератора гарантирует безопасность от попадания озона в воздух рабочих помещений.

После растворения озона необходимо обеспечить определенное время его контакта с водой для осуществления химических реакций окисления и удаления из воды избыточного количества воздуха и озона. Для этого устанавливают контактно-сепарационный аппарат, из которого вода направляется на угольный фильтр для доочистки от органики и деструкции озона.

Совместить эффективное растворение озона и заданную длительность его контактирования с водой позволяют пульсационные колонны со специальными распределительными тарелками. Озоно-воздушная смесь вводится в нижнюю часть колонны; возвратно-поступательное движение воды, создаваемое специальным пульсатором, и распределительные тарелки обеспечивают её диспергацию до пузырьков заданных оптимальных размеров, которые поднимаются противотоком к движущемуся вниз потоку воды. Этим достигается высокая степень использования озона при большой удельной производительности аппарата [33].

При любом методе подачи озона он полностью никогда не растворяется и удаляется с отходящими из адсорбера газами. Допустимое содержание озона в воздухе составляет $0,2 \text{ мг/м}^3$. Поэтому этот озон должен быть деструктирован. Используются каталитический и термический методы.

Физические методы

УФ-облучение

Ультрафиолетовое облучение приводит к повреждению носителя наследственности микроорганизмов. Особенно действенно УФС-облучение (длина волны 100-280 нм). Основными определяющими величинами являются средняя доза УФ [Дж/м^2] как произведение интенсивности облучения [Вт/м^2] и средней продолжительности воздействия, а также УФС-проницаемость сточных вод, обычно задаваемая как пропускание УФ [$\text{\%/см}$]. допущение средней интенсивности облучения и средней продолжительности является приближенным, так как фактически в облучаемой зоне течение и интенсивность облучения распространяется неравномерно. Для того чтобы все клетки по возможности получали УФ-облучение одинаково, следует

обеспечить пробковое течение как можно ближе к идеальному и производить поперечное перемешивание [34].

Кроме того, значение имеет содержание твердых веществ в сточных водах (концентрация взвешенных веществ, тип и размер частиц твердых веществ). Для бактерий – индикаторов фекального загрязнения (кишечные палочки, кишечные энтерококки), а также для колифагов достигаются показатели уничтожения от четырех до пяти десятичных порядков.

Установки УФ-облучения сегодня применяются преимущественно в конструкциях с открытыми каналами с безнапорным течением.

В этих сооружениях УФ-излучатели расположены в прямоугольном проточном русле параллельно направлению течения через регулярные промежутки, а защищенные трубчатыми оболочками из кварцевого стекла УФ-излучатели смонтированы в узких продолговатых рамных каркасах. В рамном каркасе друг над другом расположены несколько УФ-излучателей, и рамные каркасы располагаются рядом друг с другом в таком количестве, что все сечение потока заполнено УФ-излучателями через равные промежутки [35]. В одном желобе могут быть расположены друг за другом до трех таких полей излучения. Чтобы верхние УФ-излучатели не находились ни в сухой зоне, ни слишком глубоко под водой, наиболее целесообразно удерживать высоту уровня в облучаемом русле независимо от объемного расхода стока при помощи клапанного затвора в нижнем течении. Нагруженные в противовес клапанные затворы в нижнем течении работают автоматически, регулируются надежно, быстро и без подпора, обеспечивают равномерный сток по сечению русла, а недостаток в виде потерь гидравлической высоты можно компенсировать спусками.

Мембранная фильтрация

Микро-/ультрафильтрация дает возможность эффективно задерживать бактерии и твердые вещества. Благодаря адсорбционному связыванию вирусов твердыми веществами можно также достичь снижения количества вирусов.

По этой причине при подготовке питьевой воды для обеззараживания применяется только ультрафильтрация.

При обработке сточных вод в промышленных сооружениях также внедрена дополнительная ультрафильтрация, с помощью которой можно достичь надежной дезинфекции[36].

Ультрафильтрация обычно следует после биологической ступени очистки; этот вариант мембранного метода не подходит для применения в качестве бранно-биологической технологии.

Применении ультрафильтрации экономически приемлемо только тогда, когда наряду с целевой установкой «дезинфекция сточных вод» на переднем плане находятся такие задачи, как «подготовка технологической/охлаждающей воды» или «максимально эффективное удаление фосфора». Кроме того, решающее значение в пользу ультрафильтрации могут иметь требования по подготовке питьевой воды.

1.5 Роль природных минеральных сорбентов в медицине.

Природные минеральные сорбенты - энтеросорбенты (от лат. *sorbens*-поглощающий) - это препараты, которые действуют в желудочно-кишечном тракте, эффективно связывая экзогенные и эндогенные соединения, клетки и надмолекулярные структуры с целью лечения и профилактики заболеваний.

Эндогенные соединения - это вырабатываемые самим организмом при нормальных условиях или заболеваниях токсические продукты его жизнедеятельности, бактериальные токсины, которые выделяет находящаяся внутри организма патогенная микрофлора.

Экзогенные соединения - это проникающие в организм из внешней среды с пищей, воздухом, водой, продукты биотрансформации лекарственных препаратов, природные и синтетические яды.

Применение энтеросорбентов как метод лечения основан на способности некоторых соединений связывать и выводить из организма различные токсические вещества, сложные молекулы и надмолекулярные структуры, и даже микробные клетки.

Использование энтеросорбентов, вероятно, один из самых древних методов лечения, относящихся к эфферентной терапии. Энтеросорбция своими корнями уходит глубоко в историю человечества, во времена древних цивилизаций. И сейчас уже невозможно определить, когда впервые были применены такие сорбенты как зола или древесный уголь. По свидетельству историков, более трех тысяч лет назад в Древнем Египте применяли древесный уголь для наружной обработки ран и для лечения отравлений. Врачи Древней Греции, включая Гиппократ, в своих работах отмечали лечебные свойства энтеросорбентов. В России энтеросорбцию можно отнести к одному из методов медицины. Во времена войн со шведами и немцами в период с 1200 до 1400 гг. для очистки ран широко использовался оружейный порох. С этой же целью применяли березовый уголь. Согласно легендам, именно применение березового угля продлило жизнь А.Невскому. Позже

лекари, а потом земские врачи назначали протертый уголь больным с диареей. Применение углей было эффективным и при лечении болезней внутренних органов, и при лечении острых отравлений. Во времена второй мировой войны энтеросорбенты на основе лигнина широко использовались для лечения расстройств желудочно-кишечного тракта у солдат.

В последнее время арсенал сорбционных средств значительно расширился. Появилось большое количество веществ с ионообменными свойствами, на основе которых изготавливаются лекарственные вещества, предназначенные для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Сегодня, энтеросорбция - это отдельная ветвь всей медицинской науки.

«Энтеросорбция применяется в медицине для исцеления острых и приобретенных болезней, сопровождающихся токсикозами, нарушениями пищеварения, иммунного статуса, метаболизма липидов, желчных кислот и других видов обмена» [37]. С каждым годом показания для энтеросорбции расширяются, энтеральное внедрение сорбентов позволяет исключить либо понизить интенсивность медикаментозной терапии, в т. ч. и антибиотикотерапии, гормонотерапии, десенсибилизирующего исцеления.

Энтеросорбенты компенсируют недочет естественных пищевых волокон в рационе, способны связывать многие виды ксенобиотиков, число которых уже исчисляется миллионами. При многих патологических процессах энтеросорбция стала главным способом исцеления, на фоне которого употребляются фармакотерапия и экстракорпоральные способы детоксикации. Исследования в этом направлении активировались в последнее время в связи с широким применением энтеросорбентов, владеющих разными сорбционными качествами. Сорбенты способны всасывать из многокомпонентных смесей эндо- и экзотоксины, а вещества с макро- и мезопорами могут фиксировать на собственной поверхности возбудителей бактериальной и вирусной природы, выключая их таким образом из патологического процесса. Обширно употребляются продукты переработки древесного сырья (лигнины, целлюлоза, активированный уголь), вещества минеральной природы (алюмосиликаты, цеолиты) и др.

Широкое распространение энтеросорбенты получили в онкологической практике. Наличие в организме человека злокачественной опухоли сопровождается выраженной в различной степени эндогенной интоксикацией.

У онкологических больных могут быть реализованы все пути накопления токсических олигопептидов и «молекул средней массы» в крови. Эндогенная интоксикация у данного контингента больных обусловлена нарушениями обмена белков, усилением катаболических процессов,

развитием кахексии на фоне нарушения функции экскреторно-эвакуаторных систем, особенно при специфическом поражении печени, накоплением в крови и тканевых депо метаболитов и токсинов, количество которых возрастает при распаде опухоли. «Проведение химиотерапии и современных жестких схем лучевой терапии ведет к резкому нарастанию степени эндогенной интоксикации за счет усиления процесса распада опухолевых клеток, а применение противоопухолевых препаратов ведет к экзогенной интоксикации. На фоне выраженной интоксикации у онкологических больных повышается проницаемость кишечного эпителия, блокируются ингибиторные системы протеолиза» [38-40].

Лабораторные исследования показали, что при острых воспалительных заболеваниях энтеросорбенты способствуют восстановлению показателей, характеризующих эндотоксемию (снижение лейкоцитоза и лейкоцитарного индекса интоксикации, исчезновение зернистости нейтрофилов) и уменьшают активность ферментов крови, таких как аспартатаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, амилаза, липаза, трипсин. Присвинцовых, алкогольных и лекарственных экзотоксикозах энтеросорбенты снижают уровень токсинов и ослабляют симптомы интоксикации, а при эндотоксикозах - уменьшают содержание олигопептидов, мочевины, остаточного азота, креатинина и билирубина. Даже при таком трудно поддающемся лечению заболевании, как псориаз, наблюдалось улучшение самочувствия больных и удлинение клинической ремиссии.

Местно энтеросорбенты назначают для лечения кожных заболеваний и ран. В хирургической практике энтеросорбенты применяют в период подготовки больных раком толстой кишки к операции с целью снижения частоты послеоперационных осложнений. При остром панкреатите эффективность энтеросорбентов зависит от тяжести токсикоза. При легкой степени энтеросорбция способствует быстрому восстановлению перистальтики кишечника, снижению интоксикации и более раннему восстановлению нормальных показателей крови. При токсикозе средней тяжести проводится экстракорпоральная гемосорбция в сочетании с энтеросорбентами. «В острой фазе панкреатита энтеросорбенты способствуют нормализации биохимических показателей эндотоксемии и ослаблению диспепсических расстройств и болевого синдрома» [41]. Более отчетливое лечебное действие выявляется у больных с сохраненной перистальтикой.

