

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ


| Тема работы |
|--|
| Условия разбавления сточных вод в бассейне реки Чузик (Томская область, Парабельский район) |

УДК 628.3.034.2:556.53(571.16)

Студент

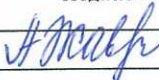
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|--|---------|
| 2ВМ72 | Кузьмина Наталья Андреевна |  | 7.06.19 |

Руководитель ВКР


| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|---|---------|
| Профессор отделения геологии | Савичев Олег Геннадьевич | Д.Г.Н., профессор |  | 7.06.19 |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:


По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|----------------|------------------------|---|------------|
| Ассистент ОСГН | Жаворонок А.В. | - |  | 31.05.2019 |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------|----------------|------------------------|---|------------|
| Доцент ООТД | Будницкая Ю.Ю. | К.Т.Н. |  | 30.05.2019 |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|------------------------|---|----------|
| Доцент ОГ | Пасечник Е.Ю. | К.Г.-М.Н. |  | 07.06.19 |

Запланированные результаты обучения по ООП

| Код | Результат обучения* |
|---------------------------------|--|
| Общие по направлению подготовки | |
| P1 | Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития |
| P2 | Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности |
| P3 | Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и инновационной деятельности. |
| P4 | Использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и образовательные технологии образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология» |
| P5 | Проводить учебные занятия по учебным предметам, курсам, дисциплинам образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология» |
| P6 | Использовать знания в области водного хозяйства и природообустройства (мелиорации, рекультивации, инженерной защиты территорий) для надлежащей эксплуатации сооружений и систем природообустройства и водопользования, охраны водных объектов |
| P7 | Разрабатывать документацию по эксплуатации мелиоративных систем, рекультивации нарушенных земель и водных объектов |
| P8 | Проводить эксплуатацию и мониторинг сооружений и систем природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|---|
| Магистерской диссертации (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) |
|---|

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------------------------|
| 2ВМ72 | Кузьминой Наталье Андреевне |

Тема работы:

| | |
|---|----------------------|
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 13.05.2019, № 3634/С |
|---|----------------------|

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 05.06.2019 |
|--|------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|---|
| <p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p>Специальная литература, периодическая литература, нормативная литература, электронные источники. Общие и фондовые материалы Росгидромета и других организаций, о водном стоке и химическом составе речных и сточных вод в водосборе реки Чузик (Томская область).</p> |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Характеристика природных и антропогенных факторов формирования химического состава вод реки Чузик. 2. Оценка гидрологических условий разбавления сточных вод в бассейне реки Чузик. 3. Оценка эколого-геохимического состояния реки Чузик. |
| <p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p style="text-align: center;">-</p> |

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы*(с указанием разделов)*

| Раздел | Консультант |
|---|----------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Жаворонок А.В. |
| Социальная ответственность | Будницкая Ю.Ю. |
| Английский язык | Гугарева Н.Ю. |
| | |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | |
| Various techniques in wastewater treatment | |
| | |
| | |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 14.12.2017 |
|---|------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|---------|------------|
| Профессор отделения геологии | Савичев Олег Геннадьевич | д.г.н., профессор | | 14.12.2017 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------------|
| 2ВМ72 | Кузьмина Наталья Андреевна | | 14.12.2017 |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки Природообустройство и водопользование
 Уровень образования высшее профессиональное образование
 Отделение геологии
 Период выполнения осенний/весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 05.06.2019 |
|--|------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|--|------------------------------------|
| 14.05.2018 | Изученность исследуемой темы | 10 |
| 15.10.2018 | Природные условия исследуемой территории | 15 |
| 15.03.2019 | Хозяйственная деятельность | 20 |
| 30.04.2019 | Гидрологические условия разбавления сточных вод в водосборе реки Чузик | 25 |
| 20.05.2019 | Часть на иностранном языке | 10 |
| 30.05.2019 | Социальная ответственность | 10 |
| 31.05.2019 | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 10 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------|--------------|------------------------|---------|------------|
| Профессор ОГ | Савичев О.Г. | д.г.н., профессор | | 14.12.2017 |

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОГ | Пасечник Е.Ю. | к.г.-м.н. | | 14.12.2017 |

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 106 страниц, 13 рисунков, 63 источника литературы, 47 таблиц.

