

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»
Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка и исследование наноструктурного сорбционного материала для очистки воды

УДК 628.16.081.3:579.842.11

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д6Б	Сыромотина Елизавета Сергеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Чернова Анна Павловна	К.х.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Концепция стартап-проекта»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Спицын Владислав Владимирович	К.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Сечин Андрей Александрович	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Елена Валентиновна	К.х.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности
Р2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач
Р3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии
Р4	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды
Р5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий
Р6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, выводить на рынок новые материалы, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности

P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве, ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Отделение
школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Михеева Е.В.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Д6Б	Сыромотина Елизавета Сергеевна

Тема работы:

**Разработка и исследование наноструктурного сорбционного материала
для очистки воды**

Утверждена приказом директора
ИШПР
(дата, номер)

от 01.06.2020 г. № 153-53/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

06.06.2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: наноструктурный сорбционный материал, бактерии рода <i>Escherichia coli</i> . Предмет исследования: бактериостатические свойства сорбционного материала. Провести исследования зоны подавления роста бактерий, бактериостатических свойств в статических и динамических условиях, а также на вымывание из сорбента частиц цинка.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Литературный обзор по тематике научно-исследовательской работы. Проведение комплекса экспериментов для достижения цели исследования.

	Анализ и обсуждение результатов проведенной работы. Разработка концепции стартап-проекта. Анализ рисков и опасностей проведения исследования и составления перечня нормативов для их регулирования. Формулировка выводов и заключений по работе.
Перечень графического материала	Нет
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Концепция стартап-проекта»	К.э.н., доцент ШИП Спицын В.В.
«Социальная ответственность»	К.т.н., ассистент ООД ШБИП Сечин А.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.09.2019 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Чернова А.П.	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д6Б	Сыромотина Елизавета Сергеевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Д6Б	Сыромотиной Елизавете Сергеевне

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОХИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/ специальность	18.03.01 Химическая технология

Перечень вопросов, подлежащих разработке:	
<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	<i>Получение чистой питьевой воды, благодаря очистке водопроводной воды от химических и микробиологических примесей.</i>
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	<i>Патентование, сертификация.</i>
<i>Объем и емкость рынка</i>	<i>Объем российского рынка: 16,6 млрд. руб. РФ</i>
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	<i>В январе 2020 года производство оборудования и установок для фильтрования и очистки жидкостей увеличилось на 37,9% к уровню января 2019 года.</i>
<i>Себестоимость продукта</i>	<i>На производство партии 2000 шт. необходимо затратить 793 тыс. руб. Тогда производственная себестоимость единицы продукции равна 396 руб.</i>
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	<i>Более широкий спектр загрязнений, с которым справляется сорбент; больший ресурс сорбента; меньшая стоимость литра очищенной воды, компактная и удобная конструкция.</i>
<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	<i>На основании конкурентных преимуществ.</i>
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	<i>Люди, следящие за своим здоровьем; люди, часто путешествующие; студенты; родители детей 6-16 лет.</i>
<i>Бизнес-модель проекта</i>	<i>Модель Lean Canvas, разработанная Эшем Маурья.</i>
<i>Производственный план</i>	<i>1. Пробная партия 2000 шт.; 2. Увеличение производства, аренда помещения и оборудования на длительный срок; 3. Выход на производство: покупка оборудования, расширение ассортимента.</i>
<i>План продаж</i>	<i>Комбинирование PULL-стратегии и PUSH-стратегии.</i>

Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы</i>	<i>Модель Leap Canvas; таблицы расчета бюджета проекта.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.09.2019 г.
--	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Спицын В.В.	К.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д6Б	Сыромотина Елизавета Сергеевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Д6Б	Сыромотиной Елизавете Сергеевне

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОХИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/ специальность	18.03.01 Химическая технология

Тема ВКР:

Разработка и исследование наноструктурного сорбционного материала для очистки воды	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования – наноструктурный сорбционный материал, бактерии рода <i>Escherichia coli</i>.</p> <p>Рабочая зона – научно-исследовательская микробиологическая лаборатория ОХИ НИ ТПУ.</p> <p>Область применения – водоподготовка.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <p>1.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.</p> <p>1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.</p>	<p>- "Инструкция по охране труда для лаборанта аналитической лаборатории" (УТВ. МИНТРУДОМ РФ 17.05.2004);</p> <p>- ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;</p> <p>- ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования;</p> <p>- ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования;</p> <p>- ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;</p> <p>- ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.</p>
<p>2. Профессиональная социальная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.</p> <p>2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.</p> <p>2.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.</p>	<p>Работник подвержен воздействию следующих вредных и опасных факторов:</p> <p>- отклонению показателей микроклимата;</p> <p>- чрезмерно высокой температуре материальных объектов;</p> <p>- повышенному значению напряжения в электрической цепи;</p> <p>- повышению уровня шума;</p> <p>- недостатку необходимого искусственного освещения;</p> <p>- работе с вредными веществами;</p> <p>- работе с условно патогенными</p>

	<i>микроорганизмами.</i>
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Вредные вещества, которые выделяются через вентиляционную систему лаборатории оказывают влияние на атмосферу;</i> - <i>Удаление биологических, неорганических и органических отходов в канализационную сеть лаборатории загрязняют гидросферу;</i> - <i>Твердые отходы, содержащие биологические материалы и опасные вещества являются угрозой для литосферы.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Пожар, взрыв, а также загрязнение химическими веществами являются потенциальными ЧС.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.09.2019 г.
--	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Сечин А.А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д6Б	Сыромотина Елизавета Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 97 страниц, 23 рисунка, 15 таблиц, 56 источника литературы.

Ключевые слова: сорбционный материал, розовый песок, наночастицы цинка, бактериостатические свойства, *Escherichia coli*.

Объект исследования: наноструктурный сорбционный материал, бактерии рода *Escherichia coli*.

Цель работы: получение сорбционного материала с бактериостатическими свойствами посредством иммобилизации на поверхности носителя наночастиц цинка.

В ходе работы получены сорбционные материалы с различным содержанием цинка, %(масс.): 1; 3; 5; 6,25; 7,5; 15, определены их зоны подавления роста бактерий *Escherichia coli* и установлено, что оптимальная концентрация цинка – 7,5 %(масс.). Исследованы бактериостатические свойства сорбента в статических и динамических условиях. Установлено, что вымывание цинка в воду в 50 раз меньше его ПДК.

Экономическая значимость работы заключается в возможности использования полученного сорбционного материала в водоочистных установках в комплексе с другими сорбентами. На основании этого была предложена концепция стартап-проекта «Разработка «фильтр-стакана» для очистки водопроводной воды».

Бакалаврская работа выполнена в Отделении химической инженерии НИ ТПУ.

Руководитель: к.х.н., доцент А.П. Чернова.

Выполнил: студент группы 2Д6Б Е.С. Сыромотина.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР	15
1.1 Водные ресурсы.....	15
1.2 Методы очистки воды от микробиологических примесей	19
1.2.1 Хлорирование	19
1.2.2 Озонирование	20
1.2.3 Ультрафиолетовая стерилизация.....	21
1.2.4 Мембранная очистка	22
1.2.5 Использование фильтровальных материалов с модифицированной поверхностью	23
1.3 Сорбционные материалы, имеющиеся на рынке.....	23
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	26
2.1 Технические характеристики оборудования	26
2.2 Сырье и материалы.....	28
2.3 Объекты исследования.....	29
2.3.1 Escherichia coli ATCC 25922	29
2.3.2 Сорбционный материал	30
2.4 Методика модификации носителя.....	31
2.5 Приготовление среды для культивирования бактерий культуры E. coli ..	32
2.6 Определение зоны подавления на твердой питательной среде	34
2.7 Методика определение бактериостатических свойств в статических условиях.....	34
2.8 Методика прямого подсчета числа бактерий в счетной камере	35
2.9 Методика определение бактериостатических свойств в динамических условиях.....	35
2.9.1 Определение количества колоний бактерий по методу Коха	36
2.10 Методика исследования на вымывание частиц цинка	37
ГЛАВА 4. КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА	39

4.1 Основные качества продукта, решаемая продуктом проблема	39
4.2 Защита интеллектуальной собственности	44
4.3 Объем и емкость рынка	46
4.4 Анализ современного состояния и перспектив отрасли	47
4.5 Расчет себестоимости продукта	50
4.6 Конкурентные преимущества продукта и обзор технико-экономических характеристик аналогов	52
4.7 Описание целевых сегментов потребителей	55
4.8 Бизнес-модель проекта	56
4.9 Стратегия продвижения	57
ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	64
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	65
5.1.1 Специальные (характерные для лаборатории) правовые нормы трудового законодательства	65
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	65
5.2. Профессиональная социальная безопасность	66
5.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	66
5.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	72
5.3 Экологическая безопасность	73
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	80

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы:

1. Природная вода содержит множество различных микробиологических примесей [1]. Они могут быть безвредными для здоровья человека (например, кишечная и синегнойная палочки), а могут представлять угрозу здоровью и даже жизни (например, холерный вибрион, сальмонеллы, глистный цист, колифаги).

2. Однако безвредные для здоровья микроводоросли и бактерии ежедневно наносят имущественный вред производству и повседневной жизни. Их размножение приводит к зацветанию воды [2], в результате чего биообрастают поверхности трубопроводов и фильтровальных модулей, а также сорбционная загрузка внутри. Вследствие этого они подлежат замене раньше окончания эксплуатационного срока.

3. Для решения обозначенной проблемы применяют [2] различные методы доочистки воды: хлорирование, ультрафиолетовое обеззараживание, озонирование, мембранную очистку, а также фильтрующие материалы. Имеющиеся способы очистки обладают преимущественно бактерицидными свойствами. Они отравляют воду токсическими веществами, образующимися при разложении убитых бактерий.

Цель исследования: получение сорбционного материала с бактериостатическими свойствами посредством иммобилизации на поверхности носителя наночастиц цинка.

Задачи исследования:

- 1.Получить модифицированный сорбционный материал;
- 2.Исследовать его бактериостатические свойства в статических условиях;
- 3.Исследовать бактериостатические свойства в динамических условиях;
- 4.Исследовать сорбент на вымывание из него частиц цинка.

Объектом исследования в данной работе являются наноструктурный сорбционный материал и бактерии рода *Escherichia coli*.

Предметом исследования являются бактериостатические свойства сорбционного материала.

Научная и практическая новизна проекта:

1. В результате работы создан сорбционный материал, модифицированный наночастицами цинка и обладающий бактериостатическими свойствами, для очистки воды от микробиологических примесей;
2. Полученный сорбент способен продлить эксплуатационный срок другим сорбционным материалам, находящимся в фильтровальном модуле.

Апробация работы:

Основные положения работы были представлены на XX и XXI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» имени профессора Л.П. Кулёва. Концепция стартап-проекта была представлена в финале программы «УМНИК» фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (фонда содействия инновациям) и на Всероссийском инженерном конкурсе ВИК-2019 г., организатором которого является Министерство науки и высшего образования РФ.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

1.1 Водные ресурсы

Вода – это природный ресурс, обеспечивающий жизнь на Земле [3]. Она принимает непосредственное участие в интенсивных биохимических процессах, протекающих в организме человека. Поэтому главным потребителем воды является человек и его деятельность, будь то сельское хозяйство, промышленность или электроэнергетика.

Потребности человека в основном удовлетворяются не многовековыми запасами, заключенными в ледниках, а ежегодно возобновляемыми поверхностными пресными водами, в меньшей степени – подземными пресными водами.

На территории России локализовано около четверти мировых запасов пресных поверхностных и подземных вод [3]. Однако, несмотря на столь существенный запас водных ресурсов, из-за их неравномерного распределения по территории, ряд регионов в России испытывают дефицит в воде [3]. Причиной также служит неудовлетворительное качество поверхностных вод, а иногда даже и подземных.

В Томской области качество подземных вод удовлетворяет целям водопользования, представленным в ГОСТ 17.1.1.04-80 (Табл. 1).

Таблица 1 – Классификация подземных вод по целям водопользования согласно ГОСТ 17.1.1.04-80

Вид воды	Состав воды
Питьевая	Вода, в которой бактериологические, органолептические показатели и показатели токсических химических веществ находятся в пределах норм питьевого водоснабжения
Техническая	Вода, кроме питьевой, минеральной и промышленной, пригодная для использования в народном хозяйстве

Теплоэнергетическая	Термальная вода, теплоэнергетические ресурсы которой могут быть использованы в любой отрасли народного хозяйства
Промышленная	Вода, компонентный состав и ресурсы которой достаточны для извлечения этих компонентов в промышленных масштабах
Минеральная	Воды, компонентный состав которой отвечает требованиям лечебных целей

Вода, используемая для хозяйственно-питьевых нужд, должна соответствовать ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». Безопасность воды в эпидемическом отношении определяется микробиологическими показателями (Рис. 1).

С. 2 ГОСТ 2874—82		
1.3.2. По микробиологическим показателям питьевая вода должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 1.		
Т а б л и ц а 1		
Наименование показателя	Норматив	Метод испытания
Число микроорганизмов в 1 см ³ воды, не более	100	По ГОСТ 18963
Число бактерий группы кишечных палочек в 1 дм ³ воды (коли-индекс), не более	3	По ГОСТ 18963

Рисунок 1 – Микробиологические показатели питьевой воды согласно ГОСТ 2874-82

За определение норм, касающихся питьевой воды и требований к ее качеству отвечают также правила СанПиН 2.1.4.1074-01. В частности, речь о воде, которая подается системами централизованного водоснабжения и используется для потребления населением в питьевых и бытовых целях. В

СанПиН о безопасности воды в эпидемическом отношении в п. 3.3 имеется более обширный список микробиологических показателей (Рис. 2).

3.3. Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям, представленным в таблице 1.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл ¹	Отсутствие
Общие колиформные бактерии ²⁾	Число бактерий в 100 мл ¹	Отсутствие
Общее микробное число ²	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50
Колифаги ³	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий ⁴	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий ³	Число цист в 50 л	Отсутствие

Рисунок 2 – Нормативы по микробиологическим и паразитологическим показателям в ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая»

Т.к. колиформные бактерии являются бактериями группы кишечных палочек, то можно заметить, что в СанПиНе содержатся более строгие требования по их содержанию. Согласно нормативам данные бактерии должны полностью отсутствовать, их высокое содержание может привести к нарушению работы желудочно-кишечного тракта [4].

Кроме того вредность бактерий группы кишечных палочек объясняется способностью вызывать цветение воды. С этим сталкиваются как в быту при появлении зеленого налета на стенках бутылки с отстаиваемой водой, в офисе, куда заказывают впрок бутылки с питьевой

водой, так и в промышленном производстве. Пищевые производства регулярно сталкиваются с проблемой, что исходная вода не имеет необходимого качества по микробиологическим показателям, это вынуждает их прибегать к дополнительной очистке [3]. Применяемые методы будут описаны в следующем пункте. На этапе очистки с помощью сорбентов происходит биообрастание слоя сорбционной загрузки, что влечет за собой траты на его очистку или замену. Эти затраты входят в стоимость конечной продукции. Чтобы сократить их необходимо предотвратить размножение бактерий группы кишечных палочек.

Маркером эффективности и надежности методов очистки воды от микробиологических загрязнений служит снижение содержания бактерий группы кишечных палочек (БГКП), самых стойких к физическим и химическим методам обеззараживания.

Escherichia coli – типовой вид семейства *Enterobacteriaceae* (бактерий кишечной группы), т.е. является хорошо известным, тщательно изученным, легко определяемым видом и характерным представителем рода. Это граммотрицательная палочковидная бактерия с размерами $0,4-0,8 \times 1-3$ мкм, идеальная температура для размножения – $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. По действующему стандарту на питьевую воду ГОСТ 2874-82 коли-индекс (количество клеток *Escherichia coli* в литре воды) должен составлять не более 3.

Большинство видов *E. coli* безопасны для здоровья человека, они спокойно обитают в кишечнике человека, не нанося вреда. Но существуют и патогенные виды. Например, *E. coli* O157 заражает через воду инфекцией с серьезными проявлениями, среди которых гемолитико-уремический синдром, вызывающий острую почечную недостаточность у детей, и даже летальный исход. Пусть это происходит реже, чем заражение инфекцией *Campylobacter*, возбуждающей диарею, но для заражения *E. coli* O157 достаточно менее 100 организмов, что является очень низкой инфективной дозой.