Более адекватным для решения задач детоксикации и менее травматичным также является способ энтеросорбции, заключающийся в пероральном введении ряда адсорбентов – веществ, способных задерживать на собственной поверхности токсические составляющие химуса. Связанные

вещества потом удаляются из организма с каловыми массами и исключаются из процессов всасывания и циркуляции.

Выделяют энтеросорбенты четырех поколений:

- первое поколение – угольные сорбенты (Активированный уголь, Сорбекс);
- второе поколение – сорбенты из природных глин, полимерные сорбенты (Полифепан, Диосмектит);
- третье поколение – кремниевые и гидрогелевые сорбенты (Энтеросгель);
- четвертое поколение – сверхвысокодисперсный диоксид кремния (или кремнезем) (Белый уголь).

Наиболее эффективными, по мнению аллергологов и гастроэнтерологов, считаются сорбенты на основе диоксида кремния (Белый уголь). Белый уголь способен всасывать из желудочно-кишечного тракта пищевые и бактериальные аллергены, токсические продукты, в т. ч. олигопептиды, средние молекулы, амины и других вещества, которые образуются в результате гниения белков в кишечнике.

В современных условиях разработаны и внедрены в медицинскую практику целые классы энтеросорбентов.

1. Углеродные энтеросорбенты.

Физико-химические характеристики современных углеродных энтеросорбентов весьма разнообразны. Основным свойством гранулированных углеродных энтеросорбентов является наличие развитой внутренней пористости с суммарным объемом пор по бензолу от 0,4 до 1,3 см³/г и внутренней поверхностью от 700 до 3000 м²/г. Вследствие различий в размерах частиц, углеродные энтеросорбенты обладают весьма различной внешней поверхностью и кинетикой сорбции.

Имея в основном гидрофобную поверхность, Активированный уголь обладает малым сродством к молекулам воды. В связи с этим, чем меньше гидратированы, т.е. более гидрофобны молекулы, тем легче они сорбируются углем из водной фазы.

2. Энтеросорбенты на основе смол, полимеров и неперевариваемых липидов.

Хорошим примером энтеросорбента на основе смол естественного происхождения является французский препарат Поли-Карайя, представляющий собой смесь гранулированной (диаметр 0,6-1 мм) смолы

дерева карай и с поливинилпирролидоном в отношении 2:1. Оба компонента, обладающие высокой гидрофильностью, набухают при контакте с водой более чем в 30 раз. Компоненты препарата не проникают через слизистую желудочно-кишечного тракта. Поглощительные свойства Поли-Карайи выражены слабо и реализуются преимущественно за счет абсорбции, т.е. включения содержащей токсины среды в набухающую полимерную матрицу. Существенным является тот факт, что Поли-Карайя обладает механизмом лечебного действия, отсутствующим у гранулированных энтеросорбентов на основе активированных углей, а именно – способностью покрывать слизистую желудочно-кишечного тракта, защищая её от неблагоприятных воздействий.

«Наиболее известной синтетической смолой, используемой в качестве энтеросорбента, является анионообменный холестирамин, предназначенный для удаления желчных кислот из содержимого тонкого кишечника. Холестирамин представляет собой мелкий порошок» [41].

Среди энтеросорбентов на основе синтетических смол следует упомянуть также холестипол, МСИ–196 и холезивилам, из которых последний обладает в 4-6 раз большим, чем холестирамин, сродством к желчным кислотам.

К липидным энтеросорбентам можно отнести и разработанную компанией «Procter&Gamble» пищевую добавку Олестра, представляющую собой неусвояемый аналог пищевых жиров.

Первоначальным назначением Олестры была коррекция нарушений жирового метаболизма и борьба с избыточным весом, но в дальнейшем оказалось, что этот липидный энтеросорбент можно с успехом использовать для удаления из организма гидрофобных токсинов с большим периодом полувыведения. Показано, например, что Олестра фиксирует на себе диоксины, попадающие в желудочно-кишечный тракт по цепочке: жировые депо – липиды и белки плазмы крови – желчь и другие реабсорбируемые пищеварительные соки. Не исключено, что эффективность Олестры можно существенно повысить используя её в комбинации с углеродными адсорбентами, предназначенными для очистки жиров от органических примесей. При этом сорбированные Олестрой из кишечного содержимого липофильные токсины будут «перехватываться» углеродным материалом, присутствие которого позволит в то же время уменьшить негативные симптомы со стороны желудочно-кишечного тракта, вызываемые повышенными дозами Олестры.

3. Кремнийсодержащие энтеросорбенты.

«Среди синтетических кремнийсодержащих энтеросорбентов самым распространенным является препарат Энтеросгель, представляющий собой синтезированный спиртовым или водным способом гель гидроокиси метилкремниевой кислоты» [42]. Для Энтеросгеля характерна небольшая емкость по веществам малой и средней молекулярной массы и, в то же время, наличие известной избирательности поглощения, с чем связано, вероятно, его достаточно хорошее сродство к билирубину, которое, впрочем, существенно уступает таковому для современных углеродных адсорбентов и некоторых смол. Энтеросгель способен эффективно сорбировать ротавирусы, вызывающие острые гастроэнтериты, а также присутствующие в просвете кишечника бактерии, вызывая деструкцию некоторых из них.

Важным механизмом действия Энтеросгеля является резкое (в 3-4 раза) повышение содержания неперевариваемого остатка в кишечном содержимом и стуле, т.е. механизм, типичный для действия пищевых волокон. В силу резкого различия в спектре и интенсивности сорбционной активности Энтеросгель и углеродные адсорбенты могут рассматриваться в определенном смысле как дополняющие друг друга препараты.

Назначение высокоактивных углеродных энтеросорбентов в подобных случаях требует определенной корректировки доз химиопрепаратов из-за возможности их поглощения энтеросорбентами, либо применения их в промежутках между курсами; тогда как для Энтеросгеля, гораздо менее сорбционно активного в диапазоне молекулярных масс 100-1000 Да, в этом особой необходимости нет, и его можно использовать параллельно с делящейся химиотерапией.

Второй кремнийсодержащий энтеросорбент Силикс (полисорб, силлард) разработан на основе высокодисперсных пирогенных кремнеземов (аэросилы). Этот материал традиционно используют в медицине в качестве вспомогательного вещества. «Средний диаметр первичных частиц Силикса с удельной внешней поверхностью 200-300 м²/г составляет 10-12 нм, причем сами эти частички внутренней пористости не имеют» [43]. Многие вещества и метаболиты низкой и средней молекулярной массы (креатинин, глюкоза, билирубин, желчные кислоты и т.д.) либо совершенно не сорбируются пирогенными кремнеземами из водных растворов, либо сорбируются в очень малом количестве. Определенную настороженность вызывает субмикронный размер частиц энтеросорбента, относящийся как раз к тому диапазону размеров, для которого, характерно проникновение (персорбция) микрочастиц через слизистую кишечника с последующим распределением в капиллярах практически всех органов и тканей. На основании результатов экспериментов с определением количества кремния в органах, получавших Силикс, авторы препарата отвергают возможность его транзита через неповрежденную

слизистую кишечника, однако, вопрос о том, так ли это в случаях повреждения слизистой различными вредоносными агентами, остается открытым.

4. Пищевые волокна.

Основными компонентами пищевых волокон являются целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, пектин, альгиновая кислота, причем указанные волокна могут иметь как однородный, так и смешанный состав, например, целлюлозо-лигнин, гемицеллюлозо-лигнин и т.д. Применяемые с едой или отдельно пищевые волокна не являются полностью стабильной компонентой внутреннего содержимого желудочно-кишечного тракта: у здоровых субъектов переваривается порядка 30% целлюлозы, 53% гемицеллюлозы и 8% лигнина, присутствующих в ежедневной диете. Хотя типичной рекомендацией диетологов является потребление пищевых волокон в количестве 25-50 г/сутки, во всех развитых странах наблюдается выраженный дефицит этой компоненты диеты, в среднем составляющей 15-20 г в день, что открывает огромные перспективы для использования пищевых волокон в качестве добавок как в обычных пищевых продуктах, так и отдельно, т.е. в составе энтеросорбентов. Кроме упомянутых выше положительных влияний пищевых волокон на функции желудочно-кишечного тракта, следует отметить связывание (возможно с сохранением части активности) панкреатических ферментов, снижение уровня глюкозы и уплощение гликемических кривых, благоприятные изменения в спектре липидов крови, поглощение желчных кислот и компенсаторное увеличение их синтеза в печени, связывание пестицидов и некоторых канцерогенов.

Классическим образцом пищевых волокон является микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ), получаемая путем гетерогенного гидролиза хлопкового волокна и представляющая собой химически инертное, практически не набухающее и не перевариваемое вещество без вкуса и запаха, порошок которого состоит из твердых микрочастиц размером от долей микрона до нескольких десятков микрон. МКЦ широко используется, в частности, в качестве наполнителя для таблеток в фармацевтической промышленности.

«Наиболее распространенным энтеросорбентом на основе пищевых волокон является Полифепан, выпускаемый в виде порошков, пасты и гранул, и получаемый путем гидролиза древесины. Полифепан состоит в среднем из 80% гетероцепочечного природного полимера - лигнина и 20% регулярного линейного полимера - гидроцеллюлозы. Основными структурными единицами лигнина являются метоксилированные производные фенилпропана, а гидроцеллюлозы – звенья 1,5-ангидро-2-D-глюкопиранозы» [44]. Суммарный объем пор полифепана составляет 0,8-1,3 см³/г, однако, это

относительно не сорбционные микропоры, а макропоры с радиусами порядка 1000 мкм, в связи с чем удельная сорбционная поверхность этого материала не превышает обычно 20 м²/г. Основным механизмом поглотительного действия Полифепана является не адсорбция, а абсорбция; при этом наблюдается его некоторая селективность по отношению к холестерину, биогенным аминам и азотистым шлакам.

Полифепан обладает хорошими гепатопротекторными свойствами при печеночной недостаточности, вызванной токсичным гепатитом или механической желтухой, снижает сывороточную активность протеаз и концентрацию молекул средней массы приблизительно в той же степени, что и низкоактивный углеродный энтеросорбент Ваулен; ограничивает всасывание кишечных токсинов при перитоните, снижает усвояемость холестерина при гиперхолестериновой диете и, также как и МКЦ, улучшает липидный профиль.