Ключевые слова: антропогенные воздействия, водные объекты, сточные воды, река Чузик.

Объектом исследования является: река Чузик (Томская область, Парабельский район).

Цель работы: Определение гидрологических характеристик необходимых для расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ в реку Чузик.

Задачи работы: определение основных гидрологических характеристик реки Чузик при наличии, недостаточности и отсутствии данных наблюдений; анализ многолетних изменений гидрологических характеристик; оценка современного эколого-геохимического состояния и выявление закономерностей его изменения.

В процессе выполнения работы были проанализированы водный режим, химический состав и качество вод реки Чузик, химический состав сточных вод ЖКХ сел Пудино и Осипово Томской области. Были проанализированы условия разбавления сточных вод, определены гидрологические характеристики реки, выполнен расчёт допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих в реку Чузик, произведен расчет гидрологических характеристик, дана оценка эколого-геохимическому состоянию.

Магистерская работа выполнена с использованием текстового редактора Microsoft Word и табличного процессора Microsoft Word Excel, при работе использовались возможности PowerPoint.

Обозначения и сокращения

АПАВ – анионное поверхностно-активное вещество;

БКНС – блочная кустовая насосная станция;

БПК – биологическое потребление кислорода;

ГОСТ – государственный стандарт;

ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;

ЗВ – загрязняющие вещества;

КНС – канализационная насосная станция;

КОС – канализационная очистная станция;

НДС – нормативы допустимых сбросов;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

СанПиН – санитарные правила и нормы;

СНиП – строительные нормы и правила;

СП – свод правил;

УКИЗВ - удельный комбинаторный индекс загрязненности воды;

ХПК – химическое потребление кислорода.

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1 Изученность исследуемой темы | 5 |
| 2 Природные условия исследуемой территории | 6 |
| 2.1 Климат | 6 |
| 2.2 Почвенно-растительный покров | 7 |
| 2.3 Гидрологические условия | 8 |
| 2.4 Геологические условия | 8 |
| 2.6 Гидрогеологические условия | 9 |
| 3 Хозяйственная деятельность | 11 |
| 3.1 Водоснабжение и водоотведение в реку Чузик | 11 |
| 4 Гидрологические условия разбавления сточных вод в водосборе реки Чузик | 15 |
| 4.1 Исходные данные и методика исследования | 15 |
| 4.2 Норма стока | 25 |
| 4.3 Максимальный расход воды | 26 |
| 4.4 Минимальный среднемесячный расход воды | 27 |
| 4.5 Среднегодовое распределение | 31 |
| 4.6 Гидрологические характеристики, используемые при определении НДС | 36 |
| 4.7 Оценка современного эколого-геохимического состояния и выявление закономерностей его изменения | 40 |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 48 |
| 1.1 Предпроектный анализ | 48 |
| 1.2 Инициация проекта | 52 |
| 1.3 Планирование управления научно-техническим проектом | 53 |
| 1.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | 63 |
| Социальная ответственность | 73 |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 76 |
| 2. Производственная безопасность | 79 |
| 2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению в камеральных условиях | 79 |
| 3 Экологическая безопасность | 86 |
| 4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 86 |
| Заключение | 88 |
| Список литературы: | 90 |
| Приложение А | 95 |

Введение

При сбросе сточных вод в подземные водоносные горизонты и поверхностные водные объекты осуществляется отрицательное влияние на окружающую среду. Использование водных ресурсов иррациональным образом, некорректная очистка сточных вод и недостаточная охрана водных ресурсов ухудшает водохозяйственную обстановку.

Нормативы допустимого воздействия деятельности на водные объекты являются решением проблемы антропогенного воздействия на водную среду. Нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ являются важной составляющей нормативов допустимого воздействия. Одной из задач нормативов допустимых сбросов является оценка допустимой концентрации веществ в сточных водах.