Губительным для клеток *E. coli* являются:

- Солнечный свет, а точнее ультрафиолет. После облучения солнечным светом 99,9% бактерий погибают, из них более 80% клеток повреждаются действием света с длиной волны менее 312 нм. Это область среднего УФ (320-290 нм) и дальнего (290-200 нм). ДНК клеток интенсивно поглощает данные волны, в ней образуются пиримидиновые димеры, из-за которых происходит мутация с последующей смертью;
- Перекись водорода концентрацией 0,1М;
- Некоторые металлы. Установлено [5], что алюминий, медь, серебро и цинк обладают антибактериальной активностью. Малые концентрации металлов проявляют бактериостатические свойства, а большие концентрации – бактерицидные. Существует также ряд токсичности элементов (по мере убывания): Cu>Ag>Zn>Al.

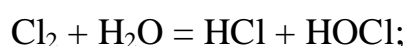
1.2 Методы очистки воды от микробиологических примесей

Существуют различные методы очистки воды от микробиологических загрязнений, такие как: хлорирование, озонирование, ультрафиолетовая стерилизация, мембранная очистка и использование фильтровальных материалов с модифицированной поверхностью [6]. Однако многие из представленных методов имеют те, или иные недостатки.

1.2.1 Хлорирование

Свободный хлор и его соединения способны угнетать ферментную систему болезнетворных микроорганизмов, прекращая тем самым их размножение и жизнедеятельность [7].

На водоочистных станциях [7] вводят в воду жидкий хлор или хлорную известь, при этом образуются соляная и хлорноватистая кислоты, последняя, в свою очередь, диссоциирует:





Образующийся гипохлоритный ион (OCl^-) обладает бактерицидными свойствами.

Главными преимуществами хлорирования, делающими его самым популярным, являются доступность и низкая стоимость.

Основные недостатки метода связаны с его высокой токсичностью как для организма человека, так и для окружающей среды. Поэтому необходимо строгое соблюдение требований техники безопасности.

1.2.2 Озонирование

Принцип очистки основан на технологии насыщения воды озоном [8]. Молекулы озона проникают в клеточную мембрану микроорганизмов, вызывают окисление, разрушающее все сложные образования до углекислого газа и воды, и убивают их наповал. Что не растворилось, коагулирует и выпадает в осадок, который затем убирается механической фильтрацией.

Преимущества озонирования [8]:

- При разложении озона вода обогащается кислородом, улучшая тем самым свой вкус;
- Вода не изменяет pH, а также сохраняет необходимые организму ионы Na^+ , K^+ и др.;
- Быстрота очистки, достаточно нескольких секунд;
- Не требуется хранение и транспортировка озона, он вырабатывается на месте.

Недостатки озонирования [8]:

- Высокая стоимость, цена портативной установки начинается от 3 тыс.руб., а станция очистки воды стоит порядка 300 тыс.руб.;
- Образование токсичных продуктов окисления при неправильном подборе дозы озона;
- Не пролонгирующее бактерицидное действие.

1.2.3 Ультрафиолетовая стерилизация

Данный метод получил широкое распространение за счет отсутствия добавляемых в воду реагентов, а следовательно, исключения ухудшения качества воды побочными продуктами. Этап УФ обеззараживание может идти только после этапа механической фильтрации воды, т.к. наличие крупных частиц примесей снижают степень очистки воды [9].

Ультрафиолетовое обеззараживание воды [9] основано на способности УФ излучения проникать сквозь стенки клеток и воздействовать на их информационный центр – нуклеиновые кислоты ДНК и РНК. Нуклеиновые кислоты, поглощая УФ излучение, перестают делиться, и, следовательно, клетки теряют способность к размножению.

Достоинствами метода являются безопасность для организма человека и высокая скорость очистки.

Ультрафиолетовая стерилизация также весьма дорогостоящий метод очистки воды. Стоимость ультрафиолетового стерилизатора небольшой производительности начинается от 5 тыс. руб., а стоимость более крупных установок (Рис. 3) доходит до 300 тыс. руб. Не стоит забывать и про комплектующие части. Через каждые 6000 – 7000 часов необходимо заменять УФ-лампы, которые стоят от 2 до 12 тыс. руб. В эффективности УФ обеззараживание воды уступает озонированию.

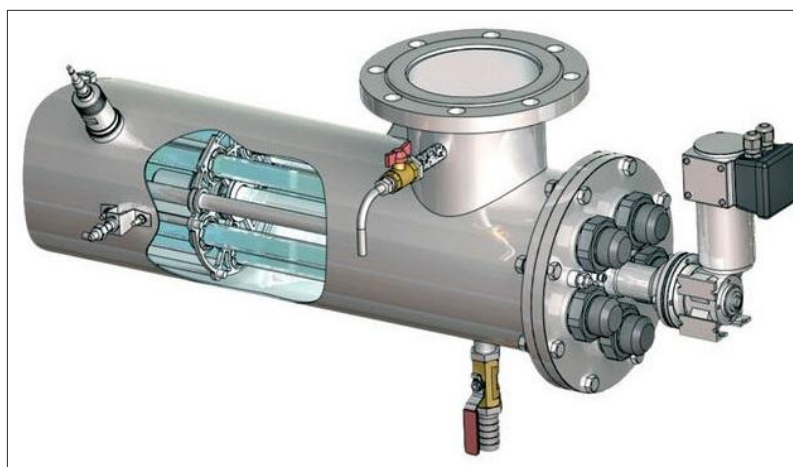


Рисунок 3 – Установка УФ обеззараживания питьевых, хозяйственных и сточных вод [9]

1.2.4 Мембранная очистка

Мембранная система очистки воды является на сегодняшний день самой передовой технологией [10]. В основе таких систем лежат полупроницаемые пористые мембраны, через которые проходит водный поток и очищает его от примесей (Рис. 4). Мембранные системы задерживают загрязнения и действуют как тончайшие сита.

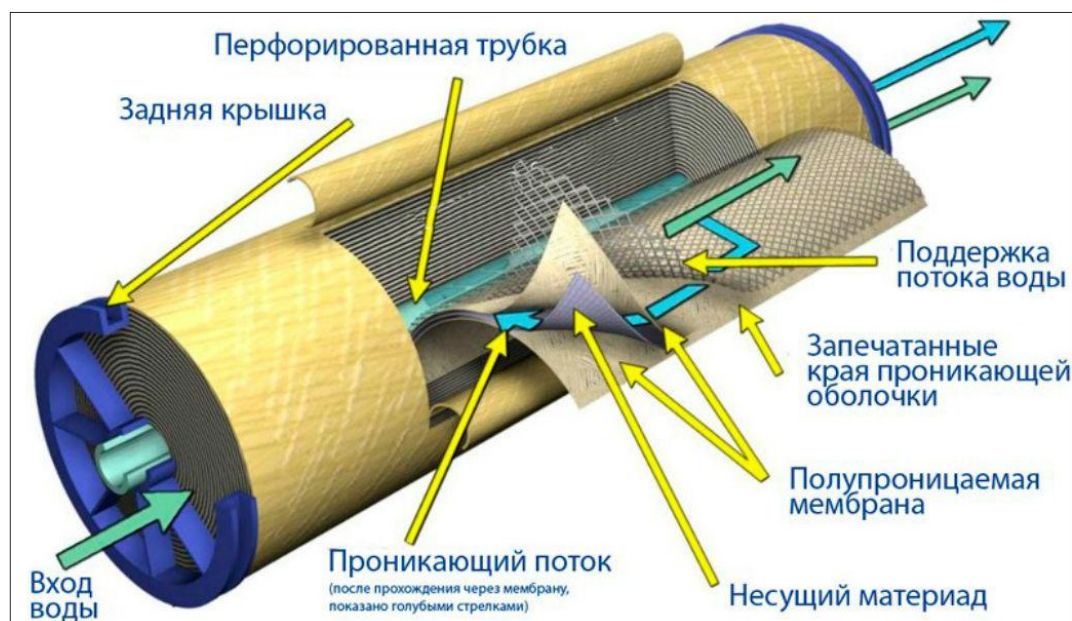


Рисунок 4 – Аппарат мембранной очистки [10]

Мембранные системы очистки активно применяются в производстве продуктов питания, лекарственных средств, электронике и т. д. Современные разработки позволяют значительно уменьшать их стоимость, благодаря этому появилась возможность употреблять их в быту для фильтрации питьевой воды.

Преимущества мембранного метода: простота аппаратуры и возможность работы при обычной температуре.

Недостатки метода: высокая стоимость и быстрая изнашиваемость мембран.

1.2.5 Использование фильтровальных материалов с модифицированной поверхностью

К данной группе относится большое количество фильтровальных материалов [11]. Они отличаются носителем, который может быть полимером, углеродным волокном, а также минералом. Отличается и активный компонент: серебро, гидроксид алюминия и цинк. Активным компонентом модифицируют поверхность носителя с помощью пропитывания, СВЧ-излучения или термообработки. Модифицированные фильтровальные материалы обладают бактериостатическими или бактерицидными свойствами.

Под бактерицидными свойствами рассматривают способность веществ вызывать гибель бактерий и других микроорганизмов, разрушая клеточную мембрану или нет. Тельца мертвых бактерий и микроорганизмов затем разлагаются с выделением в воду токсичных продуктов [12].

Вещества, обладающие бактериостатическими свойствами, имеют способность задерживать размножение бактерий и других микроорганизмов.

Конкретные фильтровальные материалы будут рассмотрены далее.

1.3 Сорбционные материалы, имеющиеся на рынке

Сейчас на рынке в свободном доступе имеется три материала, очищающих воду от микробиологических загрязнений [13, 14, 15].

Производимый в России фильтрующий материал АПТ-4 [13] – это ионообменная смола, представляющая собой макропористый анионит. В порах материала находятся ионы серебра (Ag^+) концентрацией $0,015 \text{ мг/дм}^3$, ниже предельно допустимой концентрации (ПДК) серебра в питьевой воде – $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Ионы вымываются в воду и оказывают токсическое действие на бактерий. Затем выделившиеся ионы серебра собирают катализатором, удаляющим железо из воды, который устанавливается в фильтрующей установке после ионообменной смолы. Катализатор окисляет серебро, и оно

переходит в трудно растворимое соединение, выпадающее в осадок и задерживающееся в слое загрузки. Вода на выходе имеет концентрацию ионов серебра порядка 0,01-0,1 мкг/л. Регенерация материала не проводится. Продается материал 25,0 дм³ мешками стоимостью 18 500 руб. (740 руб./дм³).

Второй сорбционный материал входит в состав фильтра АРГО [14] производителя «СИБИРЬ ЦЕО» (г. Новосибирск). Это активированный уголь, обработанный также серебром. В отличие от АПТ-4 серебро не смывается с поверхности угля и не поступает в воду. Подавление жизнедеятельности микроорганизмов происходит на поверхности частиц активированного угля. Про возможность регенерации сорбента неизвестно. Стоимость картриджа, в который входит сорбент, составляет 600-700 руб.

Последний известный материал называется Каталон [15], являющийся запатентованной (RU2531829C1) разработкой компании Гейзер. Сорбент имеет волокнистую структуру. Носителем служит полиакрилонитрил, поверхность которого модифицирована металлическим несмываемым серебром посредством щелочного гидролиза. Про наличие серебра написано только на сайте компании Гейзер, в патенте на материал про серебро не говорится, зато там написано: «В материале присутствуют ионизированные кислотные и основные группы, а заряд поверхности волокон определяется соотношением этих групп». В результате поиска информации точный состав Каталона так и не был установлен, а также его способность к регенерации. Цена на картриджи с материалом начинается от 300 руб.

Помимо описанных выше сорбентов имеется еще множество патентов на материалы, обладающие бактерицидными свойствами, но их нет в свободной продаже. Про них можно только сказать, что большая их часть в качестве активного компонента имеет серебро.

Недостатками фильтрующих материалов с серебром являются требование последующей очистки воды от металла и постоянная необходимость следить за концентрацией вымываемого серебра, ведь у него весьма низкая ПДК (ПДК – 0,05 мг/дм³). А общий минус всех имеющихся

сорбентов – это заявляемые бактерицидные свойства. После гибели бактерий качество пропущенной воды ухудшается образованием токсических веществ, которые могут повлиять на вкус и запах питьевой воды.

Мы же стремимся достичь бактериостатических свойств за счет использования в качестве активного компонента менее токсичного для бактерий металла цинка. Его достоинствами по сравнению с серебром к тому же являются меньшая цена и в 100 раз большая ПДК (ПДК Zn в питьевой воде – 5 мг/дм³), что позволяет не требовать последующей очистки воды.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Технические характеристики оборудования

Аналитические весы ВЛ-84В-С

Аналитические весы с классом точности специальным (I) согласно ГОСТ OIML R 76-1-2011.

Магнитная мешалка ММ-5

Магнитная мешалка предназначена для перемешивания жидкостей. В корпусе магнитной мешалки ММ-5 помещен электрический двигатель с магнитом. Вращающееся магнитное поле передает движение от магнита до мешающего стержня.

Сушильный шкаф LOIP LF-25/350-GG1

Лабораторный сушильный шкаф предназначенный для нагрева, высушивания и тепловой обработки материалов в воздушной среде. Процесс при естественной конвекции воздуха и при температуре до +350 °С.

Муфельная печь ПМ-16М-1200

Муфельная печь используется для термической обработки металлов, керамики и др. материалов. Равномерный нагрев внутреннего объема печи обеспечивается высокой тепловой проводимостью муфеля, изготовленного методом полусухого прессования из шамотной массы. Температура в печах регулируется автоматически микропроцессорными регуляторами температуры, осуществляя заданную термическую программу. Диапазон рабочей температуры составляет 150 – 1250 °С.

Автоклав вертикальный DAIHAN WiseClave WAC

Автоклав предназначен для стерилизации биологических образцов, лабораторной посуды и инструментов. Модель DAIHAN WiseClave WAC – паровой автоклав с герметичной камерой, стерилизация в которой осуществляется за счет пара, при давлении выше атмосферного.

Ламинарный бокс Streamline SC2

Ламинарный шкаф Streamline представляет собой бокс биологической безопасности второго класса. Т.е. он имеет стеклянную переднюю стенку с окном, позволяющим свободно работать внутри бокса, при этом сам оператор остается в безопасности. У модели SC2 стеклянными также являются боковые стенки, пропускающие больше света для лучшей видимости. По завершении работы внутренне пространство бокса обеззараживается УФ светом.

Термостат КН-45AS

Термостат позволяет поддерживать нужную для проведения опыта температуру. Делает он это за счет терморегуляторов. Модель КН-45 AS имеет большое окошко, через которое можно наблюдать за ходом эксперимента, не открывая дверцу лишний раз и не сбивая температуру, а также таймер и функцию нагрева.

Прямой микроскоп ZEISS Axio Lab.A1

Это прямой световой микроскоп с модульной конструкцией. В нем использованы стандартные методы контрастирования: светлое и темное поля, фазовый контраст, поляризация и флуоресценция.

Спектрофотометр UNICO 1202

Спектрофотометр UNICO 1201 – однолучевой спектрофотометр, предназначенный для измерения коэффициентов пропускания, оптической плотности и концентрации растворов. Работает в спектральном интервале от 315 нм до 1000 нм. Модель UNICO 1201 позволяет использовать кюветы из комплекта спектрофотометра модели КФК-3.

Перистальтический насос Watson Marlow 323

Перистальтический насос перекачивает воду и вязкие жидкости. Жидкость поступает по эластичной трубке, сдавливаемой и прижимаемой к корпусу вращающимся валиком. От степени сжатия шланга, скорости вращения валиков и зависят напор и производительность процесса.

Вольтамперометрический анализатор ТА-Lab

Вольтамперометрический анализатор ТА-Lab предназначен для высокочувствительных измерений с применением малого количества реактивов. Данная модель имеет по два источника ультрафиолетового излучения на каждую электрохимическую ячейку, которых три штуки, что обеспечивает равномерное и интенсивное облучение, сокращая время измерений, увеличивая точность результатов анализа и продлевая срок службы амальгамных электродов.

Помимо оборудования во время проведения анализа также использовались дозаторы лабораторные механические одноканальные разного объема; электрическая плита; мерная лабораторная посуда – цилиндры вместимостью 50.0, 100.0 см³; колбы вместимостью 25.0, 100.0, 250.0, 500.0 см³; стаканчики стеклянные термостойкие; чашки Петри 90 мм в диаметре; пробирки; штативы; фарфоровые тигли; палочки стеклянные; петли бактериологические; стекла предметные и покровные.