К пищевым волокнам относятся также и энтеросорбенты на основе пектина, имеющие приблизительно ту же связывающую активность в отношении желчных кислот и гиполипидемическое действие, что и МКЦ или Полифепан. Пектиновые энтеросорбенты успешно используются также для удаления из организма некоторых тяжелых металлов и радионуклидов. Аналогичными свойствами обладают и энтеросорбенты на основе альгинатов, извлекаемых из морских водорослей: например, энтеросорбент Альгисорб переводит содержащийся в молоке радиоактивный стронций в нерастворимый комплекс, препятствуя тем самым абсорбции этого радионуклида в кишечнике и отложению его в костной ткани и может быть использован для профилактики накопления радиоактивных рутения и цезия.

Еще один энтеросорбент на основе морепродуктов Зостерин демонстрирует определенные позитивные свойства при включении его в диету у пациентов с пиелонефритом. Во всех трех упомянутых энтеросорбентах (пектин, Альгисорб и Зостерин), кроме биологической активности, обусловленной их свойствами как пищевых волокон, важную роль играет также их комплексообразующий потенциал.

К разделу пищевых волокон следует отнести и энтеросорбенты на основе азотсодержащих полисахаридов хитина и хитозана. Структура хитина очень похожа на структуру целлюлозы, однако, регулярной единицей в этом случае является 2-ацетиламино-2-дезоксиглюкопираноза, связываемая гликозидными мостиками.

Хитин содержится в панцирях ракообразных и клеточных стенках шляпочных грибов. Эти биополимеры способны связывать ряд тяжелых

металлов и радионуклидов, а также обладают дехолестеринизирующим и делипидизирующим действием.

Производные хитина используются также в качестве переносчиков лекарственных средств и местно, для лечения ран и ожогов.

5. Комбинированные энтеросорбенты.

«Примерами этих энтеросорбентов являются упомянутые уже препараты Поли-Карайа на основе смолы дерева карайа и поливинилпирролидона, а также углерод-минеральный энтеросорбент СУМС и препарат Ультрасорб [45]. Энтеросорбент СУМС представляет собой сферические гранулы пористого силикагеля, покрытые пиролитическим углеродом (до 15 весовых %). Он имеет незначительную поглотительную способность в отношении веществ малого и среднего молекулярного веса, однако, в силу наличия крупных макропор, достаточно хорошо сорбирует кишечные бактерии и их токсины.

Идеальный энтеросорбент, в первую очередь, должен быть нетоксичным, нетравматичным для слизистых оболочек. Также он должен хорошо выводиться из кишечника. Его сорбционная емкость должна быть достаточно высокой по отношению к компонентам химуса, которые он выводит из организма. Применение энтеросорбента не должно приводить к обеднению организма полезными веществами и витаминами. По мере прохождения энтеросорбента и связанных компонентов по кишечнику не должно происходить десорбции. Применение энтеросорбента не должно изменять pH среды желудочно-кишечного тракта. Влияние энтеросорбента на биоценоз микрофлоры кишечника и процессы секреции должно быть благоприятным, в крайнем случае, - нейтральным.

И так, подводя итоги, можно сделать следующие выводы.

Сорбенты, которые используются для приема внутрь нашего организма называются энтеросорбентами.

Энтеросорбенты - это препараты, эффективно связывающие в желудочно-кишечном тракте эндогенные и экзогенные соединения, надмолекулярные структуры и клетки путем адсорбции, абсорбции, ионообмена или комплексообразования с целью лечения и / или профилактики болезней.

Энтеросорбенты применяются в медицине по следующим направлениям:

- в практике аллергологов и дерматологов энтеросорбенты применяют для лечения атопического дерматита и других аллергодерматозов, псориаза, экземы;

- энтеросорбенты предупреждают развитие ишемической болезни сердца и атеросклероза, связывая желчные кислоты;

- энтеросорбенты могут применяться в диетологии, поскольку они препятствуют перевариванию жиров и способствует выведению жиров из организма;

- эффективны энтеросорбенты и при лечении острых пищевых отравлений, отравлений ядами, наркотическими и лекарственными веществами, алкогольно-пищевой перегрузке организма, абстинентном синдроме, который обусловлен алкоголизмом и наркоманией.

При этом практически все энтеросорбенты являются абсолютно безопасными и не наносят вреда человеческому организму, даже в случаях случайной передозировки.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Приборы и оборудование.

Оборудование,

1. Инкубатор WiseCube WIG-155, Автоклав с системой управления Fuzzy Logic, электронной системой запираания двери, 2 проволочные корзины, до 132°C, макс. 2 кг/см², 47, 60, 80 и 100 литров, "CE-MDD сертификация".
2. Сушильный шкаф LOIP LF-25/350-GG1. Модель без вентилятора, включая камеру из стали с базовым регулятором. Универсальная, высокоточная электропечь для нагрева, тепловой обработки различных материалов, высушивания в воздушной среде при температурах до +350°C.
3. Стерилизатор воздушный настольный с программным управлением циклами стерилизации, дезинфекции и сушки и системой принудительного охлаждения изделий ГП-40-Ох-ПЗ.
4. Лабораторные аналитические весы общего назначения ВЛ-210 «Госметр» (Россия) с погрешностью взвешивания ± 0.0002 г.
5. Термостат электрический суховоздушный ТС-1/20 СПУ. Предназначен, для создания стабильных условий в рабочей зоне проведения испытаний, поддерживает определенно заданную температуру в камере. Термостат обеспечивает визуальную индикацию и непрерывное измерение температуры.
6. Анализатор Сорбтометр-М обеспечивает измерения удельной поверхности при различных парциальных давлениях газа-адсорбата по методу БЭТ в соответствии с ГОСТ 23401–90 и методу STSA
7. Перестатический насос 313D - с откидной головкой 313D для быстрой установки трубки, цифровое управление скоростью от 1 об/мин до 400 об/мин с шагом 1 об/мин. Мгновенный реверс.
8. Лабораторные аналитические весы общего назначения ВЛ-210 «Госметр» (Россия) с погрешностью взвешивания ± 0.0002 г. В работе использовалась мерная лабораторная стеклянная посуда: колбы наливные вместимостью 25.0, 50.0, 100.0 и 1000.0 см³; цилиндры вместимостью 5.0 и 10.0 см³. Вся посуда очищалась и ополаскивалась дистиллированной водой.
9. Установка водоподготовки «Аквадистиллятор ДЭ-4». Использовалась для получения дистиллированной воды, отвечающей требованиям

государственной фармакопеи. Применяются в медицинских учреждениях, аптеках, лабораториях и для технических нужд.

В работе использовалась мерная лабораторная стеклянная посуда: колбы наливные вместимостью 25.0, 50.0, 100.0 и 1000.0 см³; цилиндры вместимостью 5.0 и 10.0 см³; ФО-10 мл (пенициллинки). Вся посуда очищалась и ополаскивалась дистиллированной водой. Посевы «газоном» производили на плотную питательную среду в чашке Петри одноразовыми стерильными шприцами вместимостью 10 мл.

2.2. Объекты исследования.

В качестве фильтрованного материала были использованы фильтры из природного глауконита с различными фракциями, соотношением фракций и фильтры с модифицированным материалом. Адсорбент тестировался в виде фильтровальных модулей, которые представляли собой стеклянную трубку диаметром 8 мм и длиной 150 мм заполненную адсорбентом. Масса загрузки фильтра варьировалась в пределах 8-9 г., в зависимости от фракции.

В качестве тестовой культура использованы бактерии *Escherichia Coli* (штамм ATCC 25922), как наиболее известный показатель бактериальной загрязненности воды.

2.3 Методы исследования.

2.3.1 Приготовление питательных сред.

Качество питательной среды нередко определяет результаты всего исследования, она является основой всего микробиологического исследования. Среда должна создавать оптимальные условия для культивирования бактерии.

Несколько условий которым должны соответствовать питательные среды:

- быть стерильными, так как посторонние микробы препятствуют росту микроба и изменяют свойства среды;
- содержать постоянные количества отдельных ингредиентов;
- должны быть влажными и иметь оптимальную для микроорганизмов консистенцию.

Первой задачей в ходе реализации проекта, было культивирование бактерии *Escherichia Coli* (штамм ATCC 25922) на твердой питательной среде следующего состава, г/л:

- Агар20

- Мясопептонный бульон10

Посуда для приготовления сред не должна содержать посторонних веществ, например щелочей или окислов железа, которые могут попасть в среду при варке ее в ржавых кастрюлях. Лучше всего пользоваться стеклянной, эмалированной или алюминиевой посудой. Перед употреблением посуду необходимо тщательно вымыть, прополоскать и высушить.

Основные этапы приготовления сред:

- Варка;
- Фильтрация;
- Разлив;
- Стерилизация;
- Контроль.

Питательную среду варили на водяной бане до полного растворения веществ. После варки разливали по мерным колбам на 2/3 части, так как при стерилизации могут намокнуть пробки и среды утратят стерильность. Важно, чтобы при разливе среда не смачивала края посуды, иначе к ним могут прилипнуть пробки, каждую колбу обязательно подписывали, и помещали в автоклав на стерилизацию: режим стерилизации: 121 0С (1 атм.) в течение 60 минут. Выращивание производили термостате, при температуре 28+10С, в течении 24 часов, для контроля стерильности среды, после чего их просматривали. Считали среду стерильной, если на ней не появились признаки роста.

Система фильтрации.

Система фильтрации представляет собой, систему, состоящую из: перистальтического насоса, шланга, стакана для отбора пробы и сборника фильтрата. Может использоваться при фильтрации значительных объемов исследуемой воды. Исследуемая вода из расходной емкости подается перистальтическим насосом на мембранный модуль МФМ-0142. Фильтрат после мембранного модуля поступает в сборник фильтрата, а концентрат остается на мембране. Время механической фильтрации 60 минут.

При перекачки жидкости насосами перистальтического типа изменяется объем проточной части. Проточная часть насоса представляет собой эластичную трубку. Концы трубки присоединены к патрубкам отбора пробы и сборника фильтрата. Дозирование перекачки жидкости происходит за счет сдавливания эластичной трубки роликами, закрепленными на роторе. Объем перекачиваемой жидкости регулируется.