Недостаток информации и расхождение в расчетах допустимой концентрации веществ в сточных водах являются актуальными причинами для совершения комплексного анализа и усовершенствования данных. С практической точки зрения, проведение анализа условий разбавления сточных вод может поспособствовать усовершенствованию решений задач, связанных с рациональным использованием и охраной водных ресурсов.

Целью ВКР является определение гидрологических характеристик необходимых для расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ в реку Чузик.

Задачи ВКР: определение основных гидрологических характеристик реки Чузик при наличии, недостаточности и отсутствии данных наблюдений; анализ многолетних изменений гидрологических характеристик; оценка современного эколого-геохимического состояния и выявление закономерностей его изменения.

1 Изученность исследуемой темы

Сеть станций и водомерных постов на территории Западной Сибири, стала развиваться быстрее, после Октябрьской революции и особенно быстро после 1930 г. С этого же времени началось систематическое изучение стока рек. До этого времени существовали только уровенные посты - на больших реках Западной Сибири. Большая часть их была открыта в 1893— 1894 гг., главным образом для обслуживания водного транспорта. На средних и малых реках водомерных постов почти не было. Систематических измерений расходов воды на реках практически не производилось [51].

Развитие нефтегазодобывающего комплекса, оказало большое влияние на воды Западной Сибири, что обосновало актуальность изучения антропогенного воздействия на данной территории. Также особенность исследуемой территории заключается в высокой заболоченности. На сегодняшний день существует необходимость в актуальных сведениях о состоянии окружающей среды на территории Западной Сибири [25].

Река Чузик является левым притоком реки Парабель и берет начало в Васюганских болотах. В долине реки находится город Кедровый, являющимся центром Пудинского нефтегазодобывающего района и оказывающим большое негативное влияние на реку.

В процессе работы были изучены данные многолетних гидрометрических и гидрохимических наблюдений на исследуемой территории, проводимые Росгидрометом, ТПУ, СО РАН, ОАО «Томскгеомониторинг». Многочисленные данные из учебных методических пособий, книг и статей; ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод; данные ресурсов поверхностных вод средней Оби; данные экологического мониторинга Томской области; данные аналитических обзоров экологического сопровождения нефтегазовых месторождений и т.д.

2 Природные условия исследуемой территории

В административном отношении исследуемая территория расположена в Томской области, Парабельском районе.

Река Чузик – левый приток реки Парабель. Река берёт начало в Васюганских болотах; течёт на северо-восток, сливаясь с Кёнгой, образует реку Парабель которая, является левым притоком реки Обь. Длина реки Чузик составляет 382 км. Населенные пункты поблизости с рекой: г. Кедровый; с. Осипово; с. Пудино [56].



Рисунок 1 – Расположение в пределах бассейна реки Обь М:1: 200000 реки Чузик М:1: 20000

Главным источником экологической опасности, является нефтяные и газоконденсатные месторождения вблизи исследуемой территории. Согласно данным экологического мониторинга: 15286,53 тонн отходов было образовано в Парабельском районе за 2014 год. А по данным за 2017 год в реку Чузик было сброшено около 8,8 миллионов м³[20].

2.1 Климат

Сменяемость контрастных воздушных масс и сбивчивость в распределении давления наблюдаются из-за наличия меридиональной формы циркуляции над рассматриваемой территорией. Отмечается преобладание

континентальных воздушных масс, проходящих над рассматриваемой областью. Соответственно летом присутствует повышение температуры воздуха, а зимой – понижение [30].

Таблица 1 – Годовая и среднемесячная температура воздуха, °С [42].

| Станция | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
|---------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
| Томск | -17,8 | -15,7 | -7,7 | 1,2 | 9,7 | 15,9 | 18,7 | 15,3 | 9,0 | 1,3 | -8,5 | 15,4 | 0,6 |

На территории наблюдается сильная зима с высокой продолжительностью, мощными ветрами и устойчивым снежным покровом. Лето довольно жаркое. Сезоны переходного периода довольно короткие, происходят интенсивные изменения температуры. Начало лета и весна весьма засушливы. [30].

По количеству осадков район исследования относится к зоне достаточного увлажнения. Количество осадков за год составляет 548 мм. Осадки распределяются крайне неравномерно, что связано с разнообразием рельефа [30].