2.2 Сырье и материалы

В ходе работы исследований были использованы следующие материалы, приведенные в таблице 2:

Таблица 2 – Характеристика используемых веществ

Название веществ	Квалификация	Внешний вид	Брутто формула	Mr, г/моль	ρ , г/см ³	T _{пл.} , °C	T _{кип.} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8
Этиловый спирт	Х.ч.	Бесцветная жидкость	C ₂ H ₅ OH	46	0,789	-114	78
Перекись водорода	Х.ч.	Бесцветная жидкость	H ₂ O ₂	34	1,440	0	150
Хлорид калия	Х.ч.	Белый кристаллический порошок	KCl	74,5	1,984	776	1407
Ртуть	ГОСТ 4658-73	Серебристая жидкость	Hg	201	13,546	-39	357
Азотная кислота	ГОСТ 11125	Бесцветная жидкость	HNO ₃	63	1,513	-42	83

Муравьиная кислота	ГОСТ 5848-73	Бесцветная жидкость	НСООН	46	1,220	8	101
Ионы цинка (II)	ГСО 7256-96	Бесцветная жидкость	Zn ²⁺	65	7,133	420	906

2.3 Объекты исследования

2.3.1 *Escherichia coli* ATCC 25922

В данной работе использовали штамм ATCC 25922 (Liofilchem, Италия). Данный штамм рекомендован для рутинного определения чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам.

Перед началом работы штамм *E. Coli*, хранящийся на скошенном мясопептонном агаре при температуре 4-8 °С, был пересеян на свежую питательную среду.

Самое главное при работе с бактериями – соблюдать стерильность. Все работы ведутся в ламинарном шкафу, предварительно обработанным 70% этиловым спиртом и УФ. Экспериментатор должен быть в сменной обуви, халате и одноразовых перчатках. Все необходимые для работы инструменты также должны быть продезинфицированы.

Для получения необходимой для эксперимента 24-часовой культуры *E.coli* бактерии пересеиваются. Перенос осуществляется с помощью бактериологической петли, обрабатываемой пламенем спиртовки до и после контакта с бактериями. Петлей захватывается микробная масса со старой питательной среды и аккуратно без нажима распределяется по свежей МПА прямыми линиями. Нельзя допускать повреждения среды и попадания бактерий по нее. Т.к. *E.coli* является аэробной бактерией, то внутри питательной среды без кислорода она погибнет.

После пересеивания чашка Петри переворачивается вверх дном, маркируется датой пересадки культуры и убирается в термостат на 24 ч при 37 °С. Через 24 ч культуру необходимо использовать и/или убрать в холодильник для консервации. Культуру *E.coli* нужно пересеивать 12 раз в

год, следовательно, в холодильнике она может храниться до 1 месяца, затем ее нужно будет пересадить.

Чтобы утилизировать культуру, чашку Петри с бактериями помещают в автоклав крышкой вверх. Режим утилизации: 20 минут при 121 °С. Затем ждут пока среда застынет и выкидывают ее, а не сливают в раковину.

2.3.2 Сорбционный материал

Получаемый сорбционный материал состоит из носителя и активного компонента, которым модифицируется его поверхность.

Использование носителя обусловлено необходимостью увеличения частиц сорбционного материала с целью снижения давления в фильтровальной колонне или модуле. При выборе фракционного состава носителя мы стремимся выполнить условие: максимальная удельная площадь поверхности частиц материала при максимальном снижении гидродинамического давления в колонне. Опытным путем было установлено [16], что фракционный состав носителя 0,5 – 0,1 мм оптимально удовлетворяет условию.

В качестве носителя был выбран розовый песок (месторождение – г. Киселёвск, Кемеровская область, Россия) с фракцией 0,5 – 0,1 мм. Его плюсами являются низкая стоимость и доступность, из-за близкого месторождения.

Розовый песок состоит из аргелита, являющегося алюмо-силикатной твердой горной породой. Он способен очищать воду от неприятных запахов и вкуса, хлорорганических соединений, нефтепродуктов и азотистых соединений (в том числе нитратов).

Исследуемый носитель был промыт от пыли, естественно высушен и просеян на ситах с размером ячеек 0,5 мм и затем 0,1 мм.

Для придания носителю бактериостатических свойств в данной работе использовались тонкодисперсные частицы цинка. Известно [17], что наночастицы металлов обладают физико-химическими свойствами,

отличными от свойств крупных металлических объектов и отдельных атомов. Наночастицы металлов отличаются также от ионной формы, наночастицы способны вызвать биологический ответ живого организма.

Преимущества цинка над популярным серебром описаны ранее в главе 1.3.

2.4 Методика модификации носителя

Модификация поверхности носителя производилась методом термической обработки в следующей последовательности:

1. На аналитических весах с точностью два знака после запятой взвешивали розовый песок и частицы цинка.
2. Носитель и активный компонент смешивали и заливали дистиллированной водой в пропорции 25 см³ на 1 г розового песка.
3. Смесь перемешивали на магнитной мешалке в течение 30 минут.
4. Производили отстаивание, пока все частицы не осядут на дно стеклянного стаканчика.
5. Воду сливали.
6. Смесь отправляли в сушильный шкаф на 1 ч для высушивания при 120 °С.
7. Носитель и активный компонент переносили в фарфоровый тигель и помещали в муфельную печь, заранее разогретую до температуры плавления цинка – 420 °С. Время обработки – 10 мин.
8. Сорбент вынимали из муфельной печи и давали ему остыть до комнатной температуры.

2.5 Приготовление среды для культивирования бактерий культуры *E. coli*

Выращивание клеток бактерий *E. coli* проводилось на твердой питательной среде, называемой мясо-пептонный агар (МПА), для ускорения процесса роста. Готовая питательная среда содержит все необходимые элементы для культивирования данных бактерий: аминокислоты, азотистые основания и сахара, последовательность приготовления:

1. На аналитических весах с точностью два знака после запятой взвешивали пептон сухой ферментативный для бактериологических целей (ГОСТ 13805-76) и агар бактериологический (ГОСТ 17206-96) из расчета 15 г и 10 г, соответственно, на 1 дм³ дистиллированной воды.
2. Растворяли компоненты в теплой дистиллированной воде, налитой в термостойкую колбу Эрленмейера (коническую) не более чем на $\frac{3}{4}$ объема, чтобы при стерилизации не намочила пробка.
3. Доводили раствор до кипения на электрической плите.
4. Для обеспечения стерильности питательной среды плотно закрывали колбу ватно-марлевой пробкой, которую покрывали пергаментной бумагой. Чтобы пробка не выскочила из горлышка при стерилизации, закрепляли бумагу хозяйственной резинкой.
5. Ставили колбу со средой в автоклав для стерилизации в режиме 20 мин при 121 °С.
6. Разливали питательную среду в чашки Петри, заранее простерилизованные в сухожаровом шкафу 2 ч при 180 °С, по 20-30 см³ (на $\frac{1}{2}$ высоты чашки). Работали в ламинарном шкафу.
7. После застывания питательной среды (при 20 °С), закрывали чашки Петри, переворачивали их вверх дном. Каждую чашку маркировали, указывая имя студента и дату розлива.
8. Ставили чашки Петри в термостат при 28-32 °С на 24-48 ч.

9. Просматривали поверхность среды на стерильность.

На твердой питательной среде проводили поверхностное культивирование и хранения культуры.

Но твердая питательная среда не подходит для наблюдения за динамикой роста бактерий. Для данного эксперимента готовили жидкую питательную среду – мясопептонный бульон (МПБ):

1. На аналитических весах с точностью два знака после запятой взвешивали пептон сухой ферментативный для бактериологических целей (ГОСТ 13805-76) из расчета 15 г на 1 дм³ дистиллированной воды.
2. Растворяли пептон в теплой дистиллированной воде, налитой в термостойкую колбу Эрленмейера (коническую).
3. Доводили раствор до кипения на электрической плите.
4. Разливали среду в необходимом объеме по пробиркам не более чем на $\frac{3}{4}$ объёма.
5. Плотны закрывали пробирки ватно-марлевыми пробками, которую покрывали пергаментной бумагой. Чтобы пробка не выскочила из горлышка при стерилизации, закрепляли бумагу хозяйственной резинкой.
6. Ставили пробирки со средой в автоклав для стерилизации в режиме 20 мин при 121 °С.
7. Остужали до комнатной температуры. Каждую пробирку маркировали, указывая имя студента и дату розлива.
8. Использовали среду сразу же, или ставили в холодное место (при температуре 4-8 °С) с последующим прогреванием среды перед использованием.

2.6 Определение зоны подавления на твердой питательной среде

Для определения бактериостатических свойств сорбента смотрели на зону подавления культуры *E.coli* вокруг сорбента на твердой питательной среде (МПА).

На дне чашки Петри размечали круг диаметром 1 см. 24-часовую культуру *E.coli* концентрацией 10^8 КОЕ/см³ высевали сплошным газоном. Для этого готовили суспензию бактерий в стерильной воде (концентрацию определяли по стандарту мутности McFarland №3), механическим дозатором переносили 0,1 см³ суспензии на МПА и распределяли ее по всей поверхности среды шпателем. Подсушивали чашки в течение 10 минут на воздухе. Затем навески исследуемых сорбентов в количестве 0,10 г помещали в размеченной зоне.

2.7 Методика определение бактериостатических свойств в статических условиях

Для изучения бактериостатических свойств сорбента, в пробирки с 9 см³ мясопептонного бульона добавляли 1 см³ суспензии 24-часовой культуры *E.coli* концентрацией 10^9 КОЕ/см³ и по 0,30 г исследуемого образца. Одна пробирка холостая, без сорбента, для наблюдения за ростом бактерий. Одна пробирка только с МПБ и 1 см³ стерильной воды, она остается для сравнения. Эксперимент проводили на двух параллельных линиях.

Измерение оптической плотности растворов проводили на спектрофотометре сразу после добавления бактерий и сорбента, а затем через 2, 4, 6, 8, 10, 24 и 30 часов. Измерения интенсивности светорассеивания бактериальной суспензии проводили при длине волны 600 нм [12] с длиной оптического пути 10 мм.

2.8 Методика прямого подсчета числа бактерий в счетной камере

Для подсчета числа клеток *E. coli* в суспензии использовали камеру Горяева. Предварительно тщательно промывали и просушивали камеру и покровное стекло, чтобы в проходящем свете на их поверхности ничего не было заметно. Затем притирали покровное стекло и наносили дозатором небольшое количество суспензии с культурой бактерий. Для окрашивания суспензии добавляли каплю 1% спиртового раствора метиленового синего. Клетки подсчитывали в объективе 40× при фазовом контрасте, который позволяет получать контрастное изображение живых неокрашенных объектов, через 3 минуты после заполнения камеры, чтобы дать бактериям время осесть в одной плоскости. Подсчет вели в 20 малых квадратах, затем находили число клеток *E. coli* в 1 мл раствора (x) по формуле [18]:

$$x = \frac{a}{20} \cdot N \cdot k \cdot b = \frac{a \cdot 225 \cdot 16 \cdot 1111}{20} \cdot b,$$

где a – число клеток бактерий в 20 квадратах;

N – число малых квадратов в камере Горяева, в ней 225 больших квадратов, в каждом из которых поместится 16 малых квадратов;

k – коэффициент, равный величине, обратной объему камеры Горяева;

b – разведение исходной взвеси микроорганизма.

После подсчета камера Горяева и покровное стекло промывается 0,1 М раствором перекиси водорода для стерилизации и 70% этанолом для очистки оставшегося метиленового синего.

2.9 Методика определение бактериостатических свойств в динамических условиях

Для эксперимента в условиях динамики была собрана установка (Рис. 5), состоящая из емкости с пропускаемой водой, перистальтического насоса, штатива, трубки с сорбентом, приемной емкости и капилляра. Внутренний диаметр трубки составлял 8 мм, а длина – 50 мм, трубка плотно забивалась 3

г образца. Пропускаемая вода представляла собой дистиллированную воду с концентрацией 24-часовой культуры *E.coli* – 10^5 КОЕ/см³.

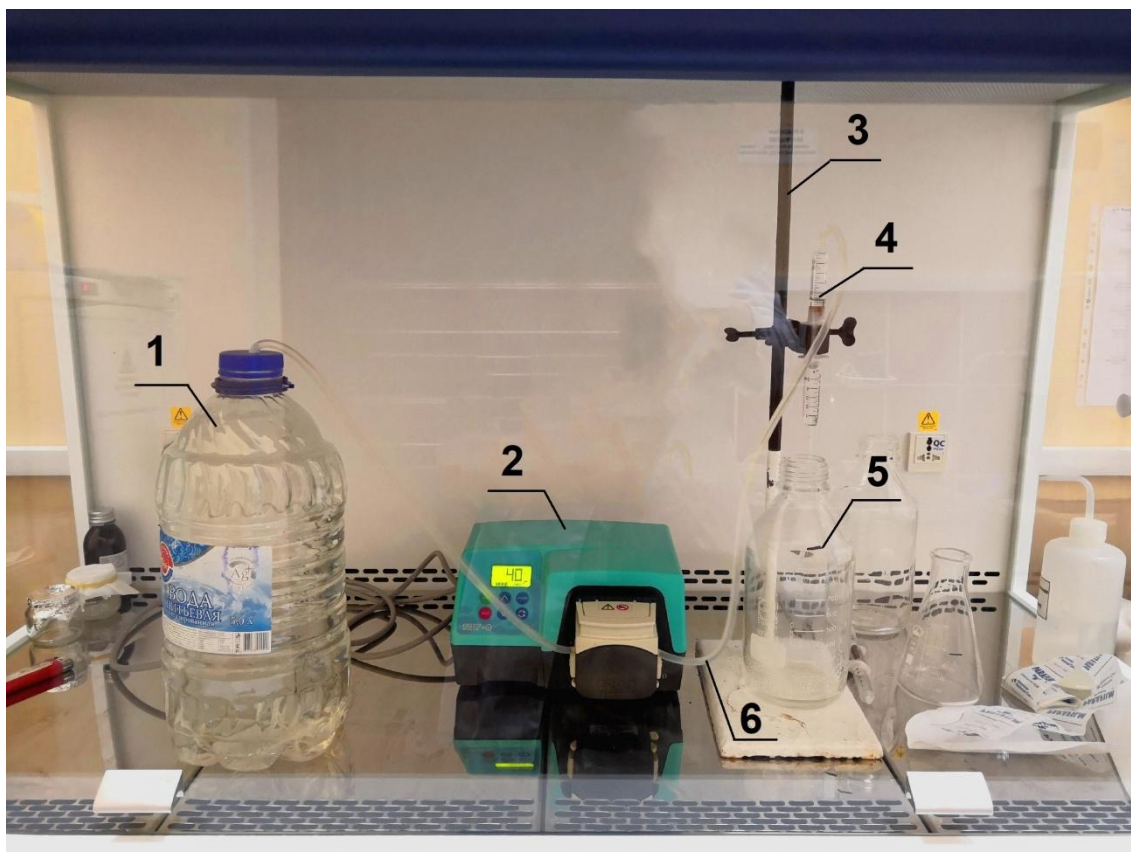


Рисунок 5 – Установка для вымывания:

1 – емкость с водопроводной водой, 2 – перистальтический насос, 3 – штатив,
4 – трубка с сорбентом, 5 – приемная емкость, 6 – капилляр

Через трубку с 3 г образца было пропущено 5 дм³ воды со скоростью 40 об/мин.

2.9.1 Определение количества колоний бактерий по методу Коха

Микробиологический контроль проводился у исходной воды, а затем через пропускание воды, объемом, дм³: 0,2; 1; 3; 5. Из каждого пропущенного литра отбирали пробу, разбавляли ее в 10^2 раз стерильной водой и высевали 0,1 см³ на МПА сплошным газоном. Максимальное возможное количество выросших колоний равно 100. На каждую пробу делали по 2 чашки Петри.

Инкубация длилась 2 дня. Затем смотрели, на каком пропущенном литре заметно присутствие колоний *E.coli*. Каждую отдельную колонию

отмечали маркером. Из количества колоний в двух чашках находили среднее число и определяли количество бактерий в исходной суспензии по формуле:

$$N = \frac{n \cdot 10^y}{V} \cdot W,$$

где N – количество бактерий в суспензии;

n – число колониобразующих единиц (КОЕ);

y – номер разведения;

V – объем разведения, взятый для посева, см³;

W – объем суспензии, из которой готовились разведения, см³.