Испытания с исследуемыми фильтровальными материалами на основе глауконита проводились для фильтрации от микробиологических загрязнений. Опыт проводился в динамическом режиме.

В начале фильтрации мощность перистальтического насоса устанавливается максимальная, как только вода по шлангу приближается к основанию фильтра, мощность снижают до минимального значения.

2.3.2 Подготовка посуды для посева.

Основное правило работы с бактериями - это стерильные условия.

Качество воды, используемой для ополаскивания посуды является одним из важных условий работы с клеточными организмами. Для ополаскивания посуды использовали дистиллированную воду.

Всю посуду новую и использованную ранее мыли в мыльно-фенольном растворе (1% мыльной эмульсии + 5% фенола) на 24 часа. После 5-7 раз промывали дистиллированной водой.

Окончательную стерилизацию посуды проводили в сушильных шкафах при температуре 180°C в течение 3 часов для уничтожения термофильных бактерий.

2.3.3 Посев на мясо-пептонный агар (МПА) по методу Коха.

Неотъемлемая задача при посеве, оградить посев от сторонних бактерий. Вследствие этого, работали быстро, но без резких перемещений, усиливающих шатания воздуха. Посевы проводились в боксе, так как, там более стерильные условия.

После тщательного перемешивания пробы вносили по 1 мл в стерильные чашки Петри, как правило, высевы делали из трех-четырех последних разведений, где бактерий становится мало и, в дальнейшем, при росте на чашках Петри появляются изолированные колонии.левой рукой слегка приоткрывая крышки чашки, на среду при помощи стерильного шприца, наносили посевной материал, круговыми движениями тщательно втирали его шпателем, пока шпатель не начинал свободно скользить по поверхности среды, при втирании вращали чашку, для равномерного распределения посевного материала. После посева шпатель вынимали из чашки и закрывали крышку. После стеклянный шпатель обязательно подвергается дезинфекции. Рабочую поверхность шпателя протирали спиртом и обжигали в пламени горелки.

После инкубации проводили подсчет не открывая чашек Петри. Для удобства маркером по стеклу отмечали просчитанную колонию точкой на наружной стороне дна чашки. При большом количестве колоний дно чашки Петри делили на секторы, подсчитывали число колоний в каждом секторе и

результаты суммировали. Подсчитывали все выросшие на чашке Петри колонии, наблюдаемые при увеличении в 2 раза. Учитывали только те чашки, на которых выросло не более 300 изолированных колоний. Если же подсчет колоний был невозможен, то отмечали «сплошной рост».

2.3.4. Исследование физико-химических характеристик минералов.

Для определения таких величин как удельная поверхность ($S_{уд}$) и удельный объём пор (P), исследуемого фильтровального материала, применялся метод тепловой десорбции азота, при помощи анализатора «СОРБТОМЕТР-М». Измерение удельной поверхности происходит при различных парциальных давлениях газа-адсорбата по методу тепловой десорбции в соответствии с ГОСТ 23401-90 и методу STSA.

2.3.5. Модификация поверхности материала.

Обработка природных минералов раствором соляной кислоты (кислотная модификация), показывает повышение степени очистки воды, увеличивается удельная поверхность минералов.

В нашем исследовании для модификации глауконита различного фракционного состава использовали водный раствор соляной кислоты 10 %. Выдерживали носитель в растворе в течении 2 часов, затем сливали раствор соляной кислоты и проводили промывку дистиллированной водой до нейтральной pH. После промывки минерала, осуществляют его сушку в лабораторной муфельной печи.

ГЛАВА 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Общая характеристика НИР

Научно исследовательская работа связана с изучением эффективности очистки воды от микробиологических загрязнений с помощью природного минерального сорбента глауконита и его модификаций. В настоящее время остро стоит проблема поиска эффективного фильтровального материала для очистки питьевой воды от микробиологических загрязнений. Одна из самых главных проблем человечества – некачественная очистка сточных вод, которая в свою очередь приводит к ухудшению качества природных водоемов содержащих пресную воду, вследствие к развитию опасных бактерий и микроорганизмов, которые заражают человека инфекционными заболеваниями. Наша цель найти недорогой и эффективный способ очистки питьевой воды. Поскольку природный минерал сорбент глауконит удерживает любые, даже самые мелкие взвеси, то вместе с ними удерживаются и любые микроорганизмы: они остаются в толще сорбента, а вода очищается от любых бактерий и вирусов. Применение природного сорбента глауконита позволит очищать воду от самых опасных бактерий, приносящих вред человеческому здоровью. Сорбционный метод очистки сточных вод от микроорганизмов и бактерий является наиболее эффективным и экологически приемлемым методом. Преимуществом метода является высокая глубина очистки, отсутствие вторичных загрязнений, управляемость процессом и небольшая площадь, занимаемая установкой сорбционных фильтров.

Объектом исследования в данной работе являются фильтры из природного глауконита с различными фракциями, соотношением фракций и фильтры с модифицированным материалом.

4.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Целевой рынок – спрос на чистую воду и системы очистки питьевой воды в связи с экологической ситуацией в городах в ближайшие несколько лет будет только расти.

4.2.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В настоящее время самым распространенным способ очистки воды от бактерий является хлорирование. Хотя уже давно известен тот факт, что использовать хлорированную воду вредно для здоровья, тем не менее, хлор до сих пор продолжает добавляться в воду в городских очистных сооружениях.

Рассмотрим следующие способы очистки питьевой воды. Хлорирование и сорбционный метод очистки.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения проведем с помощью оценочной карты таблица 5.

Таблица 5 – Оценочная карта сравнения конкурентных разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Технологическая сложность очистки	0.1	4	5	5	0.4	0.5	0.5
2 Побочные эффекты	0.2	5	1	1	1	0.2	0.2
3 Удобство в эксплуатации	0.1	5	4	4	0.5	0.4	0.4
4 Токсичность в организме	0.1	4	4	5	0.4	0.4	0.5
Экономические критерии оценки эффективности							
1 Стоимость сырья	0.2	4	3	3	0.8	0.6	0.6
2 Стоимость метода очистки	0.1	4	4	5	0.3	0.4	0.5
Итого	1	35	29	27	4.4	3.3	3.5

Анализ был проведен сравнительно с двумя основными методами: конкурент 1 – «Хлорирование», конкурент 2 – «Сорбционный метод очистки». В результате научная разработка по сравнению с самым распространенным способом очистки является конкурентоспособной.

4.3 SWOT-анализ

Таблица 6 – SWOT-анализ экспериментального лекарственного препарата

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Экологичность производственной технологии С2. Минимальное количество противопоказаний и побочных эффектов С3. Квалифицированный персонал С4. Не используются синтетические составляющие в составе ЛВ С5. Комплексный эффект очистки	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Стоимость и отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца Сл2. Отсутствие достаточного финансирования проектов Сл3. Недостаток литературных данных по данному проекту Сл4. Неоднородность исходного материала, что не позволяет выработать единые технологические нормы очистки Сл5. Ценовые затраты на очистку
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление спроса на продукт В3. Замена хлорированной питьевой воды на воду очищенную природными сорбентами	С1. Разработка нового метода очистки питьевой воды С2. Появится большой спрос на фильтровальный материал за счет эффективного и безопасного способа очистки	Сл1. Отсутствие некоторых необходимых оборудования для проведения метода в масштабном размере Сл2. Не до конца изучен данный метод очистки

Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У3. Ограничения на экспорт технологии У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	С1. Использование данного метода улучшит степень очистки питьевой воды зараженной бактериями, тем самым увеличив спрос на внутреннем рынке С2. Снижение зависимости от внешних рынков С3. Прибыль на внутреннем рынке	Сл1. Отсутствие рекламной компании на данный продукт Сл2. Отсутствие единого документа, подтверждающего качество метода очистки Сл3. Недостаточная прибыль С4. Повышение себестоимости С5. Рынок имеет более дешевые способы.

Вывод

Как мы выяснили в ходе SWOT-анализа, экспериментальному методу очистки питьевой воды характерен некий баланс сильных и слабых сторон (сильных и слабых параметров), т.е. лабораторные исследования проходят достаточно в стабильных условиях, однако для получения дополнительных конкурентных преимуществ перед привычными способами очистки необходимо получить поддержку Министерства Здравоохранения России, тем самым занять свою нишу на рынке производства и сбыта.

4.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Таблица 7 – Оценка готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	2	3	4

1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	4	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	5	5
10.	Стратегия реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	5
	Итого баллов:	69	60

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (1)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Так, если значение $B_{\text{сум}}$ получилось от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации.

Вывод данная разработка является перспективной.

4.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия.

Лаборатория 2 корпуса *НИИ ТПУ* является научно исследовательской лабораторией, внедрение и отработка технологий. Далее сама лаборатория решает вопросы продажи полученного продукта.

4.6 Инициация проекта

Цели и результат проекта.

Таблица 8 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, кафедра ФАХ	Апробация минерального сорбента
НИИ фармакологии ГУ ТНЦ СО РАМН	Результаты исследования эффективности материала

Таблица 9 – Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Изучение эффективности очистки воды от микробиологических загрязнений с помощью природного минерального сорбента глауконита и его модификаций
Ожидаемые результаты проекта:	Получить фильтровальные материалы, эффективные для очистки питьевой воды
Критерии приемки результата проекта:	Физико-химические характеристики минерального сорбента
Требования к результату проекта:	Требование:
	Обоснованность выбора темы исследования
	Новизна полученных результатов
	Рекомендации к использованию результатов исследования

Организационная структура проекта:

Таблица 10 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
11	Воронова О.А.	Руководитель	Выбор направления исследований, формулировка темы, консультации и обсуждение полученных результатов	250
22	Светочева А.О.	Дипломник	Разработка плана работ, выполнение работ, обсуждение полученных результатов	890
Итого:				1140

Ограничения и допущения проекта:

Таблица 11 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
---------------	-------------------------------

3.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	С 7.09.2015 по 30.05.2016
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	7.09.2015
3.2.2. Дата завершения проекта	20.05.2016 – 30.05.2016
3.3. Прочие ограничения и допущения*	Время использования научного оборудования.

4.7 Планирование управления научно-техническим проектом

Научно-исследовательскую работу можно разделить на отдельные части (этапы), содержание которых определяется спецификой темы. Как правило, НИР включает в себя следующие этапы:

Подготовительный этап. К этому этапу относится сбор и изучение литературных данных, составление литературного обзора по выбранной тематике, подготовка рабочего места, подготовка исходных веществ, химических реактивов и вспомогательных веществ.