Таблица 2 – Среднее месячное количество осадков, мм [42].

| Станция | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
|---------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| Томск | 34 | 22 | 22 | 30 | 45 | 62 | 68 | 73 | 46 | 53 | 52 | 41 | 548 |

2.2 Почвенно-растительный покров

Исследуемая территория представляет собой основную часть Западно-Сибирской низменности и северную оконечность Саяно-Алтайской горной страны. Основные ландшафты в пределах территории представлены степной и лесостепной зонами. По характеру рельефа, большая часть территории является пониженной, слабо дренированной равниной. Территория является слабоприподнятой, обширной равниной, которая подверглась заторфовыванию и заболачиванию. Также во второй половине четвертичного периода наблюдается частичное эрозионное расчленение [30].

Грунты представляют собой толщи песчано-глинистых рыхлых пород. Мощность составляет примерно 50 м вдоль долин рек. В нижних горизонтах

четвертичных отложений залегают пески с галькой из обломков твердых кристаллических пород - гранит, гнейса. Под толщами четвертичных отложений залегают неогеновые отложения [30].

Почвенный покров характеризуется сфагновыми и сфагнуво-гипновыми болотами. Также с развитыми на супесчаных и песчаных отложениях торфяно-подзолистыми глеевыми почвами. Распространена Обь-Иртышская растительность, представленная лиственнично-сосновыми среднетаежными лесами [30].

2.3 Гидрологические условия

На территории Парабельского района густота речной сети равна 0,30 км/км². Реки извилисты, имеют малые уклоны. Наиболее крупными реками, дренирующими территорию района, являются: Обь, Парабель и Пайдугина.

На территории расположено крупное озеро – Мирное, находящееся в бассейне реки Чузик, площадью 18 км², длиной 6 км, шириной - 3,5 км. Озеро мелкое, преобладают глубины 2 - 4 м. Берега водоема низкие, сложены песком и торфом. Озеро Мирное образовалось более 5400 лет. Кроме того, много озер в поймах рек, встречаются они и на болотах [54].

Река Чузик является левым притоком реки Парабель. Течение реки крайне извилисто, не обладает особой глубиной и шириной. Притоки реки Чузик: Малый Чузик; Корга Кулга; Росомаха; Таволга; Казанка и тд.

Чузик является рекой с весенне-летним половодьем, которое в свою очередь, является основной фазой. В период половодья происходит около 75% годового стока, с максимальными расходами и большими уровнями воды. Характерны паводки в теплое время года [30].

2.4 Геологические условия

Территория исследования находится на стыке тектонических структур Западно-Сибирской плиты и Томь-Колыванской геосинклинальной зоны.

Колывань-Томская складчатая зона является частью Алтае-Саянской складчатой области и тянется от г. Камень-на-Оби на 450 км с юго-запада на

северо-восток до р. Чулым. На севере, юго-западе и западе она находится под рыхлыми отложениями Западно-Сибирской плиты [3,4].

На рисунке 2 территория представлена плиоценом, миоценом и олигоценом.



Рисунок 2 – Фрагмент геологической карты М 1:135000 [2]

2.6 Гидрогеологические условия

Рассматриваемая территория относится к Западно-Сибирскому бассейну. Особенность формирования подземных вод характеризуется геологическими и геоморфологическими условиями [30].

С выходом долины реки Обь на равнину Западной Сибири, дренаж подземных вод становится замедленным [30].

Особенность формирования подземного питания, определяется развитием в бассейнах выпуклых олиготрофных (верховых) болот. Из-за большой заболоченности идет ослабление подземного притока. Причиной этому является активный сброс дождевых и талых вод склонов стоком по горизонту. Горизонт подстилается слоем торфяной залежи, имеет высокое испарение с поверхности болот, низкий коэффициент фильтрации и низкую глубину вреза речных долин [30].

Исследуемая территория является сложной гидрогеологической структурой. Она совмещает обводненность с заметной неравномерностью. Содержит проницаемые комплексы и горизонты. Обладает водоупорными свойствами [1].

На территории присутствуют локальные, региональные и субрегиональные горизонты, которые являются слабоизученными из-за низкого качества вскрытия [1].