2.10 Методика исследования на вымывание частиц цинка

Анализ проводился на вольтамперометрическом анализаторе TA-Lab через его программу на компьютере. Перед началом работы загружаются параметры измерений. В программе была записана программа «Определение цинка в воде».

Дальнейшие действия выполнялись согласно пособию ООО «НПП «ТОМЪАНАЛИТ» [19]. Первым делом были подготовлены электроды: в качестве индикаторного – амальгамный (АМЭ), а в качестве электродов сравнения – хлоридсеребряные электроды. В каждую аналитическую ячейку наливалось по 10 см³ бидистиллированной воды, к которой добавлялось 0,2 см³ муравьиной кислоты в качестве электролита. Данный раствор служил фоновым, с него и снимался «Фон» (зеленые кривые на рисунке 8). Далее добавляли 1 см³ анализируемой пробы и регистрировали вольтамперограмму пробы (синие кривые на рисунке 8). Затем делаем добавку 0,04 см³ аттестованного раствора цинка концентрацией 1 мг/л и также регистрируем вольтамперограмму (фиолетовые кривые на рисунке 8).

В конце проводится программный расчет концентрации цинка методом стандартных добавок по формуле:

$$C_x = \frac{h_x}{h_{cm}} \cdot C_{cm} ; h_{cm} = h_{общ} - h_x ,$$

где h_x – высота пика анализируемой пробы; $h_{ст}$ – высота пика стандартного раствора; $h_{общ}$ – суммарная высота пика цинка в анализируемом и добавляемом растворах; $C_{ст}$ – концентрация стандартного раствора добавляемого иона, возникающая в электролизере.

В итоге программа выдавала конечную концентрацию.

ГЛАВА 4. КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА

Проект заключается в выводе портативной водоочистной установки «фильтр-стакан», в состав которой входит разработанный наноструктурный сорбционный материал, на рынок. Целью проекта является разработка маркетингового плана продвижения данной разработки среди потенциальных клиентов на российском рынке.

4.1 Основные качества продукта, решаемая продуктом проблема

Предлагаемый «фильтр-стакан» можно использовать в любом месте, где есть водопроводный кран. Достаточно просто налить необходимое количество воды прямо из под крана, подождать несколько минут и выпить очищенную воду сразу или взять с собой на прогулку, где не будет водопроводного крана. Пластиковый корпус позволяет использовать «фильтр-стакан» многократно, экономя деньги и бережа экологию, а со сменным фильтровальным модулем он прослужит до нескольких лет.



Рисунок 11 – Варианты внешнего вида «фильтр-стакана»

Чтобы полностью понять ключевую проблему, «боль» клиента, был разработан ряд вопросов по методу Customer Development:

1. Как часто Вы пьете водопроводную воду прямо из под крана?
2. Собираясь на работу/ занятия спортом/ прогулку, Вы...
 - возьмете с собой бутылочку с чистой водой
 - купите бутылку воды по пути/ на месте

- ничего из перечисленного
3. Какой объем воды в день стараетесь выпивать?
 4. Всегда ли удастся выпивать в день желаемый объем воды?
 5. Хотели бы Вы получать чистую питьевую воду везде, где есть кран?

Вопросы были оформлены в виде анкеты, доступной по ссылке: <https://www.surveio.com/survey/d/D6R9G2E4X3K009P1O>. В опросе приняли участие 60 человек от 20 до 60 лет. Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- вопрос №1:



Рисунок 12 – Результаты опроса по вопросу №1

73% опрошенных пьют водопроводную воду из под крана только в крайне безвыходном положении, предпочитая пить очищенную фильтром или бутилированную воду. Это можно объяснить тем, что многие люди знают, даже в крупных городах, коим является г. Томск, в водопроводной воде присутствуют малые загрязнения, возникающие после прохождения воды по трубам, и, накапливаясь в организме человека, они способны нанести вред здоровью.

Но 17% опрошенных не придают этому значение, примерно каждый пятый человек употребляют неочищенную водопроводную воду в повседневной жизни.

Следует помнить, что взрослые респонденты ответственны еще и за поведение своих детей, если они присутствуют. Как правило, родители, не употребляющие водопроводную воду, запрещают своим детям пить ее и заботятся об обеспечении их чистой водой.

- вопрос №2:

Почти 57% респондентов выходят из дома с бутылочкой воды, которая добавляет их сумке веса. Особенно критично это для школьников, которым родители дают воду с собой на занятия.



Рисунок 13 – Результаты опроса по вопросу №2

А 33% практически ежедневно тратят деньги на покупку чистой, по заявлению производителя, питьевой воды. В Томске студенты, являясь весьма крупной социальной группой, покупают 0,5 бутылочку воды ежедневно. При покупке самой недорогой воды в популярной сети магазинов «Ярче» [22], стоимостью 14 руб., в месяц затраты составят 420 руб. В 2020 году это почти 17% от стипендии. Получается, что покупка бутилированной воды бьет кому-то по кошельку.

Однако не только студенты тратят много денег на чистую питьевую воду. Ведь так много мест, где бутылочка воды продается с огромной

наценкой, к ним относятся: музеи, туристические места, курорты, большая часть аэропортов, в которых отсутствуют фонтанчики с питьевой водой.

Также не стоит забывать о выброшенных пластиковых бутылках, которые либо пойдут на переработку, либо будут усугублять проблему загрязнения нашей планеты, разлагаясь до сотни лет [23].

- вопрос №3:

В данном вопросе каждый респондент самостоятельно определял свою ежедневную норму выпиваемой воды.

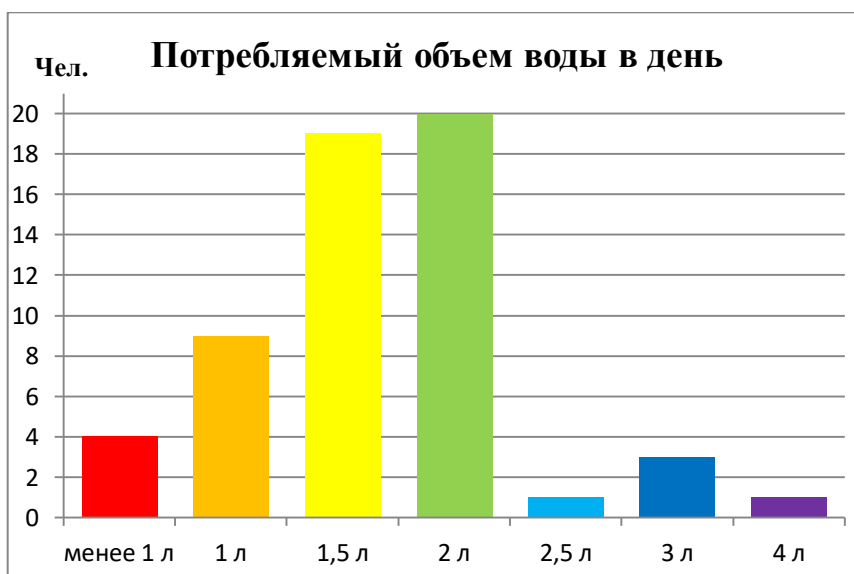


Рисунок 14 – Результаты опроса по вопросу №3

Всего 3 человека ответили, что не следят за тем, сколько воды выпивают в день. Дело в том, что сейчас в моде здоровый образ жизни и правильное питание, согласно которым, важно ежедневно потреблять определенное количество воды. Даже наблюдается намеренное увеличение потребляемого объема через стремление к заданной норме [24]. При этом четкой нормы не существует, необходимый объем зависит от веса человека, возраста, образа жизни, рациона питания, физиологических потребностей и многого другого. Большая часть респондентов старается выпивать 1,5-2 литра питьевой воды в день.

- вопрос №4:



Рисунок 15 – Результаты опроса по вопросу №4

75% опрошенных не удается выполнять определенную ими норму потребляемого объема воды. Причиной этому может быть отсутствие привычки или же нехватка чистой питьевой воды под рукой. Ко второй причине склоняют и результаты 5 вопроса (Рис. 16).

- вопрос №5:

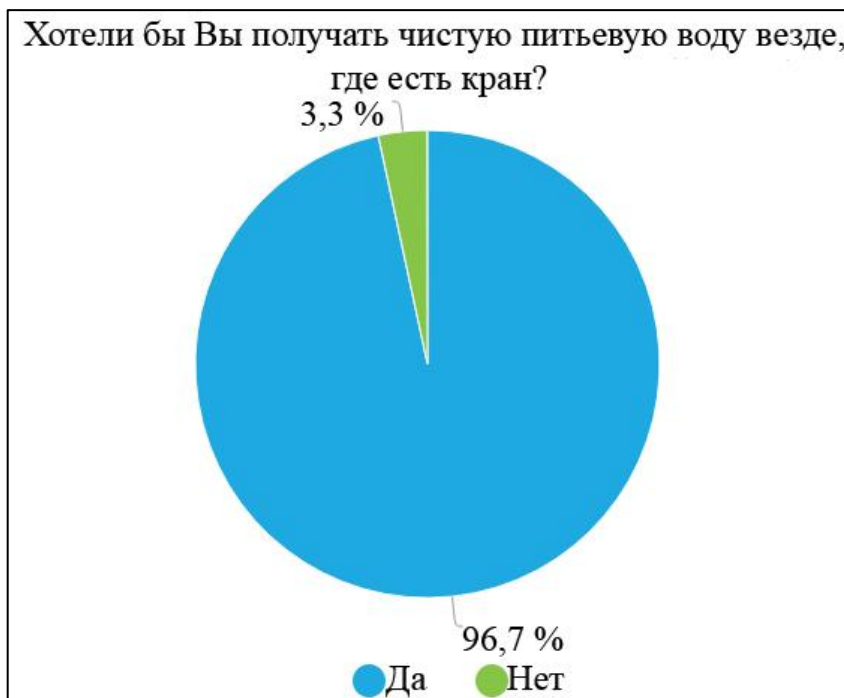


Рисунок 15 – Результаты опроса по вопросу №5

58 из 60 респондентов ответили, что хотели бы иметь очищенную водопроводную воду под рукой везде, где есть кран. Так ответили даже те,

кто ежедневно пьет воду прямо из под крана. Следовательно, если предложить им удобный девайс, то они перейдут к потреблению очищенной воды, что будет полезнее для их здоровья.

Исходя из полученных данных, можно сказать, что разрабатываемый «фильтр-стакан» решит следующие проблемы:

- «Фильтр-стакан» позволит людям, не доверяющим качеству водопроводной воды, потреблять очищенную воду;
- Фильтр поможет выполнять дневную норму потребляемого объема воды;
- «Фильтр-стакан» сэкономит пользователю деньги на бутилированной воде;
- Людей без личного автомобиля «фильтр-стакан» за счет малого веса избавит от рутинного ношения лишнего груза в виде полной бутылки воды.

Многоразовая фильтровальная установка также уменьшит объем пластиковых отходов.

4.2 Защита интеллектуальной собственности

Защита прав на интеллектуальную собственность будет состоять из двух этапов:

1. Получение патента на сорбционный материал;
2. Оформление сертификата соответствия на «фильтр-стакан».

Сорбционный материал разрабатываемого «фильтр-стакана» является полезной моделью, т.е. техническим решением, относящимся к устройству, в соответствии с положениями части четвертой ГК РФ [25].

Для получения патента на полезную модель, в соответствии с положениями части четвертой ГК РФ, необходимо:

- подать заявку на полезную модель (статья 1376 ГК РФ) в Федеральную службу по интеллектуальной собственности (Роспатент), заплатив пошлину – 1400 руб.;

- дождаться результатов формальной экспертизы на изобретение (статья 1384 ГК РФ), публикации сведений о заявке (статья 1385 ГК РФ) и результатов экспертизы по существу (статья 1386 ГК РФ), заплатив пошлину 2500 руб.;
- после решения о выдаче патента полезная модель будет внесена в Государственный реестр полезных моделей Российской Федерации (статья 1393 ГК РФ). Необходимо оплатить пошлины: 3000 руб. за регистрацию полезной модели и 1500 руб. за выдачу патента.

Весь этот процесс регулируется множеством актов помимо ГК РФ, таких как: № 98-ФЗ от 29 июля 2004 года «О коммерческой тайне», № 149-ФЗ от 27 июля 2006 года «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», № 135-ФЗ от 26 июля 2006 года «О защите конкуренции», а также Кодексом об административных правонарушениях РФ, Уголовным кодексом РФ и другими.

Максимальный срок действия патента на полезную модель – 10 лет.

Для получения сертификата соответствия на «фильтр-стакан», согласно N 184-ФЗ от 27 декабря 2002 года «О техническом регулировании» [26], необходимо:

- зарегистрировать технические условия на компоненты сорбционного материала и водоочистную установку;
- подать заявку и ТУ;
- дождаться проведения испытаний предоставленных образцов аккредитованными лабораториями;
- получить заключение радиологических исследований [27], которое свидетельствует об уровне радиационных излучений, не превышающих требований, установленных действующими нормативно-правовыми актами. Заключение выдается специализированными учреждениями, проводящими исследования радиационного фона;

- получить свидетельство о государственной регистрации (СГР) [28] на материалы, подтверждающее безопасность продукции. СГР выдается территориальными отделениями Роспотребнадзора на изделия;
- получить на основании заключений сертификат соответствия. Максимальный срок действия сертификата соответствия на продукцию – 5 лет.

4.3 Объем и емкость рынка

Потенциальными покупателями «фильтр-стакана» можно выделить:

- людей, следящих за своим здоровьем;
- студентов;
- родителей школьников;
- путешественников.

В августе 2019 года Росстат провел среди членов 60 тыс. домохозяйств, это более 131 тыс. человек, опрос на тему «Здоровый образ жизни». По результатам опроса 12% респондентов вели в течение 2019 года здоровый образ жизни. Если взять этот показатель в масштабах России, то получится 17,3 млн. людей, людей следящих за своим здоровьем.

Студентов на начало учебного года 2018/2019 Росстат подсчитал 4,16 млн. человек.

Обучающихся по образовательным программам начального, основного и среднего общего образования Росстат на 1 октября 2018 года определил в количестве 16,14 млн. человек. Все это дети, которых родители собирают в школу и секции дополнительного образования. Каждый ответственный родитель позаботится о том, что будет есть и пить его ребенок в течение дня. И родителям не хочется лишней раз нагружать портфель ребенка бутылкой воды.

Учесть число путешественников – людей, часто летающих на самолетах и посещающих достопримечательности, практически невозможно.

Можно только сказать, что за 2018 год в России было совершено 1,68 млн. полетов. И во многих случаях путешественникам приходилось покупать бутилированную воду с наценкой 100 и более процентов.

Группа людей, следящих за своим здоровьем, имеет самую большую численность. Поэтому на их примере рассмотрим объем и емкость рынка г. Томска.

Рассчитаем емкость рынка методом «сверху-вниз»:

- разрабатываемый продукт – предмет индивидуального пользования;
- население Томска на 1 января 2020 года, согласно статистике, 598 тыс. человек;
- *потенциальная емкость* рынка составляет 598 тыс. чел.;
- 12% населения заботятся о своем здоровье;
- *расчетная емкость* – 71760 чел.;
- продукт первый год на рынке, характерна малая узнаваемость, примем её равной 2%;
- *реальная емкость* – 1435 чел.;
- средняя стоимость продукции равна 740 руб.;
- тогда *вероятный заработок* (или *доля рынка*) составляет:
 $1435 \cdot 740 = 1061900$ руб.

С каждым годом число людей, придерживающийся здорового образа жизни и правильного питания, увеличивается, из-за популяризации такого образа жизни. Росту данного показателя также способствует государство с нацпроектом «Демография», бюджет которого составляет 3,11 трлн. руб.

4.4 Анализ современного состояния и перспектив отрасли

Производство малой водоочистой установки «фильтр-стакан» является в основном деятельностью (по коду ОКВЭД): [28.29.12](#) -

Производство оборудования и установок для фильтрования или очистки жидкостей.