Экспериментальная часть. Этот этап включает непосредственное проведение цикла экспериментов и обработку полученных результатов. Обсуждение результатов, вывод о проделанной работе.

Заключительный этап. Выполнение графической части, оформление пояснительной записки.

Контрольные события проекта представлены в таблице 8.

Таблица 12 – Контрольные события проекта

Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
Литературный обзор проблематики	10.09.15	Литературный обзор в ВКР
Постановка цели и задач	16.09.15	Раздел цели и задачи в ВКР
Разработка плана экспериментальных работ	17.09.15	План работ
Приготовление питательной среды	28.09.15	Результаты экспериментов, представленных в ВКР

Культивирование бактерии Escherichia Coli (штамм ATCC 25922)	30.09.15	Результаты экспериментов, представленных в ВКР
Посев на мясо-пептонный агар (МПА) в чашки Петри	10.11.15	Результаты экспериментов, представленных в ВКР
Подсчет колоний на чашках Петри	26.02.16	Результаты экспериментов, представленных в ВКР
Оценка степени очистки питьевой воды	07.03.16	Результаты экспериментов, представленных в ВКР
Исследование физико-химических характеристик минерала	11.04.16	Результаты экспериментов, представленных в ВКР
Модификация поверхности материала	12.05.16	Результаты экспериментов, представленных в ВКР
Оценка гидродинамического сопротивления материала	23.05.16	Результаты экспериментов, представленных в ВКР
Оформление ВКР	25.05.16	Окончательный вариант ВКР

4.7.1 План проекта

Таблица 13 – Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
Выбор направления исследования	5	04.09.15	09.09.15	Воронова О.А. Светочева А.О.
Составление технического задания	6	09.09.15	15.09.15	Воронова О.А.
Изучение литературы	7	15.09.15	22.09.15	Светочева А.О.
Подбор оптимальных методик и их совершенствование	5	22.09.15	27.09.15	Воронова О.А. Светочева А.О.
Подготовка исходных материалов	1	27.09.15	28.09.15	Светочева А.О.
Приготовление питательной среды для культивирования бактерии	2	28.09.15	30.09.15	Воронова О.А. Светочева А.О.

Escherichia Coli (штамм АТСС 25922)				
Посев на мясо-пептонный агар (МПА) в чашки Петри	29	30.09.15	10.11.15	Светочева А.О.
Подбор рабочих условий для культивирования бактерии Escherichia Coli (штамм АТСС 25922)	11	10.11.15	25.11.15	Воронова О.А. Светочева А.О.
Оценка степени очистки питьевой воды	67	25.11.15	26.02.16	Воронова О.А. Светочева А.О.
Подсчет колоний на чашках Петри	7	26.02.16	07.03.16	Светочева А.О.
Исследование физико-химических характеристик минерала	25	07.03.16	11.04.16	Воронова О.А. Светочева А.О.
Модификация поверхности материала	23	11.04.16	12.05.16	Воронова О.А. Светочева А.О.
Оценка гидродинамического сопротивления материала	8	12.05.16	15.05.16	Светочева А.О.
Оценка степени очистки смесей различных фракций	7	13.05.16	17.05.16	Воронова О.А. Светочева А.О.
Обработка и обсуждение результатов	2	17.05.16	20.05.16	Воронова О.А. Светочева А.О.
Оформление ВКР	11	20.05.16	30.05.16	Светочева А.О.
Итого:	216			

Календарный рейтинг-план

Таблица 14 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнитель	Кол. дней	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Выбор направления исследования	Руководитель, Дипломник	5										
2	Составление технического задания	Руководитель	6										
3	Изучение литературы	Дипломник	7										
4	Подбор оптимальных методик и их совершенствование	Дипломник, Руководитель	5										
5	Подготовка исходных материалов	Дипломник	1										

[illegible]

14	Оценка степени очистки смесей различных фракций	Дипломник Руководитель	7																	
15	Обработка и обсуждение результатов	Дипломник Руководитель	2																	
16	Оформление ВКР	Дипломник	11																	



Руководитель
Дипломник

4.8 Бюджет научного исследования

4.8.1 Материальные затраты

Бюджет затрат на выполнение НТИ составляется с целью проведения данной работы. Затраты на НТИ рассчитываются по статьям калькуляции, которые включают две группы затрат прямые затраты и накладные затраты.

Расчет стоимости материальных затрат производился по действующим прейскурантам и ценам с учетом НДС. В стоимость материальных затрат включили транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены).

Результаты расчета затрат на сырье, материалы и покупные изделия в процессе проведения НИР представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., с НДС тыс.руб.			Затраты на материалы, тыс.руб. (З _м),		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Мясо-пептонный бульон	кг	1	1.5	1.5	2640	2640	2640	2640	3960	3960
Серная кислота	л	0.5	0.5	0.5	95	95	95	47.5	47.5	47.5
Хлорид натрия	кг	1	1	0.5	58	58	58	58	58	29
Хлороформ	кг	1	1	1	247	247	247	247	247	247
Соляная кислота	л	0.5	1	1	1096	1096	1096	548	1096	1096
Стерильный шприц	шт	50	50	50	7.5	7.5	7.5	375	375	375
Делительная воронка	1 л	1	1	1	856	856	856	856	856	856
Колба круглодонная	500 мл	4	4	5	179	179	179	716	716	895
Стакан химический	50 мл	1	2	1	43	43	43	43	86	43
Колба круглодонная	100 мл	3	3	3	66	66	66	198	198	198

Воронка	100 мм	1	1	1	28	28	28	28	28	28
Вата		2	2	2	30	30	30	60	60	60
Итого								5817	7728	7835

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 16 – Расчет материальных затрат «Спецоборудование для научных работ»

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Суммарная стоимость оборудования, тыс.руб.
Весы аналитические (Sartorius)	1	710000	710000
Плитка нагревательная НР-20А	1	15200	15200
ИТОГО			86200
Доставка и монтаж (5%)			1500
Итого по статье			87700

Амортизация используемых приборов:

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме. Амортизация оборудования находится по формуле:

$$A = \frac{C_n \cdot H_a \cdot n}{100 \cdot k} \quad (2)$$

Где C_n – первоначальная стоимость оборудования;

H_a – норма амортизации, %;

n – число проработанных месяцев;

к – количество месяцев в году.

Таблица 17 – Стоимость оборудование указана с учетом НДС

Наименование прибора	Стоимость C , руб.	Количество n , шт.	Норма амортиз., N_a , %	Амортизация A , руб.
Весы аналитические	71000	1	10	7100
Итого:				7100

Расчет затрат на электроэнергию:

Затраты по использованию электроэнергии находятся по формуле:

$$Z_э = N \cdot T \cdot C, \quad (3)$$

Где N – потребляемая мощность установки, кВт;

T – время работы оборудования, ч;

C – стоимость 1кВт·час электроэнергии (2,7 руб.). . (с учетом НДС 18%).

Таблица 18 – Затраты на электроэнергию (на период выполнения работы)

Наименование оборудования	N , кВт/ч	T , ч	затраты, руб.
Весы лабораторные аналитические	0,015	4	0,162
Плитка нагревательная	0,6	20	32,4
Итого:	–	–	32,56

Расчет основной заработной платы

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (4)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. ;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p, \quad (5)$$

где Z_b – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент , (определяется Положением об оплате труда);

k_d – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Для руководителя оклад составляет $Q_{\text{рук}} = 34596$ руб/мес. $Q_{\text{дипл.}} = 3000$ На выполнение НИР понадобилось 132 дня.

$$Z_{\text{м Руководитель}} = 34596 \cdot 1.3 = 44974,8$$

$$Z_{\text{м дипломник}} = 3000 \cdot 1.3 = 3900$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (6)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб.дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб.дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	132	132
Количество нерабочих дней	46	46
- выходные дни	40	40
- праздничные дни	6	6
Потери рабочего времени		
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Среднедневная ЗП:

$$З_{\text{дн.рук.}} = 44974,8 \cdot 5,2 / 252 = 928 \text{руб.}$$

$$З_{\text{дндипл.}} = 3900 \cdot 5,2 / 252 = 81 \text{руб.}$$

Основная ЗП:

$$З_{\text{осн.рук.}} = 928 \cdot 132 = 122496 \text{руб.}$$

$$З_{\text{осн.диплю.}} = 81 \cdot 132 = 10692 \text{руб.}$$

Таблица 20 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Дипломник
Зарплата исполнителя	122496	10692
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	133188	

Отчисления на социальные нужды составляет 30,5 % от суммы заработной платы всех сотрудников. Отчисления на социальные нужды составляет: отчисления в пенсионный фонд 22 %, отчисление на социальное

страхование 2,9%, отчисление на медицинское страхование 5,1 %. 0,5% страхование жизни, от несчастного случая.

Рассчитываем затраты на отчисление на социальные нужды по формуле:

$$Z_{o.c.n.} = 0,3 \cdot (Z_{осн.рук.} + Z_{оип.}), \quad (7)$$

где $Z_{o.c.n.}$ – затраты на отчисления на социальные нужды, руб.

$$Z_{o.c.n.} = 0,305 \cdot (122496 + 10692) = 40622,34.$$

Таблица 21 – Смета затрат на выполнение НИР

Наименование затрат	Единицы измерения	Цена,руб.	Затраты на услугу, руб.
Материалы и оборудование:			
Сырье и материалы			6108
Оборудование			87700
Электрoэнергия	кВт	2,7	32,56
Заработная плата:			
Руководитель	руб.		122496
Дипломник	руб.		10692
Отчисления на социальные нужды	руб.		39956
Содержание и эксплуатация оборудования:			
Амортизация	руб.		7100
Суммарные затраты	руб.		274084

Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 22.