Аналитическая компания ACG [29] оценила состояние рынка оборудования для фильтрования жидкостей и заключила, что за последние три года в России наблюдается нестабильность отрасли производства оборудования и установок для фильтрования и очистки жидкостей. То подъем, то спад. В 2019 году в России было произведено 16,6 млрд. руб. оборудования и установок для фильтрования и очистки жидкостей, что на 7,1% меньше объема производства предыдущего года. Однако в январе 2020 года производство увеличилось на 37,9% к уровню января 2019 года и составило 1,0 млрд. руб. Центральный федеральный округ стал лидером производства данного оборудования с долей около 38,6% от общего произведенного объема за 2019 год.

Компаниями-лидерами, производящими бытовые фильтровальные системы, являются ООО "АКВАФОР", ООО "БРИТА" и ООО "ГЕЙЗЕР". Динамику рынка можно рассмотреть на примере компании «АКВАФОР», регулярно предоставляющей бухгалтерскую отчетность.

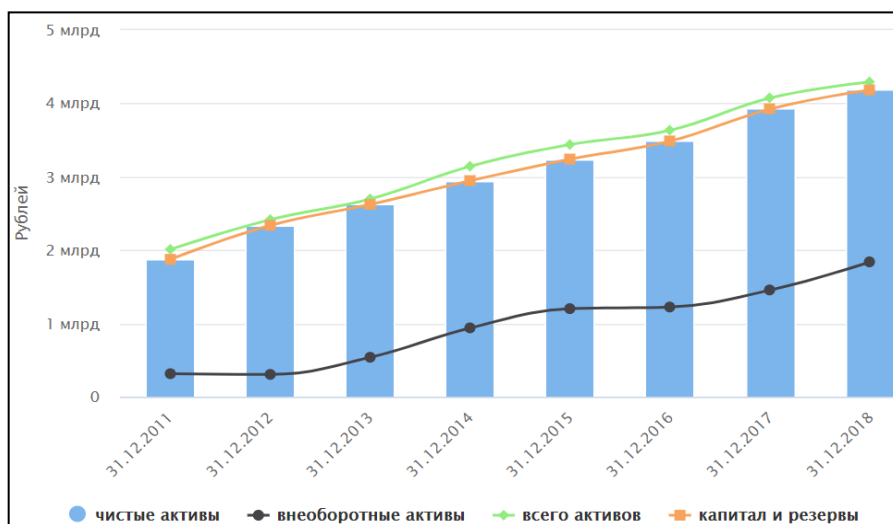


Рисунок 17 – Краткий анализ баланса ООО «АКВАФОР» [30]

Из графика (Рис. 17) видно, что активы компании постоянно увеличиваются. За 8 лет активы компании удвоились.

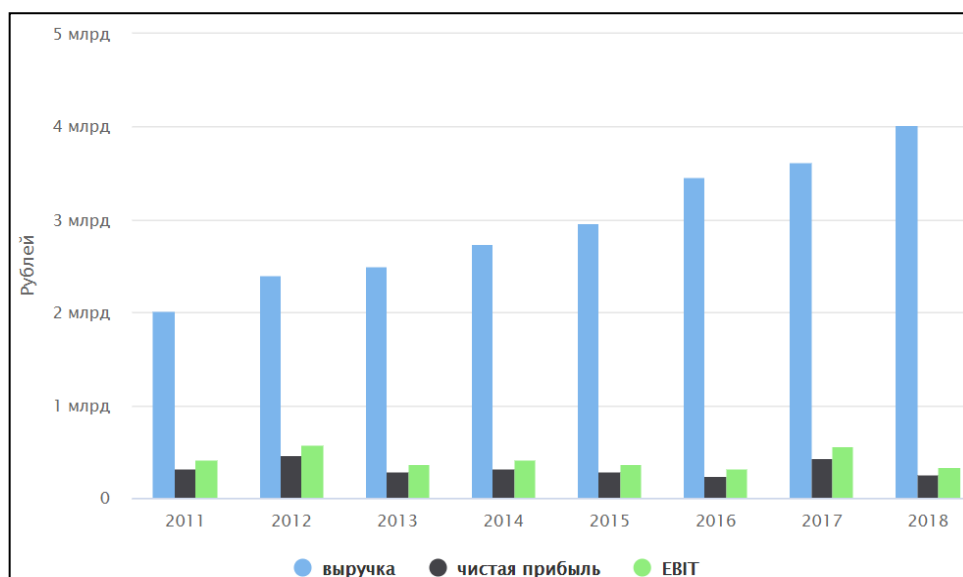


Рисунок 18 – Краткий анализ финансовых результатов ООО «АКВАФОР»

[30]

На рисунке 18 выручка компании «АКВАФОР» неизменно растет, а вот чистая прибыль скачет от года к году.

По данным аналитической компании ACG в 2018 году в России было произведено около 17,9 млрд. руб. оборудования и установок для фильтрования и очистки жидкостей. Выручка «АКВАФОР» в 2018 году составляла 4 млрд. руб. Можно сделать вывод, что компания «АКВАФОР» производит каждое пятое проданное оборудование для очистки воды. Число сотрудников компании – 1300 человек.

Компания "ГЕЙЗЕР" в 2018 году сделала выручку 6,3 млн. руб. и 682 тыс. руб. чистой прибыли. Число сотрудников – около 1000 человек.

Компания «БРИТА» – единственная крупная компания, имеющая портативную водоочистную установку для ежедневного пользования, схожую на «фильтр-стакан» по функционалу. Компания не регулярно выкладывает финансовую отчетность, можно только сказать, что за 2017 год выручка компании составила 311 млн. руб., а прибыль – 2,5 млн. руб. «БРИТА» является международной компанией, численность сотрудников которой – более 1800 человек.

К современным тенденциям развития отрасли оборудования и установок для фильтрования и очистки жидкостей можно отнести:

- Усиливающиеся попытки правительств по улучшению доступности чистой воды для домохозяйств, особенно для сельских поселений;
- Политические и регулятивные инициативы по улучшению качества питьевой воды, уменьшению выбросов загрязняющих веществ и увеличение уровня вторичной переработки воды.

4.5 Расчет себестоимости продукта

Расчет себестоимости «фильтр-стакана» проведем, исходя из расходов на производство партии 2000 шт.

Расчет затрат на:

- корпус

Корпус водоочистой установки будет состоять из 4 отличной друг от друга частей: двух стаканчиков емкостью по 250 см³, двух составных частей картриджа, накручиваемых одна на другую.

Составные части корпуса будут заказываться у компании, производящей изделия из пластика на заказ. Части корпуса будут изготавливаться из поликарбоната, применяемого для различной посуды и сосудов для переливания крови, он безвреден и не токсичен. Стоимость партии каждой части, для производства 2000 установок, следующая:

- верхний стакан (2000 шт.) – 160000 руб.;
- нижний стакан (2000 шт.) – 160000 руб.;
- верхняя часть картриджа (2000 шт.) – 150000 руб.;
- нижняя часть картриджа (2000 шт.) – 150000 руб.

Итого на производство 2000 корпусов уйдет *620000 руб.*

- загрузку картриджа

В разрабатываемой установке запланировано три слоя сорбентов:

1. Разработанный наноструктурный материал [31], очищающий водопроводную воду от микробиологических примесей. Основную часть стоимость сорбента составляет стоимость цинка – 2000 руб./кг. Для 2000 загрузок цинка потребуется порядка 3 кг. Стоимость всего сорбционного слоя – 6000 руб.
2. Сорбент [32], представляющий собой частицы газобетона, модифицированные железосодержащим осадком станций обезжелезивания воды, очищает от примесей тяжелых металлов. Оба компонента – отходы производств. Их цена порядка 5 руб./кг. Для 2000 загрузок сорбционного материала потребуется около 20 кг. Стоимость всего слоя – 200 руб.
3. Цеолит природный (Холинское месторождение) [33] делает воду мягче. 50 килограммовый мешок цеолита стоит 3000 руб., из него потребуется 40 кг. на 2000 загрузок.

Сорбенты будут производиться на оборудовании ТПУ, который на основании договора получит амортизационные отчисления. Сумму амортизации (А) оборудования за месяц его использования рассчитаем линейным способом: первоначальную стоимость оборудования разделим на его срок полезного использования в годах и на 12 месяцев в году:

- Весы: $A = \frac{10000}{15 \cdot 12} = 56$ руб.;
- Магнитная мешалка: $A = \frac{4500}{10 \cdot 12} = 38$ руб.;
- Сушильный шкаф: $A = \frac{90000}{5 \cdot 12} = 1500$ руб.;
- Муфельная печь: $A = \frac{70000}{15 \cdot 12} = 389$ руб.

Затраты на аренду оборудования составят 1983 руб.

Для объединения сорбционных слоев потребуется полотно для фильтрации воды – «Вазопрон» ТУ 17 РСФСР 19-76-92-90, стоимостью – 150 руб./м². На 2000 загрузок его потребуется 23,4 м². Стоимость необходимого полотна – 3510 руб.

Итого на производство 2000 фильтровальных загрузок картриджей уйдет *14693 руб.*

- заработные платы сотрудникам

Месяца должно хватить на производство сорбентов, заполнение 2000 картриджей и сборку водоочистных установок «фильтр-стакан» двумя работниками. Примем оклад – 23000 руб., с районным коэффициентом (30%) з/п составит 29900 руб., плюс страховые взносы (30%) 8970 на каждого.

Для сбыта продукции будет достаточно 1 человека с окладом 19250 руб. Заработная плата – 25025 руб., страховые взносы – 7508 руб.

Тогда затраты на заработные платы сотрудников составят: $(29900 + 8970) \cdot 2 + 25025 + 7508 = 110273$ руб.

- аренду помещения

Для необходимых работ подойдет помещение в 30-40 м², средняя стоимость которого составляет 12000 руб. После этапа производства помещение будет использоваться как склад еще месяца 3-4. Затраты за аренду помещения в течение 4 месяцев равны 48000 руб.

Всего на производство партии «фильтр-стаканов» 2000 шт. необходимо затратить: $620000 + 14693 + 110273 + 48000 = 792966$ руб. Тогда **производственная себестоимость единицы продукции равна 396 руб.**

4.6 Конкурентные преимущества продукта и обзор технико-экономических характеристик аналогов

Стоимость продукции будем определять на основе цен конкурентов. Для этого рассмотрим главных конкурентов и определим преимущества разрабатываемого «фильтр-стакана».

На рынке существует две водоочистные установки малого размера:

- Фильтр-бутылка «Fill & Go Vital» компании «БРИТА»;
- Турмалиновый стакан для воды.

Сравним продукты по 8 параметрам, представив данные в таблице:

Таблица 9 – Сравнение «фильтр-стакана» с аналогами

Параметр	Fill & Go Vital	Турмалиновый стакан	Разрабатываемый «фильтр-стакан»
			
Эффект	Очищает только от химических примесей: хлора, солей жесткости	Очищает от микробиологических примесей	Очищает от химических (хлор, соли жесткости, тяжелые металлы) и микробиологических примесей
Процесс очистки	Вода фильтруется в процессе питья	Налить воду в стакан и дать ей отстояться 20-30 минут	Прохождение водопроводной воды через фильтровальную загрузку будет осуществляться самотёком
Производительность, см ³ /мин	500	20	125
Ресурс сорбента, дм ³	150	350-12000 (очень разнящиеся данные)	400
Замена сорбента	Есть возможность купить новый микрофильтр и самостоятельно его заменить	Нет данных о замене или регенерации сорбционной загрузки	Конструкция установки будет позволять заменять фильтровальную загрузку, будет возможность купить ее отдельно
Размер, (Д×Ш×В, мм)	90×80×250	70×70×200	70×70×180
Вес, г	200	200-400	200
Цена, руб.	740	1000-9000	750
Стоимость литра очищенной воды, руб.	4,9	-	1,9

Турмалиновый стакан уступает по всем параметрам.

Преимуществами разрабатываемого «фильтр-стакана» над фильтр-бутылкой «Fill & Go Vital» являются:

- более широкий спектр загрязнений, с которым справляется сорбент, убирая неприятный вкус и запах водопроводной воды;
- ресурс сорбента, которого при ежедневном потреблении усредненной нормы воды (2 дм³) будет хватать на полгода. Большой ресурс обеспечивается большей толщиной фильтровальной загрузки и более эффективными сорбционными материалами;
- меньшая стоимость литра очищенной воды, напрямую показывающая выгоду покупателя. При средней стоимости литра бутилированной воды 31 руб., в месяц экономия может составить около 1750 руб., что в разы превышает стоимость самого стакана;
- размер, позволяющий носить «фильтр-стакан» даже в небольшой сумочке;
- конструкция: она не протекает; нет необходимости прикасаться к горлышку руками; конструкцию легко разобрать и тщательно промыть все компоненты. У Fill & Go Vital конструкция носика не гигиенична, чтобы его открыть необходимо прикасаться грязными руками, и его невозможно разобрать, из-за чего в нем скапливаются бактерии, начиная издавать неприятный запах. Кроме того покупатели часто жалуются, что носик протекает и детям трудно его открывать и плотно закрывать.

«Фильтр-стакан» уступает Fill & Go Vital лишь в производительности. Но более продолжительное время контакта воды с сорбционным материалом, обеспечивает ее более эффективную очистку. К тому же пить из «фильтр-стакана» будет легче, чем из Fill & Go Vital.

«БРИТА» является одной из лидирующих компаний на Российском рынке водоочистки, она имеет доверие у покупателей. Поэтому рациональнее всего последовать за лидером, и выставить цену близкую цене Fill & Go Vital. Преимущества разрабатываемого продукта позволяют чуть зависить цену относительно аналога. **Малой водоочистной установке «фильтр-стакан»**

назначим цену – 750 руб. Это больше себестоимости на 354 руб. Плюс можно будет продавать дополнительно два сменных фильтровальных модуля по цене 300 руб., производственная себестоимость же их будет составлять 92 руб. «БРИТА» продает 3 картриджа по цене 450 руб., и необходимо помнить, что у них меньший ресурс.

4.7 Описание целевых сегментов потребителей

Разрабатываемый «фильтр-стакан» удовлетворяет потребности людей. Следовательно, продукт относится к сегменту B2C (business-to-consumer или бизнес для потребителя). Для сегментации целевой аудитории продукции воспользуемся методикой пяти «W» (What?, Who?, Why?, When?, Where?), предложенной Марком Шеррингтоном. Выделим несколько групп аудитории и для каждой из них ответим на вопросы:

- кем они являются?
- по какой причине они купят предлагаемый продукт?
- в какой момент времени они его купят?
- где необходимо рекламировать продукт для них?

Результаты представим в виде таблицы:

Таблица 10 – Сегментация потребителей разрабатываемого «фильтр-стакана»

Вопрос	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Что? (What?)	Портативная водоочистная установка «фильтр-стакан»			
Кто? (Who?)	Люди, следящие за своим здоровьем	Люди, часто путешествующие	Студенты	Родители (преимущественно мамы) детей 6-16 лет
Почему? (Why?)	Стремление выполнять дневную норму потребления воды	Желание сэкономить деньги на покупке воды в аэропортах и туристических местах	Желание сэкономить и нежелание носить дополнительную тяжесть целый день	Желание обеспечить ребенка чистой питьевой водой, где бы он ни находился, не нагружая его лишним раз
Когда? (When?)	Круглый год	Перед поездкой (преимущественно летом)	Осень, зима	Начало учебного года

Где? (Where?)	Тематические сообщества в социальных сетях	Сайты авиакомпаний и сервисов по покупке билетов	В социальных сетях	Школы обязательного и дополнительного образования
------------------	--	--	--------------------	---

4.8 Бизнес-модель проекта

Чтобы изложить ключевую информацию бизнес-модели на одной странице, необходимо использовать модель Lean Canvas, разработанную Эшем Маурья. Она представляет собой таблицу (Табл. 11), которая помогает сфокусироваться на важных моментах, что особенно необходимо на ранних этапах развития стартапа.

Таблица 11 – Модель Lean Canvas для разрабатываемого «фильтр-стакана»

<u>ПРОБЛЕМА</u> Низкое качество водопроводной воды. Трудное выполнение дневной нормы потребляемой воды. Трата денег на бутилированную воду. Ношение тяжелой сумки с бутылкой воды.	<u>РЕШЕНИЕ</u> Очистка водопроводной воды от химических и микробиологических примесей. Обеспечение чистой питьевой водой везде, где есть водопроводный кран.	<u>УНИКАЛЬНОСТЬ</u> Очистка воды от широкого спектра загрязнений за счет уникальных сорбционных материалов. Малый размер водоочистной установки.	<u>СКРЫТОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО</u> Уникальные сорбционные материалы, которые позволят расширить линию продуктов	<u>СЕКМЕНТЫ ПОКУПАТЕЛЕЙ</u> Продажи будут осуществляться по схеме В2С. Решение о покупке принимается спонтанно. Основные сегменты покупателей: <ul style="list-style-type: none"> • люди, следящие за своим здоровьем; • люди, часто путешествующие; • студенты; • родители детей 6-16 лет
	<u>МЕТРИКИ</u> Прямые продажи		<u>КАНАЛЫ</u> Прямые продажи	
<u>РАСХОДЫ</u> Инвестиционные затраты: Регистрация ПМ в Роспатенте и уплата госпошлины – 10000 руб.; Получения сертификата соответствия – 10000 руб. Переменные затраты: Производство 2000 корпусов – 620000 руб.; Производство 2000 загрузок картриджами – 14693 руб.; Заработные платы сотрудников – 110273 руб. Постоянные затраты: Аренда помещения – 48000 руб.			<u>ДОХОДЫ</u> Покупка установки (1 шт.) – 750 руб. Покупка фильтровальных картриджами (по 2 шт.) – 300 руб.	

4.9 Стратегия продвижения

Для того чтобы продать партию 2000 «фильтр-стаканов» за 4 месяца, необходимо продавать по 500 установок в месяц.

Для продвижения «фильтр-стакана» лучше подойдет стратегия «втягивания» (PULL-стратегия), т.к. разрабатываемый продукт имеет перспективу развития и расширения линии продукции, следовательно, целесообразно развивать свой бренд.

Собственная площадка продаж эффективнее способствует раскрутке бренда, чем сторонний агент. Главным преимуществом собственной торговой площадки является плодотворная капитализация рекламных затрат. Т.е. вложившись в рекламу, она повышает узнаваемость непосредственно бренда и, следовательно, его стоимость. Это позволяет делать наценку на товар и «возвращать обратно» потраченные на рекламу деньги без ущерба для оборота.

Сейчас популярны интернет продажи, которые не требуют затрат на аренду торговой площади. Достаточно завести страницу предлагаемого продукта в социальной сети, заказать ее рекламу, которую, при правильном настраивании аудитории, будет просматривать до 1500 тыс. человек в день за 100 руб., и по почте отправлять товар до покупателя.

Однако, несмотря на рост объемов интернет-торговли, полностью отказаться от распространения товаров в оффлайне невозможно. Большому числу людей необходимо перед покупкой прийти в магазин, где они смогут посмотреть, потрогать товар, такой как разрабатываемый «фильтр-стакан», и пообщаться с продавцом. Поэтому в городе Томск будет открыта торговая точка, адрес которой будет указываться в местной рекламе и на страницах в социальных сетях. Чтобы работала не только реклама, но и сама площадка, необходимо открыть ее в торговом центре, который пользуется популярностью у жителей города. Подойдут ТЦ «Смайл Сити» и «Почтальон». Достоинство «Смайл Сити» – близость общежитий, где живет

одна из целевых аудиторий. Достоинство «Почтальон» – расположение в центре города. Выбор между ними зависит от стоимости аренды. Для подобных продаж будет достаточно 3 м², средняя стоимость их аренды в месяц – 4000 руб., и 2-х продавцов, работающих посменно, за 16 тыс. руб. (оклад – 12308 руб.) в месяц каждый, плюс страховые взносы 4800. Помимо торговой точки необходимо установить штендер после входа в ТЦ, чтобы его видел каждый посетитель.

Воронки продаж торговой точки самостоятельно и торговой точки со штендером, так называемого внутреннего маркетинга, будут выглядеть следующим образом:

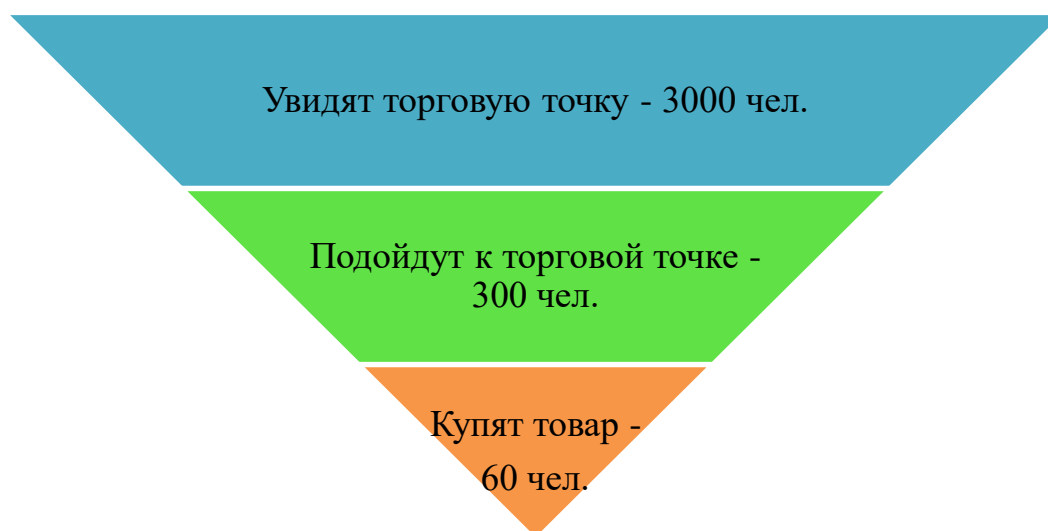


Рисунок 19 – Воронка продаж торговой точки самостоятельно

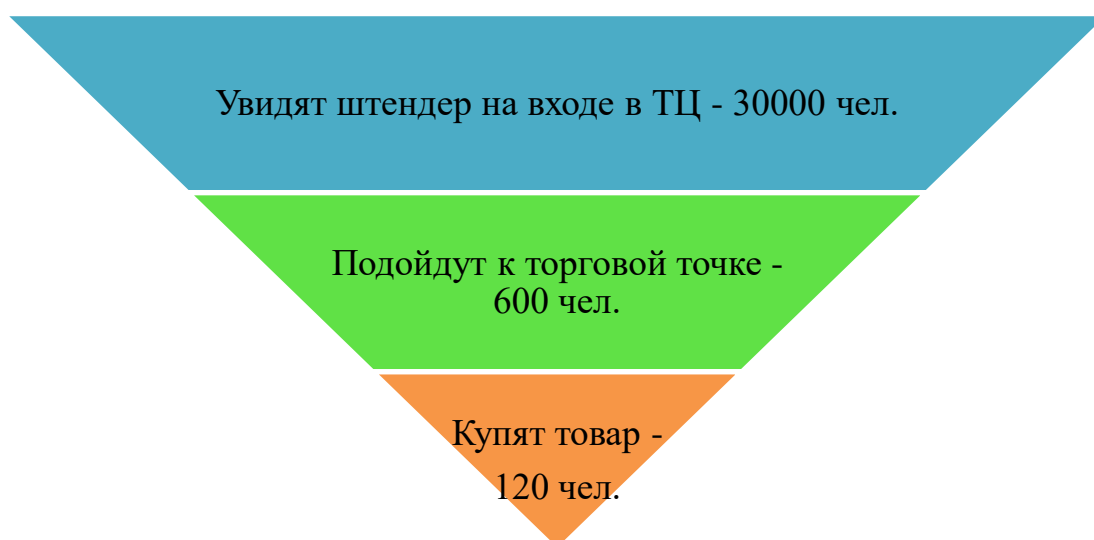


Рисунок 20 – Воронка продаж торговой точки со штендером

В сумме за счет торговой точки в ТЦ города будет совершаться 180 покупок.

Для привлечения студентов, повесим рекламные плакаты в информационных зонах общежитий двух самых крупных университетов Томска. ТПУ имеет 14 общежитий, в которых проживает более 6000 студентов. ТГУ имеет 6 общежитий с 5000 студентов. И предположительно, каждого третьего жильца хотя бы раз в месяц ожидает у входа или навещает друг. Тогда в месяц данные плакаты увидит порядка 15 тыс. человек.

Воронка продаж плакатов в информационной зоне общежитий (Indoor-реклама) будет выглядеть следующим образом:

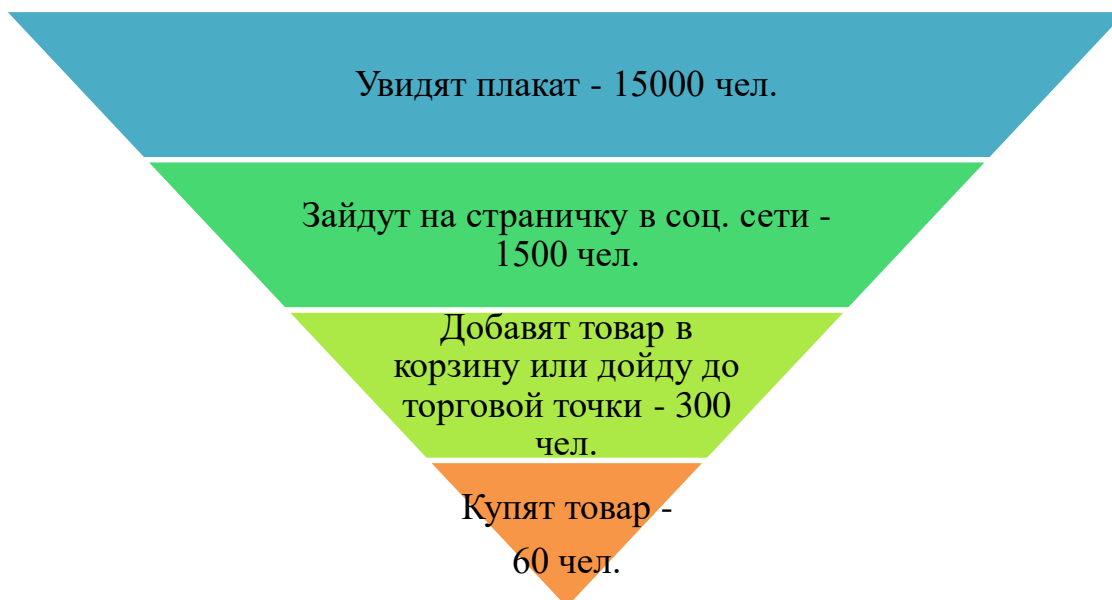


Рисунок 21 – Воронка продаж Indoor-рекламы

За счет Indoor-рекламы будет совершаться 60 покупок.

Для остальных сегментов целевой аудитории будем использовать рекламу в четырех популярных социальных сетях (Facebook, ВКонтакте, Instagram и Одноклассники), настроенную под каждую аудиторию с помощью сервиса Facebook – Ads Manager. За 100 руб./ день можно настроить показ рекламы потенциальному покупателю от 1000 до 1500 раз, для расчетов возьмем среднее значение – 1250 раз. Тогда в месяц в одной социальной сети 37500 потенциальных покупателей увидит рекламу разрабатываемого продукта.

Воронка продаж рекламы в социальных сетях (интернет-рекламы) будет выглядеть следующим образом:

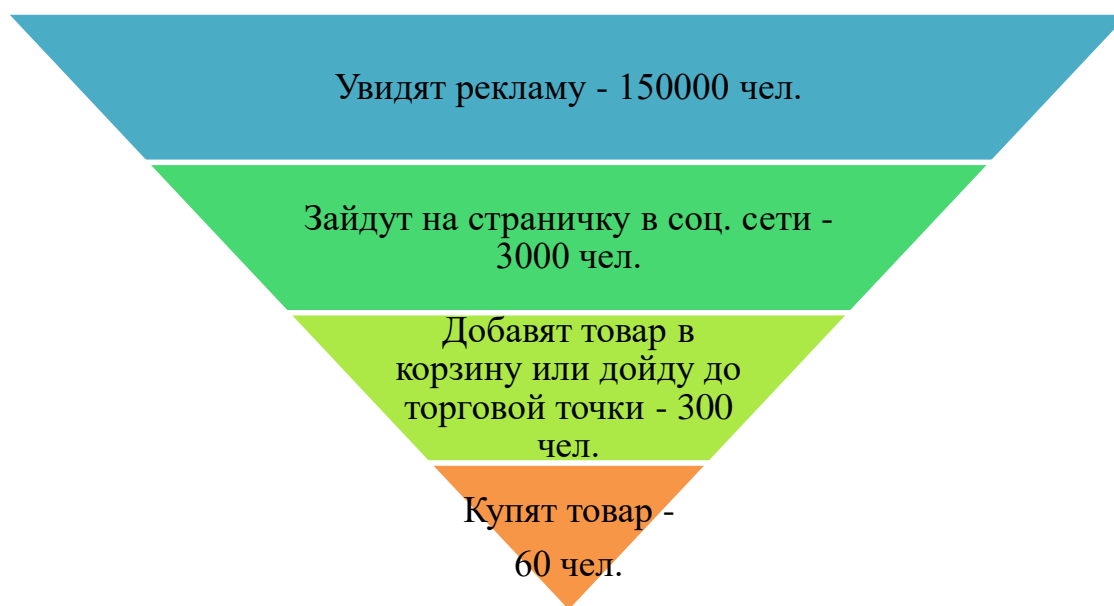


Рисунок 22 – Воронка продаж интернет-рекламы

За счет интернет-рекламы будет совершаться также 60 покупок.

Всего с помощью PULL-стратегии в месяц будет осуществляться 300 продаж товара. Чтобы увеличить число продаж, необходимо применить также стратегию «проталкивания» (PUSH-стратегию): обратиться с предложением продвижения разрабатываемого «фильтр-стакана» к компании «Ключевая вода». Данная компания занимается производством и поставкой чистой питьевой воды, а также продает сопутствующие товары компаний-партнеров (одно время предлагали мед). «Фильтр-стакан» не пересекается с их продукцией, поэтому есть шанс, что «Ключевая вода» согласится с предложением продвижения товара со своей наценкой. В настоящее время в базе компании имеются десятки тысяч заключенных договоров на оказание услуг. Данная формулировка, указанная на сайте компании [34], позволяет считать, что у компании минимум 20 тыс. потребителей. В таком случае воронка продаж через компанию «Ключевая вода» будет выглядеть следующим образом:

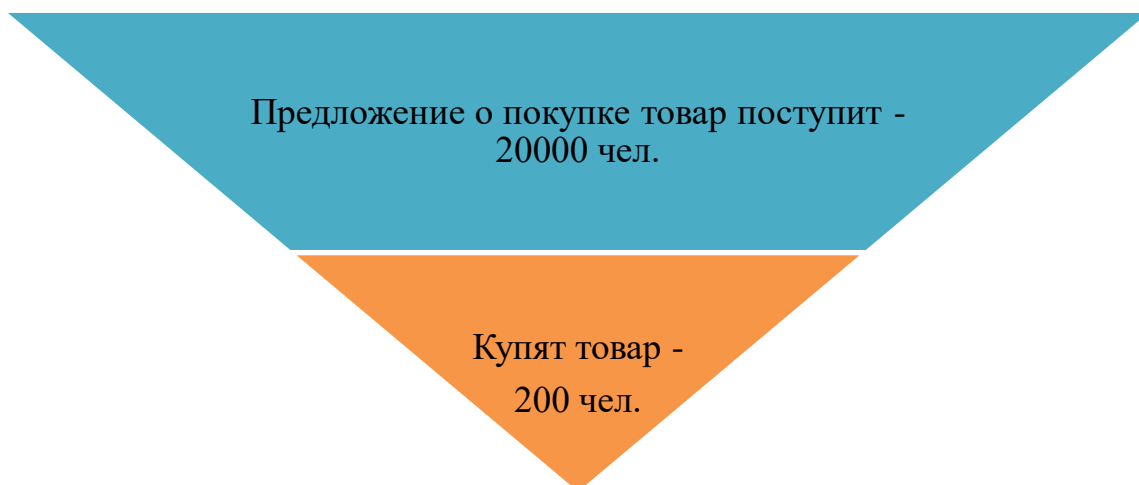


Рисунок 23 – Воронка продаж компании «Ключевая вода»

При конверсии 1% минимум 200 человек приобретут предлагаемый «фильтр-стакан». При комбинировании двух стратегий продаж удается достичь необходимых 500 сделок за месяц. В таком случае предположительный вариант распределения бюджета на рекламу будет следующим:

Таблица 12 – Бюджет рекламной компании «фильтр-стакана»

	Вид коммуникации	Канал коммуникации	Средства коммуникации	Охват, чел./мес.	Кол-во, шт./мес.	Цена, руб.	Итого, руб.
Офлайн-канал	Внутренний маркетинг	Внутри ТЦ «Почтальон»/ «Смайл Сити»	Торговая точка с продавцом	3000	1	45600	45600
			Штендер во входной зоне	30000	1	1300	1300
	Indoor	Общежития ТПУ и ТГУ	Плакат А3	15000	20	500	10000
	Прямой маркетинг	Компания «Ключевая вода»	Сайт и обзвон потребителей	20000	1	0	0
Онлайн-канал	Интернет-реклама	Facebook	Таргетинг	37500	1	3000	3000
		ВКонтакте	Таргетинг	37500	1	3000	3000
		Instagram	Таргетинг	37500	1	3000	3000
		Одноклассники	Таргетинг	37500	1	3000	3000
		Итого:					68900

Из таблицы 4 следует, что в месяц затраты на рекламу составят порядка 68900 руб. В этом случае, для реализации партии 2000 «фильтр-стаканов» за 4 месяца, необходимо потратить 275600 руб. на рекламу.