Таблица 22 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	5817	7728	7835
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	87700	87700	87700
3. Затраты на электроэнергию	32.56	32.56	32.56
4. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	133188	133188	133188
5. Социальные отчисления	39956	39956	39956
6. Накладные расходы	17460	17518	17441
7. Бюджет затрат НТИ	284154	286123	286153

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}, \quad (8)$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Найдем значение интегрального финансового показателя для всех вариантов исполнения научного исследования:

$$I_1^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{493967,5}{629444} = 0,78$$

$$I_2^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{354267,9}{629444} = 0.56 \quad I_{ucc.}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{629444}{629444} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости затрат разработки в разы, то есть наша разработка обладает наименьшей стоимостью по сравнению с аналогами.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (9)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a , b_i^p – балльная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 23 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Удобство в эксплуатации	0,2	5	4	3
2.Наличия оборудования	0,2	4	2	5
3.Экспрессность выполнения анализа	0,2	3	3	4
4. Энергосбережение	0,2	5	3	2
5 Материалоемкость	0,2	5	3	4
ИТОГО	1	4,4	3,0	3,6

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a} \quad \dots \quad (10)$$

$$I_{фин.ис.}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p} = \frac{4,4}{0,56} = 7,8 \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a} = \frac{3,6}{0,78} = 4,6$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} \quad (11)$$

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} = \frac{7,8}{4,6} = 1,7 \quad \mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} = \frac{7,8}{3} = 2,6$$

где $\mathcal{E}_{cp}$ – сравнительная эффективность проекта; $I_{мэ}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{мэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 24 - Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.2	Исп.1	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	0,78	0,56	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,0	4,4	3,6
Интегральный показатель эффективности	3,0	7,8	4,6
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,7	12.76	2,6

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывают, что наша разработка более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Глава 5 Социальная ответственность

В данной бакалаврской работе рассматривается безопасность и экологичность нахождения сотрудников в лаборатории. Безопасность включает в себя влияние опасных и вредных факторов, их анализ и меры их профилактики.

В настоящем разделе рассматриваются вопросы охраны труда, связанные с работой в лаборатории, а также разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье опасных и вредных факторов для работников лаборатории и создание безопасных условий труда для обслуживающего персонала. Научно-исследовательская работа по апробации минеральных сорбентов для очистки воды от микробиологических загрязнений.

В настоящее время химия является одной из наиболее развитых отраслей народного хозяйства. Современная химия насыщена опасными факторами: использование электроэнергии, высокого давления и глубокого вакуума, высоких и низких температур, разнообразных, агрессивных или токсичных соединений, большинство из которых обладают взрывоопасными и пожароопасными свойствами.

Одной из основных задач является внедрение на всех предприятиях и рабочих местах совершенных средств техники безопасности и безвредных условий труда, обеспечения санитарно-гигиенических условий, устраняющих производственный травматизм и профессиональные заболевания. Все вышесказанное в полной мере относится и к химическим лабораториям высших учебных заведений.

5.1 Анализ вредных и опасных факторов

В соответствие с ГОСТ 120003-74 опасных и вредных факторов, которые воздействуют на оборудование при его эксплуатации, классификацию проводят по трем основным аспектам:

а) поражения полученные при нарушении изоляции проводов или при соприкосновении с открытыми токоведущими частями электрооборудования;

б) санитарно-гигиеническое состояние: использование нерациональных осветительных установок, содержание в воздухе отравляющих и вредных веществ;

в) организационно-технические: нерациональное использование рабочего места и труда (загроможденность используемого помещения, наличие ненужных и отсутствие необходимого оборудования и

приспособлений), недостаточная квалификация работников по правилам техники безопасности.

Изучение всевозможных причин получения производственных травм предоставляет возможность разработать меры по их предотвращению. Одним из главных аспектов является установленные научно обоснованные нормы гигиены труда.

5.2 Анализ опасных и вредных факторов

На всех этапах выполнения данная работа связана с использованием вредных и отравляющих веществ.

Опасные вещества проникают в организм человека в основном через дыхательную систему, а также через кожный покров и пищу. Воздействие данных отравляющих веществ определяют не только свойствами самого вещества, но и особенностями организма человека. [46]

Таблица 25 – общая характеристика токсического действия веществ

Вещества	Физические свойства	Пдк, мг/м ³	Класс Опасности	Общая характеристика токсического действия
Мясо-пептонный бульон	непрозрачный студень светло-коричневого цвета	Более 10	4	МПБ в острых опытах не проявляет существенных вирулентных, токсигенных, токсических и раздражающих кожу и слизистые оболочки свойств. Обладает выраженной сенсибилизирующей способностью.
Серная кислота	Маслянистая прозрачная жидкость	0,1-1,0	2	Раздражает дыхательные пути, вызывает ожоги кожи
Хлороформ	Бесцветная летучая жидкость	0,1-1,0	2	Вызывает поражения печени и почек
Хлорид натрия	Белое твёрдое вещество	1,1-10,0	3	Вызывает гипертонию, мигрень, набор лишнего веса.
Соляная кислота	Прозрачная бесцветная или	5	2	При попадании на кожу вызывает сильные ожоги. Особенно опасно попадание в

	желтоватая жидкость			глаза.
Агар	Порошок бело-желтого цвета	Более 10	4	Может привести к обильной и продолжительной диарее, а также существует риск нарушения бактериального соотношения в кишечнике - а это может стать причиной возникновения различных инфекций.

Снизить содержание вредного вещества в воздухе рабочей зоны позволяют следующие мероприятия:

1. Исключить использование или заменить вредное вещество менее вредным.
2. Герметизация оборудования.
3. Устройство различных систем вентиляции.
4. Использовать средства индивидуальной защиты (респираторы, резиновые перчатки, спецодежда).

5.3 Микроклимат

Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей (ГОСТ 12.1.005 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны"). Требования этого государственного стандарта установлены для рабочих зон — пространств высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного и временного пребывания работающих. Постоянным считают рабочее место, на котором человек находится более 50 % рабочего времени (или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые (комплекс климатообразующих факторов данной местности)

и регулируемые (особенности и качество строительства зданий и сооружений, интенсивность теплового излучения от нагревательных приборов, кратность воздухообмена, количество людей и животных в помещении и др.). Для поддержания параметров воздушной среды рабочих зон в пределах гигиенических норм решающее значение принадлежит факторам второй группы.

ГОСТ 12.1.005 установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия.

При длительном и систематическом пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функциональное и тепловое состояние организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт (состояние удовлетворения внешней средой), обеспечивается высокий уровень работоспособности. Такие условия предпочтительны на рабочих местах.

Допустимые микроклиматические условия при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать преходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма и напряжение механизмов терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не нарушается состояние здоровья, но возможны дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности.

По энерго затратам организма работу разделяют на три категории тяжести. Работу, лаборантов – разработчиков, относят к категориям легких. Те минимально допустимые значения микроклимата для этого случая приведены в таблице 28, согласно СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Таблица 26 – Основные требования к микроклимату

Временной период	Категории работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	20 – 22	15 - 60	0,1
Теплый	Ia (до 139)	22 – 23	15 - 75	0,1

Температура в рабочей зоне поддерживается отоплением в холодный период года и вентиляцией в теплый период.

Для того чтобы поддерживать нормальные параметры микроклимата в лаборатории необходимо установить:

- устройство систем вентиляции;
- кондиционирование воздуха [47].

В лаборатории используется вентиляция, предназначенная для удаления из рабочей зоны загрязненного воздуха. В работающих условиях есть как естественная вентиляция, осуществляющаяся через окна, двери, форточки и искусственная, которая представлена в виде местной вентиляции – вытяжной, где загрязненный воздух удаляется от места его возникновения вентиляторами. Для этого применяют вытяжной шкаф, внутри которого проводят работу с химическими реактивами.

Помещение, где находится рабочее место, должны соответствовать нормам, количеству размещенного в нем оборудованию и размерам (объем, площадь) по количеству рабочих мест.

Нормальные условия труда согласно СанПиН 2.2.4.548 – 96 (Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений) устанавливает, что на одно рабочее место должно отводиться не менее 4,5 м² площади в помещение и 20 м³ воздуха. Площадь данного помещения составляет 30 м², объем 100 м³. В данном помещении работают 4 человека, соответственно на одного человека приходится 6,6 м² и 25 м³ воздуха. Это соответствует санитарным нормам.

5.4 Освещенность

Освещенность является одним из важных физических факторов. Через глаз человек получает 90% информации из окружающей среды, что связано с восприятием сетчаткой глаза световых (электромагнитных) колебаний в зависимости от их интенсивности организм реагирует по-разному - недостаточное освещение, как и избыточное, ведет к преждевременной усталости, что способствует возникновению опасных травм.

Глаз реагирует на физические параметры света: пространственная плотность светового потока в определенном направлении - сила света (I), которая измеряется в Канделла (кд); яркость (B) - отношение силы света (I) к площади освещенной поверхности, световой поток (Φ), измеряется в люменах (лм), освещенность E (люкс, лк) - плотность светового потока, приходящаяся на единицу поверхности (S, м²) Между этими размерами существует зависимость: $E = \Phi / S$ (1лк = 1лм/м²).

5.4.1 Выбор осветительных приборов

При выборе осветительного оборудования необходимо учесть условия среды, светотехнические требования и экономические показатели.

Люминесцентные лампы - открытые двухламповые светильники типа ОД, ОЛОП, ОДО, ШОД, ООД - для нормальных помещений с хорошим отражением стен и потолка; их применение допускается при умеренной влажности и запыленности.

При выполнении измерений в лаборатории освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 25-05-95 в пределах 400 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение. В данной лаборатории для освещения применяются люминесцентные лампы низкого давления с исправленной цветностью ЛДЦ и дневного света ЛД со светильниками рассеянного типа ОД.

Контроль искусственного и естественного освещения производственных помещений необходимо проводить не реже одного раза в год при помощи люксметра.

5.5 Виброакустические факторы

Акустический шум и механическая вибрация относятся к распространенным физическим вредным производственным факторам, влияющим на окружающую среду и людей.

Измерение параметров этих факторов, их нормирование и контроль приобретают все большее значение: разработаны соответствующие международные и государственные стандарты; разработаны стандарты, устанавливающие технические требования на средства измерения и их поверку; в терминологических стандартах установлены термины и их определения, измеряемые величины, единицы измерения и их обозначения.

Стандарты по акустике и вибрации разработаны Международной организацией по стандартизации (ИСО), Международной электротехнической комиссией (МЭК) и Международной организацией законодательной метрологии (МОЗМ).

В соответствии с введенным в 2003 г. Федеральным законом «О техническом регулировании» (№184-ФЗ) обязательные требования, регулирующие уровни шума и вибрации устанавливаются в технических регламентах.