Валовая прибыль за реализацию 2000 единиц продукции составит:

$$2000 \cdot 750 - 792966 - 275600 = 431434 \text{ руб.}$$

Для расчета чистой прибыли необходимо учесть налоги. На начальном этапе, пока прибыль предприятия не превышает 150 млн. руб. в год, а число сотрудников меньше 100 чел., предприятие имеет право применять упрощенную систему налогообложения. Из-за довольно затратного производства, выгоднее объектом налогообложения выбрать «доходы минус расходы», при котором ставка составляет 15%. Однако т.к. данное производство относится к производству химических веществ и химических продуктов, то налоговая ставка по упрощенной системе налогообложения в Томской области будет составлять 7,5%.

Тогда *чистая прибыль* составит:

$$431434 \cdot (1 - 0,075) = 399076 \text{ руб.}$$

Рассмотрим также два случая пессимистический, когда не удалось продать всю партию за 4 месяца, и оптимистичный, когда продали быстрее:

- Пессимистический: продали за 6 месяцев

В этом случае возрастут затраты на аренду помещения, на зарплату работника по сбыту продукции, а также расходы на рекламу. Валовая прибыль составит:

$$2000 \cdot 750 - 882032 - 413400 = 204568 \text{ руб.}$$

А чистая прибыль будет равна:

$$204568 \cdot (1 - 0,075) = 189225 \text{ руб.}$$

В данной ситуации имеет смысл поднять цену на товар и найти пути сокращения затрат.

- Оптимистичный: продали за 2 месяца

В этом случае затраты на аренду помещения, на зарплату работника по сбыту продукции, а также расходы на рекламу снизятся. Валовая прибыль составит:

$$2000 \cdot 750 - 703900 - 137800 = 658300 \text{ руб.}$$

А чистая прибыль будет равна:

$$658300 \cdot (1 - 0,075) = 608928 \text{ руб.}$$

В данном случае можно будет переходить к следующему этапу реализации продукта: заключение более выгодных договоров аренды на длительный срок помещения, оборудования и увеличение объема производства. В случае финансового успеха на данном этапе дальнейшими действиями будут: покупка оборудования и расширение ассортимента компании.

ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объект исследования – сорбционный материал для очистки воды.

Цель исследования: создание сорбционного материала с бактериостатическими свойствами посредством иммобилизации на поверхности носителя наночастиц цинка.

Созданный сорбент подходит для применения на сооружениях или установках водоподготовки, с целью:

- очистки воды от микробиологических примесей, способных нанести вред здоровью человека;
- продлить эксплуатационный срок другим сорбционным материалам, применяемым в водоподготовке, предотвратив процесс биообрастания их поверхностей, вследствие размножения микроводорослей и бактерий.

Экспериментальная часть проводилась в лаборатории Томского политехнического университета (г. Томск, Томская область, Россия), которая является коллективным рабочим местом. Для подтверждения эффективности сорбционного материала было необходимо исследовать его бактериостатические свойства по подавлению размножения клеток культуры живых бактерий *Escherichia coli*. Вследствие этого при выполнении данной работы были использованы вещества, которые являются источниками опасных и вредных факторов для человека, такие как:

- штамм *E. coli* ATCC 25922 (Liofilchem, Италия);
- вредные вещества (перекись водорода, азотная и муравьиная кислоты, ртуть).

Также для исследования было применено различное оборудование: муфельная печь, сушильный шкаф, автоклав, ламинарный шкаф, термостат и др.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные (характерные для лаборатории) правовые нормы трудового законодательства

Документом, содержащим специальные правовые нормы трудового законодательства, является инструкция по охране труда для лаборанта аналитической лаборатории [35], утвержденная Минтрудом Российской Федерации 17 мая 2004 г. В инструкции содержатся требования охраны труда общие, перед началом работы, во время работы, в аварийных ситуациях и по окончании работы.

Основной чертой является работа с вредными веществами и меры препятствующие повышению их концентрации в воздухе рабочей зоны выше предельно допустимого уровня, указанного в ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ [36].

Так как работы велись в микробиологической лаборатории, то соблюдались меры биологической безопасности [37], с целью обезопасить себя от заболеваний, интоксикаций и т.п., вызванных микроорганизмами и продуктами их жизнедеятельности.

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

В лаборатории замногим оборудованием работают стоя. Согласно [38], выполнение трудовых операций за таким оборудованием должно обеспечиваться в пределах зоны легкой досягаемости. Т.к. в лаборатории работают и мужчины, и женщины, то высота рабочей поверхности, за которой необходимо работать стоя, должна составлять 1025 мм при выполнении легкой работы. А вся отображаемая информация должна находиться в зоне зрительного наблюдения на высоте 1365 мм.

В микробиологической лаборатории также много времени проводится, сидя за ламинарным шкафом для работы с микроорганизмами. В

данном случае должны выполняться требования ГОСТ 12.2.032-78 [39]. Конструкция рабочего места должна обеспечивать высоту рабочей поверхности на уровне 725 мм и высоту сидения 420 мм. Внутреннее пространство следует оборудовать в соответствии с ГОСТ 22269-76 [40]. Все элементы должны быть расположены в пределах моторной доступности и предотвращать перекрещивания рук в процессе работы. Расположение инструментов, применяемых в работе, должно способствовать оптимальному режиму труда и отдыха, снижению утомления оператора и предупреждению появления ошибочных действий.

5.2. Профессиональная социальная безопасность

5.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

Все вредные и опасные факторы, воздействующие на работника лаборатории, можно классифицировать следующим образом [41] на факторы, порождаемые: физическими, химическими и биологическими свойствами материалов.

Перечень вредных и опасных факторов, возникающий при данных исследованиях в лаборатории, представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Возможные вредные и опасные факторы, возникающие в лаборатории

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Получение сорбента	Исследование бактериостатических свойств сорбента	
Отклонение показателей микроклимата	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производствен. помещений

Чрезмерно высокая температура материальных объектов производственной среды	+	+	-
Повышенное значение напряжения в электрической цепи	+	+	-
Повышение уровня шума	+	+	ГОСТ 12.1.003 – 83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
Недостаток необходимого искусственного освещения	+	+	ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений
Работа с вредными веществами	-	+	ГН 2.2.5.3532–18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
Работа с условно патогенными микроорганизмами	-	+	-

Отклонение показателей микроклимата

Несоответствие оптимальным микроклиматическим условиям является вредным фактором. К микроклиматическим параметрам воздушной среды в лаборатории относятся температура и относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха относительно тела лаборанта и тепловое излучение окружающих поверхностей. Регламентируются они СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [42]. Микробиологическая лаборатория относится к категории Па, для которой предусмотрены следующие санитарные нормы:

Таблица 14 – Оптимальные показатели микроклимата в лаборатории [42]

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-21	18-22	60-40	0,2
Теплый	20-22	19-23	60-40	0,2

Несоответствие микроклиматических условий в лаборатории нормам не нанесет вреда здоровью лаборанта, но может привести к ощущению теплового дискомфорта, ухудшению самочувствия и, как следствие, понижению работоспособности.

Для поддержания оптимальных микроклиматических условий лаборатория оснащена системами отопления и вентиляции.

Чрезмерно высокая температура материальных объектов производственной среды

В лаборатории присутствует оборудование с горячими поверхностями и предметы, нагретые с помощью оборудования. При работе с горячими поверхностями необходимо исключить непосредственный контакт кожных покровов с ними, иначе возможно получить ожоги различной степени. В лаборатории для этого используются защитные перчатки из жароустойчивого материала и специальные захваты (например, щипцы тигельные для муфельной печи).

Повышенное значение напряжения в электрической цепи

В лаборатории высок риск поражения электрическим током, т.к. присутствуют химически активные и органические среды, способные разрушить изоляцию и токоведущие части электрооборудования. Это чревато коротким замыканием и возгоранием. Поэтому все химически активные вещества хранятся только в герметично закрывающейся посуде (при необходимости толстостенной).

Помимо того электробезопасность работников лаборатории должна обеспечиваться рядом мероприятий:

- соблюдением соответствующих расстояний до токоведущих частей;

- ограждением токоведущих частей;
- заземлением оборудования;
- применением предупреждающих надписей и плакатов;
- снятием напряжения с отдельных приборов по окончании рабочего дня необходимо, а также отключением всех щитков на лабораторных столах и общего рубильника за пределами лаборатории.

Повышение уровня шума

В микробиологической лаборатории находится оборудование, являющееся источником шума, к нему относятся: автоклав, ламинарный шкаф, дистиллятор и сушилка для посуды. Шум оказывает вредное воздействие на организм человека. Если кратковременный шум может только раздражить, то при длительном воздействии происходит снижение остроты слуха, повышение кровяного давления, снижение внимания и, следовательно, снижению работоспособности.

Предельное значение уровня шума установлено в ГОСТ 12.1.003 – 83 [43]. Для работников лаборатории, выполняющих умственную работу с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, рекомендуемый уровень шума – 60 дБ. Контроль осуществляется шумером [44] и проводится не реже двух раз в год.

Недостаток необходимого искусственного освещения

В микробиологической лаборатории присутствуют участки, на которых проводятся работы с высоким зрительным напряжением: описывание колоний бактерий, подсчет колоний и клеток, а также работа со световым микроскопом. При длительном выполнении данных работ в условиях недостаточной освещенности, снижается зрительное восприятие лаборанта, возникают головные боли, даже развивается близорукость.

Нормы освещенности в помещениях для точных измерений и лабораториях химической промышленности, согласно ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий [45], составляют 500 лк. При этом освещение должно быть комбинированным совмещенным. Это когда для

общего освещения применяют и естественное, и искусственное освещения света, и вместе с этим используют местное освещение. Коэффициент пульсации не должен превышать 10 %.

В лаборатории для общего освещения применяются люминесцентные лампы низкого давления с исправленной цветностью ЛДЦ и дневного света ЛД со светильниками рассеянного типа ОД.

Работа с вредными веществами

Контакт с вредными веществами относится к факторам, порождаемым химическими свойствами находящихся в рабочей зоне веществ. За время исследования выполнялись работы с применением этилового спирта, перекиси водорода, азотной и муравьиной кислот, ртути и ионов цинка. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны и их классы опасности [46] представлены в таблице 3.

Таблицы 15 – Перечень вредных и опасных веществ, применяемых в исследовании

Вещество	Величина ПДК, мг/м ³	Характеристика	Класс опасности	Особенности воздействия на организм
Этиловый спирт ГОСТ 17299-78 [47]	1000	Легковоспламеняющаяся бесцветная жидкость с характерным запахом	4	Пары при длительном воздействии раздражают оболочки глаз и носа, вызывают головные боли, сонливость и усталость
Перекись водорода ГОСТ Р 50632-93 [48]	0,3	Бесцветная прозрачная жидкость, легко разлагающаяся с выделением кислорода	3	Растворы вызывают ожоги кожи и глаз, пары раздражают слизистые оболочки
Азотная кислота ГОСТ 11125 [49]	2	Бесцветная или слегка желтоватая прозрачная жидкость	3	Пары раздражают дых. пути и могут вызвать разрушение зубов, конъюнктивит и поражение роговицы глаза

Муравьиная кислота ГОСТ 5848-73 [50]	1	Бесцветная прозрачная жидкость с резким запахом	2	Пары раздражают слизистую оболочку верхних дыхательных путей и глаз. Раствор вызывает также ожог кожи
Ртуть ГОСТ 4658-73 [51]	0,01	Серебристо-белая жидкость	1	Пары вызывают острые и хронические отравления, проникая в организм через органы дыхания, пищеварительный тракт, слизистые оболочки и кожу
Ионы цинка МУК 4.1.1268-03 [52]	0,5	Бесцветная жидкость	2	Нет данных

Лаборатория, снабжена приточно-вытяжной вентиляцией и вытяжным шкафом для защиты органов дыхания и слизистой оболочки глаз. Кроме того используются средства индивидуальной защиты: перчатки и халаты, для предотвращения попадания вредных веществ на кожу.

Работа с условно патогенными микроорганизмами

Работа с бактериями *E. coli* относится к факторам, порождаемым биологическими свойствами микроорганизмов, которые загрязняют материальные объекты производственной среды. При попадании пероральным способом *E. coli* в кишечник, ее избыточное количество нарушает процессы переваривания и всасывания, а также вызывает коликообразные боли, метеоризм и диарею.

Хоть исследования проводятся с непатогенным штаммом бактерий, но во время работы в микробиологической лаборатории необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

- надевать при входе и снимать при выходе из помещения спецодежду;
- работать с биологическими агентами только в перчатках;
- транспортировать биологический материал и использованную посуду в закрывающихся емкостях;
- дезинфицировать ламинарный шкаф до начала и после окончания работ 70%-ным этиловым спиртом;
- проводить влажную уборку с дезинфицирующим средством ламинарного шкафа, стен и пола помещений, в которых ведутся работы, не реже одного раза в 2 недели;
- обеззараживать воздух в рабочих помещениях ежедневно при помощи бактерицидных ламп в течение 30-40 минут.

5.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Для обеспечения в лаборатории оптимальной температуры воздуха в холодное время года (19-21 °С) необходимо повысить температуру в комнате на 2-3 °С, т.к. зачастую там некомфортно работать. Есть ряд методов утепления лабораторного помещения:

- Специалистам необходимо регулярно проверять радиаторы отопления. Дело в том, что старые чугунные радиаторы, да и стальные конвекторы со временем забиваются ржавчиной и грязью. От этого их теплоотдача существенно снижается.
- Специалистам следует проверять стены на наличие дефектов. При обнаружении щелей и зазоров, их необходимо устранить, например, с помощью монтажной пены.
- На стене за батареей можно разместить специальный материал, отражающий тепло. Радиатор своей задней поверхностью прежде всего греет стену. Установка экрана поможет отразить

направленное на стену тепло в комнату, заметно повысив эффективность работы радиаторов.

- Если ничто не помогает утеплить помещение, стоит задуматься о теплоизоляции стен, пола и потолка.

В качестве дополнительной меры по повышению надежности работы и обеспечению нормируемого значения сопротивления изоляции рекомендуются шины вторичных токоподводов в местах сжимов дополнительно изолировать изоляционным лаком или лентой, а между компенсаторами разных фаз (разной полярности) закреплять изоляционные прокладки, стойкие в тепловом и механическом отношении.

Из-за высоких потолков в лаборатории, только общего освещения не достаточно. Для проведения работ с высоким зрительным напряжением необходимо добавить местное освещение. Чтобы предотвратить развитие близорукости у работников лаборатории.

5.3 Экологическая безопасность

Рассмотрим воздействие работ, проводимых в лаборатории, на атмосферу, гидросферу и литосферу.

На **атмосферу** влияют вредные вещества, используемые в лаборатории. Они по вентиляционной системе попадают в атмосферу, загрязняя воздух и увеличивая заболевания, как органов дыхания, так и сердечно-сосудистой системы.

Нормированные значения концентраций вредных веществ в воздушном бассейне содержатся в следующих гигиенических нормативах:

- ГН 2.1.6.3492 – 17. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений [53];
- ГН 2.1.6.2309 – 07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [54].

Чтобы не допустить превышения установленных нормативов, необходимо следить за герметичностью сосудов, в которых хранятся вредные вещества, а все работы с вредными веществами проводить в вытяжном шкафу с системой фильтрации, при включенной тяге.

На **гидросферу** влияют водотоки, попадающие из лаборатории в канализационную сеть населенного пункта. Из-за удаления органических, неорганических и биологических отходов, данные водотоки могут иметь химические и биологические загрязнения, наносящие вред поверхностным и подземным водам.

Нормированные значения концентраций загрязняющих веществ в воздушном бассейне содержатся в следующих документах:

- ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
- ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений.

Перед сливом вредных веществ их необходимо очистить, обезвредить, с целью предотвращения негативного воздействия. Неорганические, органические и биологические отходы собираются отдельно, далее кислые и щелочные среды обезвреживаются, растворители регенерируются, а жидкий биоматериал обезвреживается дезинфицирующим раствором.

На **литосферу** влияют твердые отходы, в виде бытового мусора, и твердый биоматериал класса Б (опасные / рискованные) [55], образующиеся в микробиологической лаборатории. Их вредное воздействие не ограничивается только неприятным запахом, оно гораздо многосторонней и идет сразу в нескольких направлениях: загрязняются гидросфера и атмосфера, а также усугубляется санитарно-эпидемиологическая обстановка.

Чтобы сократить негативное воздействие выполняют последовательность действий:

1. Твердый биоматериал и контактирующие с ним предметы удаляют в мягкую упаковку (одноразовые пакеты, маркированные желтым

цветом с надписью «медицинские отходы», закрепленные в урнах).

2. После заполнения пакета примерно на 3/4 из него удаляют воздух, и сотрудник, ответственный за сбор отходов, осуществляет его герметизацию.
3. Транспортирование всех видов отходов класса Б вне пределов медицинского подразделения осуществляют только в одноразовой упаковке после ее герметизации.
4. Сбор и утилизацию отходов производят специальные службы.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Причиной чрезвычайной ситуации могут стать как несоблюдение работниками правил безопасности и нахождения в лаборатории, так и внешние антропогенные и неантропогенные влияния. Организационно-правовые нормы в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера содержатся в Федеральном законе от 21 декабря 1994 г. № 68 [56].

Ошибочные действия сотрудников микробиологической лаборатории могут привести к антропогенным чрезвычайным ситуациям. Самыми распространенными антропогенными ЧС являются пожар и взрыв.

Пожар может возникнуть в результате нерегламентированного хранения и транспортирования взрывчатых веществ, легковоспламеняющихся жидкостей, переохлажденных и нагретых жидкостей. В микробиологической лаборатории использование легковоспламеняющихся жидкостей происходит в малых количествах, поэтому возможный пожар может быть охарактеризован как локальный. Для его ликвидации необходимо воспользоваться огнетушителем, песком или асбестовым одеялом и сообщить руководителю.

Другим потенциальным антропогенным ЧС в микробиологической лаборатории является взрыв. Он может возникнуть в результате

разгерметизации систем повышенного давления – автоклава. Что приведет к появлению одного или нескольких поражающих факторов:

- Ударная волна (последствия: травматизм, разрушение оборудования и несущих конструкций и т.д.);
- Возгорание зданий, материалов и т.п. (последствия: термические ожоги, потеря прочности конструкций и т.д.);
- Химическое загрязнение окружающей среды (последствия - удушье, отравление, химические ожоги и т.д.).

Т.к. микроорганизмы, с которыми проводятся работы в лаборатории, являются непатогенными, то при проведении исследования отсутствует риск массового биологического заражения.

Неантропогенные ЧС обусловлены географическим расположением города Томска. Возможными опасными явлениями, приводящими к нарушению нормальной деятельности, гибели людей и разрушению материальных ценностей могут быть пожары, взрывы, разрушения зданий в результате разрядов атмосферного электричества, ураганов. Здание защищаются от прямых ударов молнии молнеприемниками, принимающими разряд на себя, заземлителями, служащими для отвода тока в землю и токопроводами, соединяющими молнеприемники и заземлители. В случае стихийного бедствия (урагана, землетрясения) необходимо отключить воду, электричество и покинуть помещение согласно плану эвакуации.

В связи с нестабильной международной обстановкой, массовыми террористическими актами, нужно предусмотреть возможности начала военных действий и связанных с ними нападений на объекты с использованием средств массового поражения. По сигналу «воздушная тревога» производится отключение воды и электроэнергии в лаборатории, затем организуется эвакуация работающих в лаборатории согласно плану эвакуации. При угрозе нападения по радиотрансляционной сети передают сигналы «Воздушная тревога», «Отбой воздушной тревоги», «Химическая тревога», «Радиационная опасность» и «Биологическая опасность».

Для исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучение и проверка знаний работников о требованиях безопасности труда.

Для предотвращения аварийных ситуаций в микробиологической лаборатории выполняются следующие требования:

- 1) Вход в биотехнологический блок посторонних лиц ограничен. Все сотрудники производят запись в журнале о начале и окончании своей работы.
- 2) При необходимости нахождения посторонних, они обязательно сопровождаются сотрудниками блока, их присутствие фиксируется записью в журнале;
- 3) Запрещено использовать материалы и средства личной гигиены, раздражающие кожу;
- 4) Запрещено пипетировать ртом и переливать жидкий материал через край сосуда;
- 5) Запрещено употреблять пищу и курить на территории лаборатории;
- 6) Запрещено сливать жидкие отходы в канализацию без предварительного обеззараживания;
- 7) Запрещено оставлять после окончания работы на рабочих местах нефиксированные мазки или посуду с микроорганизмами;
- 8) Недопустимо оставление рабочего места без надзора во время выполнения любого вида работ с микроорганизмами.

Вывод по разделу

В данном разделе рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности работы при выполнении исследования в микробиологической лаборатории. Выявлены вредные и опасные факторы физической, химической и биологической природы, а также разработаны мероприятия по снижению, ликвидации их действия на работников

лаборатории. Описано возможное влияние различных факторов на окружающую среду: атмосферу, гидросферу и литосферу, рассмотрены способы минимизации их воздействия. Также рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации как антропогенной, так и неантропогенной природы и профилактические мероприятия для их предотвращения и ликвидации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследовательской работы получены образцы сорбционного материала с различным содержанием цинка, %(масс.): 1; 3; 5; 6,25; 7,5; 15. Установлено, что увеличение количества активного компонента в образцах наноструктурного сорбента приводит к улучшению бактериостатических свойств материала до определенного момента. Сорбционный материал с 15 и более %(масс.) цинка обладает бактерицидными свойствами.

У образцов с наибольшей зоной подавления роста бактерий *Escherichia coli* исследованы бактериостатические свойства в статических и динамических условиях.

Оптимальными условиями модификации поверхности носителя выбраны иммобилизация тонкодисперсных частиц цинка в количестве 7,5% к массе розового песка и термическая обработка в течении 10 мин при 420 °С в муфельной печи. Установлено, что данный образец показывает хорошую степень извлечения культуры *Escherichia Coli* из модельного раствора с концентрацией 10^5 КОЕ/см³ при высокой скорости фильтрации.

Установлено, что в ходе эксплуатации возможно вымывание цинка в воду, однако его количество в 50 раз меньше значения его ПДК для питьевой воды.

Преимуществами полученного сорбционного материала с наночастицами цинка по сравнению с сорбентами, имеющимися на рынке, являются бактериостатические свойства, препятствующие разложению мертвых бактерий и загрязнению пропущенной воды, а также меньшая токсичность активного компонента и меньшая стоимость.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Очистка воды от микробиологических загрязнений и биопленок в оборотных системах различного назначения / С.П. Самсонова [и др.]. // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. № 6. С. 16-23.
2. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России / Р.Н. Белякова [и др.]. – М., 2006. 367 с.
3. Гульпенко К.В. Классификация водных ресурсов для целей учета и систематизации платежей / К.В. Гульпенко, Е.В. Цой // Проблемы современной экономики. 2012. № 2. С. 473-476.
4. Общие колиформные бактерии в воде. Аккредитованный испытательный лабораторный центр «Нортест» [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://nortest.pro/stati/voda/obshhie-koliformnye-bakterii-v-vode.html> (дата обращения: 03.05.2020).
5. Рахметова А.А. Изучение биологической активности наночастиц меди, различающихся по дисперсности и фазовому составу: Дис. канд. биол. наук. М.: РУДН. 2011.
6. Мартемьянов Д.В. Сорбционные материалы нового поколения для очистки водных сред от микробиологических загрязнений / Д.В. Мартемьянов, Е.И. Короткова, А.И. Галанов // Вестник Карагандинского университета. 2002. № 3. С. 61-65.
7. Хлорирование как основной метод обеззараживания воды / К.Р. Мифтахова [и др.]. // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. 2015. Т. 1. С. 233-242.
8. Алексеева Л.П. Озонирование в технологии очистки природных вод / Л.П. Алексеева, В.Л. Драгинский // Водоснабжение и санитарная техника. 2007. № 4. С. 25-33.
9. Костюченко С.В. Современное состояние и перспективы УФ-технологии // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. № 4. С. 2-7.

10. Френкель В.С. Мембранные технологии: прошлое, настоящее и будущее (на примере Северной Америки) // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 8. С. 48-54.
11. Рачковская Л.Н. Сорбционные материалы для практического здравоохранения / Л.Н. Рачковская, Т.В. Попова, А.А. Котлярова // Евразийский союз ученых. 2015. № 17. С. 65-67.
12. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /А. И. Нетрусов [и др.]. – М.: Издательский центр «Академия». 2005. С. 604.
13. Фильтрующий материал АПТ-4 посеребренный. Центр качества водных технологий [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://aquasorbent.ru/filters-138-filtruyushchiy-material-apt-4-poserebrennyu> (дата обращения: 06.05.2020).
14. Фильтр «АРГО» (насыпной). Интернет магазин [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://argo-pro.ru/products/filtr-argo/product-filtr-argo> (дата обращения: 06.05.2020).
15. Пат. 2531829 Российская Федерация, МПК⁸ В 01 D 39/16, D 01 F 11/04, С 08 J 5/20, В 01 J 20/26. Фильтрующий материал / Фридкин А.М., Гребенщиков Н.Р., Сафин В.М.; заявитель и патентообладатель «Акватория». - N2013114497/05; заявл.29.03.13; опубл. 27.10.14, бюл. № 10. С. 16.
16. Минерал сланец в процессах очистки воды / Е. С. Сыромотина [и др.]. // Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность: тезисы докл. Всерос. Конф. – Томск, 2015. 2 Т. С. 154-156.
17. Наночастицы меди антимикробные агенты / А.А. Рахметова [и др.]. // Окружающая среда и здоровье человека": материалы форума. – СанктПетербург, – 2008. С. 24.
18. ОФС.1.7.2.0008.15 Определение концентрации микробных клеток. - URL:<https://pharmacopoeia.ru/wp-content/uploads/2016/09/OFS.1.7.2.0008.15-Opredelenie-kontsentratsii-mikrobnyh-kletok.pdf> (дата обращения 07.05.2020).

19. Заичко А.В. Пособие по освоению метода инверсионной вольтамперометрии и работы на вольтамперометрическом анализаторе ТА-Lab/ А.В. Заичко, Е.Е. Елесова, Г.Н. Носкова // Томск. 2015. С. 99.
20. Глинка Н.Л. Общая химия: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.И. Ермакова. – изд. 28-е, переработанное – М.: Интеграл-Пресс. 2000. С. 728.
21. Рыкова Л.И. Основы микробиологического контроля консервного производства: Учеб. пособие для техникумов пищевой пром-сти / Л. И. Рыкова, М. И. Черняева. – М.: Пищевая пром-сть. 1967. С. 404.
22. Вода питьевая минеральная. Ярче [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://yarcheplus.ru/catalog/voda-pityevaya-i-mineralnaya-160> (дата обращения: 11.05.2020).
23. Семь графиков, объясняющих, почему пластик в океане – это плохо. BBC [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://www.bbc.com/russian/features-42307854> (дата обращения: 11.05.2020).
24. Рационализация жизни современного человека на примере анализа потребления воды жителями Москвы [Электронный ресурс] / А.А. Андреева [и др.]. // Экономическая социология. 2017. №2. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalizatsiya-zhizni-sovremennogo-cheloveka-na-primere-analiza-potrebleniya-vody-zhitelyami-moskvy> (дата обращения: 12.05.2020).
25. Гражданский кодекс Российской Федерации: Часть четвертая: Федеральный закон от 18.12.2006 №230-ФЗ // Собр. законодательства РФ. 2006.
26. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ. О техническом регулировании. – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (дата обращения: 12.05.2020).

27. Протокол радиологии. Востоктест – центр сертификации [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://vostoktest.ru/protokol-radiologii.html> (дата обращения: 13.05.2020).

28. Свидетельство о государственной регистрации (СГР). Роспромтест – сертификация продукции в России сертификации [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://www.rospromtest.ru/content.php?id=172> (дата обращения: 13.05.2020).

29. Рынок оборудования для фильтрования жидкостей в России. Текущая ситуация и прогноз 2020-2024 гг. АСГ [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://alto-group.ru/otchet/rossija/1687-rynok-oborudovaniya-dlya-filtrovaniya-zhidkostey-tekuschaya-situaciya-i-prognoz-2019-2023-gg.html> (дата обращения: 13.05.2020).

30. ООО "АКВАФОР": бухгалтерская отчетность и финансовый анализ. Бухгалтерский учет. Налоги. Аудит [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: https://www.audit-it.ru/buh_otchet/7813120106_ooo-akvafor (дата обращения: 13.05.2020).

31. Сыромотина Е.С., Мартемьянов Д.В., Плотников Е.В. Получение фильтровального материала для очистки воды от *Escherichia coli* и изучение его свойств // Химия и химическая технология в XXI веке: тезисы докл. Всерос. Конф. (Томск, 20 – 23 мая 2019 г.). – Томск, 2019. – с. 119-120.

32. Сыромотина Е.С., Мартемьянов Д.В., Мартемьянова И.В. Использование железосодержащих осадков станций обезжелезивания воды для получения водоочистных сорбционных материалов // Химия и химическая технология в XXI веке: тезисы докл. Всерос. Конф. (Томск, 21 – 24 мая 2018 г.). – Томск, 2018. – с. 144-145.

33. Сравнение ионообменных характеристик природных и синтетических цеолитов / Е.С. Сыромотина [и др.]. // Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность: тезисы докл. Всерос. Конф. – Томск, 2015. – 2 Т. – с. 287-290.

34. «Ключевая вода»: 15 лет движения вперед. Ключевая вода [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: https://www.vodakl.ru/presscenter/klyuchevaya_voda_15_let_dvizheniya_vpered/ (дата обращения: 18.05.2020).

35. "Инструкция по охране труда для лаборанта аналитической лаборатории" (УТВ. МИНТРУДОМ РФ 17.05.2004) – URL: <https://zakonbase.ru/content/part/623774> (дата обращения 05.05.2020).

36. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения 06.05.2020).

37. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200275> (дата обращения 06.05.2020).

38. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005187> (дата обращения 07.05.2020).

39. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 07.05.2020).

40. ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012834> (дата обращения 07.05.2020).

41. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 08.05.2020).

42. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения 08.05.2020).

43. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200291> (дата обращения 08.05.2020).
44. ГОСТ 17187-81 Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200022046> (дата обращения 08.05.2020).
45. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 08.05.2020).
46. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/557235236> (дата обращения 09.05.2020).
47. ГОСТ 17299-78 Спирт этиловый технический. Технические условия. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005433> (дата обращения 09.05.2020).
48. ГОСТ Р 50632-93 Водорода пероксид высококонцентрированный. Технические условия. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-50632-93> (дата обращения 09.05.2020).
49. ГОСТ 11125-84 Кислота азотная особой чистоты. Технические условия. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200017537> (дата обращения 09.05.2020).
50. ГОСТ 5848-73 Кислота муравьиная. Технические условия. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-5848-73> (дата обращения 09.05.2020).
51. ГОСТ 4658-73 Ртуть. Технические условия. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200009206> (дата обращения 09.05.2020).
52. МУК 4.1.1268-03 Методы контроля. Химические факторы. Измерение массовой концентрации цинка флуориметрическим методом в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населенных мест. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034296> (дата обращения 29.05.2020).

53. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004387> (дата обращения 31.05.2020).

54. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003200> (дата обращения 31.05.2019).

55. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200028877> (дата обращения 31.05.2020).

56. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (с изменениями на 23 июня 2016 года). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9009935> (дата обращения 31.05.2020).