Требования к шуму и вибрации устанавливают в трех общих технических регламентах (на безопасную эксплуатацию и утилизацию машин и оборудования, на биологическую и экологическую безопасность), в двух

специальных (макроотраслевых) технических регламентах (о безопасности объектов технического регулирования, необходимых для обеспечения санитарно – эпидемиологического благополучия на территории Российской Федерации и о безопасности машин и оборудования), а также в специальных (отраслевых) технических регламентах о безопасности специфических видов деятельности и специфического оборудования.

5.6 Электробезопасность

Помещения по степени опасности поражения током из-за характера окружающей среды делятся на классы: 1-й класс — помещения с повышенной опасностью — при наличии одного из условий: а) сырость (относительная влажность воздуха превышает 75%); б) токопроводящая пыль; в) токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и др.); г) температура воздуха выше +35°C (помещения с сушилками, котельные и т.д.); д) возможность одновременного прикосновения человека к металлическим корпусам электрооборудования и к соединенным с землей металлоконструкциям здания, технологическим аппаратам, механизмам; 2-й класс — особо опасные помещения — при наличии одного из условий: а) особая сырость (влажность близка к 100%, при этом потолок, стены, пол и предметы покрыты влагой); б) химически активная среда (т. е. агрессивные пары, газы, жидкости) или органическая среда, образующая отложения и плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования; в) одновременно два и более условия повышенной опасности; 3-й класс — помещения без повышенной опасности — при отсутствии условий повышенной или особой опасности.

Основной причиной воздействия электрического тока на организм человека являются: напряжение, возникнувшее в результате повреждения изоляции на металлических частях оборудования. Наибольшую опасность при эксплуатации электрических устройств и проведении ремонтно-профилактических работ представляет поражение электрическим током вследствие присоединения к токоведущим частям аппаратуры и к частям прибора, находящимся под напряжением.

Поражающее воздействие электрического тока напрямую зависит от длительности и значения протекания электрического тока через организм человека, частоты и рода тока, места прохождения через тело человека, индивидуального состояния человека. Наибольшую опасность для организма человека представляет переменный ток с частотой от 20 до 100 Гц.

Мероприятия, проводимые для устранения факторов поражения электрическим током:

а) все лица, приступающие к работе с электрооборудованием, проходят инструктаж на рабочем месте, допуск к самостоятельной работе разрешается лишь после проверки знаний техники безопасности;

б) осуществляется постоянный контроль качества и исправности защитных приспособлений и заземлении, ремонтно-наладочные работы на действующих электроустановках производится только с использованием защитных средств;

в) эксплуатация электроустановок предусматривает введение необходимой технической документации; обеспечивается недоступность к токоведущим частям, находящимся под напряжением; корпуса приборов и электроустановок заземляются;

Установление предельно допустимых уровней (ПДУ) напряжения и тока согласно ГОСТ 12.1.038 – 82. Защитные мероприятия от поражений электрическим током – защитное заземление ГОСТ 12.1.030-81. Принцип действия защитного заземления: человек должен стоять внутри контура заземления и при попадании фазного напряжения на заземленный корпус прибора, под фазным напряжением окажется как корпус прибора, так и участок земли, на которой стоит человек.

5.7 Расчет электрического освещения

Расчет электрического освещения заключается в определении мощности и числа ламп, необходимых для обеспечения установленного нормами уровня освещенности E на рабочих местах внутри помещений или на открытых пространствах. Расчету предшествует выбор источников света, освещенности, коэффициентов запаса, системы освещения, типов светильников, их расположения и высоты подвеса. Для выбора этих параметров и последующего расчета требуются следующие исходные данные:

- планы и разрезы помещений и открытых пространств с размещением в них технологического оборудования;

- характеристика производственного оборудования и помещений или открытых пространств (отражательные свойства стен и потолков, размеры зданий, контраст между деталями и фоном);

- данные об источнике питания.

Для создания благоприятных условий труда важное значение имеет рациональное освещение. Недостаток освещения рабочего места затрудняет проведение работ, ведет к ухудшению зрения, снижению производительности труда и может явиться причиной несчастных случаев.

Для нормальной зрительной работы без перенапряжения глаз используется в лаборатории как общее искусственное, так и местное, то есть комбинированная система освещения СНиП II-4-79. Освещение рабочего места должно быть близким по спектральному составу к солнечному свету как наиболее гигиеничному; достаточным и соответствовать СНиП II-4-79; равномерным и устойчивым; без резких теней и блеклости в поле зрения; соответствующей цветности и не являться источником дополнительных вредных и опасных факторов (по избыткам тепла, шуму, электро- и пожароопасности) [48].

Наименьший объект различия 0,5-1 мм, что соответствует зрительной работе средней точности, разряд работы – IV. По задачам зрительной работы лаборатория относится к помещениям группы I в соответствии с СНиП II-4-79.

Рассчитаем искусственное освещение на рабочем месте методом светового потока. Применим формулу:

$$F = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot \eta \cdot n}, \text{ лм,} \quad (12)$$

$$\text{или} \quad N = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot \eta \cdot n} \quad (13)$$

где F – световой поток одной лампы в люменах;

E_n – нормируемая освещенность;

S – площадь аудитории, м² ;

K – коэффициент запаса;

Z – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность освещённости в аудитории примем равным 1,1);

η – коэффициент использования осветительной установки;

N – число светильников;

n - число ламп в светильнике.

Расчет общего освещения выполняем в следующей последовательности:

1. Выбрать систему освещения.

2. Обосновать нормированную освещенность на рабочих местах заданного объекта.
3. Оценить коэффициент запаса освещенности, k , и коэффициент неравномерности освещения, Z .
4. Выбрать источник света.
5. Оценить коэффициенты отражения поверхностей в помещении (потолка, стен, пола), r .
6. Рассчитать индекс помещения i .
7. Найти коэффициент использования осветительной установки.
8. Рассчитать требуемое количество светильников, N , или световой поток лампы, F , которые необходимы для обеспечения на объекте требуемой освещенности E_n .

Выбор системы освещения

Выбор системы освещения зависит, прежде всего, от такого важнейшего фактора, как точность выполняемых зрительных работ (наименьший размер объекта различения), согласно действующим нормам при выполнении работ I – IV разрядов следует применять систему комбинированного освещения. Выбор системы освещения производится одновременно с выбором нормированной освещенности.

Выбор нормированной освещенности

Количественные и качественные показатели искусственного освещения определяют согласно действующим нормам СНиП II-4-79.

По задачам зрительной работы лаборатория относится к помещениям группы I в соответствии с СНиП II-4-79.

Примем значение нормируемой освещенности для средней точности IV разряд 300 лк.

Выбор источников света

Определяющими параметрами при выборе экономичного источника света являются строительные параметры, архитектурно-планировочное

решение, состояние воздушной среды, вопросы дизайна и экономические соображения.

В данной аудитории источником света являются люминесцентные лампы (светильник растровый встраиваемый на 4 люминесцентные лампы 18 Вт тип ARS/R 4x18 W, лампы люминесцентные 18 Вт, в одном встраиваемом растровом светильнике 4 лампы $F = 1150$ лм).

Основным достоинством люминесцентных ламп их высокая светоодача, до 75 лм/Вт и срок службы до 10000 ч, хорошая цветопередача, низкая температура. Хотя они дорогие, требуют специалистов для их обслуживания, имеют сложную пусковую аппаратуру, иногда шумят, мигают, при их утилизации возникают проблемы.

В помещениях высотой до 6 м рекомендуется применять люминесцентные лампы.

Коэффициент запаса

Коэффициент запаса K зависит от содержания пыли и состояния среды в помещениях, частоты чисток светильников или остекления светопроемов, сменности работ в аудитории, принимает значения от 1,2 до 2,0 (примем равным 1,25).

Коэффициент неравномерности освещенности Z

Коэффициент неравномерности освещенности Z характеризует неравномерность освещения. Он является функцией многих переменных, точное его определение затруднительно, но в наибольшей степени он зависит от отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте (L / h).

Коэффициент использования светового потока

Для определения коэффициента использования светового потока находят индекс помещения i и предполагаемые коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка rp , стен rc , пола rp .

Выбираем для производственных помещений с незначительными пылевыведениями:

$$rp = 50\%, rc = 30\%, rp = 10\%.$$

Расчет

Аудитория: $H = 5,0$ м; $L = 8,2$ м; $B = 5$ м.

Высота подвеса светильника – $0,5$ м; рабочая поверхность стола на уровне $0,8$ м от пола.

Площадь аудитории: $(B \times L = 41 \text{ м}^2)$.

Индекс помещения:

$$i = 8,2 \times 5 / [3,7(8,2 + 5)] = 41 / (3,7 \times 13,2) = 0,84.$$

По справочнику выбираем коэффициент использования светового потока $\eta = 0,31$.

Определяем необходимое количество ламп для заданного светового потока $F = 1150$ лм:

$$N = \frac{300 \cdot 41 \cdot 1,1 \cdot 1,25}{1150 \cdot 0,31 \cdot 4} = 11,86 \approx 12 \quad [14].$$

5.9 Охрана окружающей среды

Под охраной окружающей среды понимают совокупность международных, государственных и региональных правовых актов, инструкций и стандартов, доводящих общие юридические требования до каждого конкретного загрязнителя и обеспечивающих его заинтересованность в выполнении этих требований, конкретных природоохранных мероприятий по претворению в жизнь этих требований.

Только если все эти составные части соответствуют друг другу по содержанию и темпам развития, т. е. складываются в единую систему охраны окружающей природной среды, можно рассчитывать на успех.

Поскольку не была решена вовремя задача охраны природы от отрицательного воздействия человека, теперь все чаще встает задача защиты человека от влияния изменившейся природной среды. Оба эти понятия интегрируются в термине «охрана окружающей (человека) природной среды» [49].

Охрана окружающей природной среды складывается из:

— правовой охраны, формулирующей научные экологические принципы в виде юридических законов, обязательных для исполнения;

— материального стимулирования природоохранной деятельности, стремящегося сделать ее экономически выгодной для предприятий;

— инженерной охраны, разрабатывающей природоохранную и ресурсосберегающую технологию и технику.

В соответствии с законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» охране подлежат следующие объекты:

— естественные экологические системы, озоновый слой атмосферы;

— земля, ее недра, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, леса и иная растительность, животный мир, микроорганизмы, генетический фонд, природные ландшафты.

Особо охраняются государственные природные заповедники, природные заказники, национальные природные парки, памятники природы, редкие или находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных и места их обитания.

Основными принципами охраны окружающей природной среды должны являться:

— приоритет обеспечения благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения;

— научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов общества;

— учет законов природы и возможностей самовосстановления и самоочищения ее ресурсов;

— недопущение необратимых последствий для охраны природной среды и здоровья человека;

— право населения и общественных организаций на своевременную и достоверную информацию о состоянии окружающей среды и отрицательном воздействии на нее и на здоровье людей различных производственных объектов;

— неотвратимость ответственности за нарушение требований природоохранительного законодательства.

5.10 Требования безопасности в аварийных ситуациях

Одним из важнейших факторов в безопасности жизнедеятельности людей является подготовленность к чрезвычайным ситуациям.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это совокупность таких обстоятельств, которые сопровождаются разрушениями зданий, сооружений, материальных ценностей, поражению и гибелью людей [50].

Чрезвычайную ситуацию можно квалифицировать следующим образом:

- ЧС, связанная с производственными авариями (пожары, взрывы, выброс вредных веществ в окружающую среду)
- ЧС, связанная со стихийными бедствиями (землетрясения, наводнения, ураганы, смерчи, снежные бури, заносы, оползни, обвалы, эпидемии, лесные и торфяные пожары.
- ЧС конфликтного характера (вооруженное нападение, выступление экстремистских групп вызванные волнения в отдельных районах).

При выполнении дипломной работы может возникнуть чрезвычайная ситуация замыкание проводки и возгорание. По возможности, пламя необходимо потушить песком, но перед этим необходимо сообщить руководителю. Соблюдая все правила с электрическим оборудованием можно избежать ЧС.

Список публикаций

VII Всероссийская научно-практическая конференция для студентов и учащейся молодежи «Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении». **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ СОБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.**

Список использованных источников

1. Ходжис Т. Технология получения чистой воды / Т. Ходжис. – М.: Чистые помещения и технологические среды, 2003.-№3.-С.35.
2. Бельмер С. В. Кишечная микрофлора и антибактериальная терапия / С.В. Бельмер, Т.В. Гасилина. – М.: Педиатрия, 2005.- № 1.- С.123.
3. Ротмистров М.Н. Микробиология очистки вод / М.Н. Ротмистров, П.И. Гвоздяк, С.С. Ставская – М.: Наукова думка, 1978.-С. 125.
4. Лукашевич О. Д. Концепция устойчивого развития и водопотребление / О.Д. Лукашевич. – М.: Вода и экология. Проблемы и решения, 2005. - №3. - С. 252.
5. Аркадьева З. А. Промышленная микробиология / З. А. Аркадьева, А. М. Безбородов, И. Н. Блохина. – М.: Высшая школа, 1989. – С.688.
6. Ботвинко И. В. Экзополисахариды бактерий / И. В. Ботвинко. - М.: Высшая школа, 1985. – С.218.
7. Leroy F. A novel area of predictive modeling: describing the functionality of beneficial microorganisms in foods / F. Leroy, B. Degeest, L. De Vuyst // Int. J. Food Microbiol. - 2002. - N 73. – P. 251-259.
8. Елинов Н. П. Химическая микробиология / Н. П. Елинов. - М.: Высшая школа, 1989. – С.448.
9. Мазаев В.Т. Контроль качества питьевой воды / В.Т. Мазаев, Т.Г. Шелепина, В.И. Мандыргин. – М.: Колос, 1999. – С.304.
10. Миклашевский Н.В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры / Н.В. Миклашевский, С.В. Королькова. – М.: СПб.: «Издательская группа «Арлит», 2000.- С.240.
11. Угли активные. – М: Каталог ОАО «Сорбент», 2005. – С.45
12. Громогласов А.А. водоподготовка. Процессы и аппааты / А.А. Громогласов. – М.: Атомиздат, 1977. – С.325.
13. Миркис В.И. Технология углевания / В.И. Миркис, А.Д. Смирнов. – М.: ВИМИ, 2000. – С. 29-31.
14. Ильин В.И. Умягчение природных вод электрохимическим способом / И.В. Ильин. - М.: Энергосбережение и водоподготовка, 2001. – С. 66-68.

15. Вурдова Н.Г. Электродиализ природных и сточных вод / Н.Г. Вурдова, В.Т. Фомичева. – М.: АСВ, 2001. – С. 187.
16. Задорожная В.И. Вирусы и бактерии в питьевой воде / В.И. Задорожная, В.И. Вондаренко, А.Б. Алексеенко. – М.: Химия и технология воды, 1993. – С. 65-71.
17. Кастальский А.А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения / А.А. Кастальский, Д.М. Минц. – М.: АСВ, 1962. – С. 229.
18. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения / В.М. Бахир. – М.: Экологический вестник России, 2004. - №5. – С. 55-58.
19. Жолдакова З.И. Экспериментальная оценка и образования хлорорганических соединений при хлорировании воды содержащей промышленные загрязнения / З.И. Жолдакова, Н.В. Харчевникова, Е.Е. Полякова. – М.: Гигиена и санитария, 2002. - №3. – С. 451.
20. Вакуленко В.Ф. Обеззараживание в воде пестицидов ДНОК озоном / В.Ф. Вакуленко, П.Н. Таран, М.Ф. Шевченко. - М.: Химия и технология воды, 1985. № 1. - С. 52-54.
21. Онищенко Г.Г. Эффективное обеззараживание воды- основа профилактики инфекционных заболеваний / Г.Г. Онищенко. – М.: Водоснабжение и санитарная техника, 2005. - №12 - С. 8-12.
22. Гусакова Н.В. Химия окружающей среды / Н.В. Гусакова. – М.: Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. С. - 192.
23. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП. –М: Стройиздат, 1990. С. – 192.
24. Загорский В.А. Методы обеззараживания сточных вод / В.А. Загорский, М.Н. Козлов, Д.А. Данилович. – М.: Водоснабжение и сан. техника, 1998. №2. - С. 2 - 5.
25. Куликова И. А. Экологическая безопасность процесса хлорирования природных и сточных вод / И.А. Куликова. – М.: Вестник ВолгГАСУ. Сер. Естеств. Науки, 2004. - С. 159-160.
26. Куликова И.А. Безопасность применения хлорсодержащих дезинфектантов в процессах водоподготовки / И.А. Куликова. – М.: материалы Всерос. науч.-практ. конф. –Волгоград, 2004. С. 281-284.
27. Красовский Г. Н. Принципы и критерии новой концепции контроля качества воды / Г.Н. Красовский. – М.: Гигиена окружающей среды, 1990. - С. 141.

28. Хаммер М. А. Технология обработки природных и сточных вод / М.А. Хаммер. - М.: Стройиздат, 1979. – С. 400.
29. Жуков Н.Н. Проблемы водоснабжения населения в Российской Федерации и пути их решения / Н.Н. Жуков. – М.: Водоснабжение и сан. Техника, 1998. - № 4, С. 17-19.
30. Драгинский В. Л. Применение озона в технологии подготовки воды / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева. – М.: Информ. центр "Озон", 1996. - Вып. 2 – С.22.
31. Альшин В.М. Ультрафиолетовая дезинфекция воды в промышленности / В.М. Альшин, С.В. Волков, А.В. Калинин. - М.: Водоснабжение и сан. Техника, 1994. - №10, С. 181.
32. Орлов В.А. Технология озонирования воды / В.А. Орлов. – М.: Водоснабжение и сан. техника, 1996. С.132.
33. Кожин И.В. Питьеовое водоснабжение населения: проблемы и решения / И.В. Кожин, С.А. Шуберт. – М.: Водоснабжение и санитарная техника, 1995. - №5, С. 3-6.
34. Скурлатов Ю.И. Ультрафиолетовое излучение в процессах водоподготовки и водоочистки / Ю.И. Скурлатов, Е.В. Штамм. – М.: Водоснабжение и сан. Техника, 1997. - №9, С. 14-18.
35. Романенко Н.А. УФ-излучение и его воздействие на вирусы и цисты простейших / Н.А. Романенко, Г.И. Новосильцев, А.Е. Недачин, Т.З. Артемьева. – М.: Водоснабжение и сан. Техника, 2001. - №2, - С. 5-8.
36. Брык М.Т. Мембранная технология в промышленности / М.Т. Брык, Е.А. Цапюк, А.А. Твердый. – М.: Техника, 1990. С. 289.
37. Тарасович Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды / Ю.И. Тарасович. – М.: Киев: Наукова думка, 1987 С. 207.
38. Беляков Н.А. Энтеросорбция- механизм лечебного действия / Н.А. Беляков, А.В. Соломенников. - М.: Эфферентная терапия, 2015. - № 2.-С.289.
39. Бондарев Е.В. Применение энтеросорбентов в современной практике / Е.В. Бондарев. – М.: Провизор,- 2014. - № 13.-С.134.
40. Николаев В.А. Энтеросорбция сегодня: сорбционные материалы и механизмы действия / В.А. Николаев, Н.П.Гурина. - М.: 2013 –С.252.
41. Николаев В.Ф. Энтеросорбция: состояние вопроса и перспективы на будущее / В.Ф. Николаев. М.: Вестник проблем биологии и медицины, 2011. - № 4.-С.42.

42. Учайкин В.Ф. Энтеросорбция- роль энтеросорбентов в комплексной терапии острой и хронической гастроэнтерологической патологии / В.Ф. Учайкин, А.А. Новокшенов, Н.В. Соколова, Т.В. Бережкова. – М.: 2011. – С.231.
43. Хотимченко Ю.С. Энтеросорбенты для больных и здоровых / Ю.С. Хотимченко, А.В. Кропотов. – М.: Медикофармацевтический вестник Приморья, 2013. -№4.-С.65.
44. Беляков Е.А. Энтеросорбция / Е.А. Беляков – М.: С-Пб., 2012. –С.151.
45. Мазаев В.Т. Контроль качества питьевой воды / В.Т. Мазаев, Т.Г. Шелепина, В.И. Мандыргин. – М.: Колос, 1999. – С.304.
46. Технический регламент «О безопасности средств индивидуальной защиты» №1213-ФЗ от 24.12.2009; Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности» №123-ФЗ от 22 июля 2008 года
47. ГОСТ 120003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
48. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общесанитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
49. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения [Текст]. - введ. 01.01.1995. - М.: Издательство стандартов, 1994. - 11 с.
50. ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность. Общие требования [Текст].-введ. 01.01.1978.- М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. - 7 с