3 Хозяйственная деятельность

Парабельский район находится на севере Томской области с площадью 35845.69 км². Самые крупные реки района: Обь и Парабель. С 1967 года начали образовываться крупные нефтяные и газоконденсатные месторождения [55]:

- Арчинское;
- Герасимовское;
- Казанское;
- Лугинецкое;
- Урманское и др.

Большее количество месторождений расположено в районе города Кедровый, который находится в долине реки Чузик (левый приток Парабелы).



Рисунок 3 - Фрагмент карты районирования нефтегазоносности М 1:135000 [24]

3.1 Водоснабжение и водоотведение в реку Чузик

В отчетах по экологическому мониторингу [20] представлена информация в основном по Томской области. С помощью процентного соотношения площади территории у реки Чузик к площади Парабельского района или Томской области, и с учетом расположения большого количества месторождений, можно приблизительно оценить положение водоотведения и водоснабжения. Обеспеченность населения доброкачественной питьевой водой

в Парабельском районе на 2017 год составила 98,6%. Также на 2017 год в поверхностные водные объекты было сброшено 277,99 миллионов м³ сточных вод. Можно предположить, что в реку Чузик сбрасывается приблизительно 8,8 миллионов м³ сточных вод. Объем с каждым годом увеличивается по всей Томской области, и в Парабельском районе в частности. Также можно отметить ухудшение качества поверхностных вод.

На данное время требования к предельно допустимому сбросу усложнились. Очистные сооружения обязаны обеспечить очистку сточных вод по нормам ПДК рыбохозяйственных водоёмов.

Общая характеристика источников сброса сточных вод в реку Чузик:

На исследуемой территории расположено большое количество нефтяных и газоконденсатных месторождений: Казанское; Останинское; Северо-останинское; Герасимовское; Лугинецкое; Мыльджийское; Урманское; Арчинское; Рыбальное; Мирное и т.д.

Освоение Останинского и Герасимовского месторождений началось в восьмидесятые года. Базовый город образовался на Герасимовском участке. В общем, на промысле, включающем Герасимовское, Домбаевское и Западно-Останинское, месторождения, есть 14 действующие скважины.

При заборе нефтесодержащей жидкости из пластов, и для поддержания давления в пластах, для предотвращения деформирования, закачивается вода.

В 2013 году на Герасимовском была проведена реконструкция БКНС которая поддерживает пластовое давление. Вместо выкачанных 1,5 тысячи м³ нефти нужно закачать 2-2,5 тысячи м³ воды [6, 52].

Казанское месторождение было открыто в 1967 году. Запасы нефти на нефтегазоконденсатном месторождении составляют порядка 32 миллионов тонн, газа – 25 миллиардов кубометров, а конденсата – около 2 миллионов тонн.

В настоящий момент на нефтегазоконденсатном месторождении достаточно слабо развита инфраструктура [52].

Согласно годовому отчету ОАО «Востокгазпром» за 2014 год, водопотребление ОАО «Томскгазпром» составило 0,09 миллионов м³, а водоотведение составило 0,05 миллионов м³ [6]. В основном используется собственная добыча воды, и водоотведение на собственные КОС.

В связи с большой концентрацией месторождений в городе Кедровый, целесообразно подробнее оценить особенности города и положение водоотведения.

Кедровый находится в долине реки Чузик, рядом с селом Пудино, в 480 км к западу от Томска. Является центром Пудинского нефтегазодобывающего района, при этом оставаясь одним из самых малонаселенных городов в России. Перспективы развития города связаны с разработкой месторождений, лицензии на которые принадлежат компаниям ОАО «Востокгазпром» и ОАО «Роснефть» [47].

Система водоснабжения города осуществляется при сопоставлении различных вариантов при учете особых характеристик территорий, необходимых расходов воды, источников водоснабжения, гарантии подачи воды и ее качеству. Для обеспечения СанЭпидем надежности водопроводов создаются зоны санитарной охраны в месте расположения водозаборных сооружений. Водопроводные сети представляют собой важнейший элемент системы водоснабжения города. От них необходима бесперебойная подача воды в течение суток в необходимом количестве и соответствующего качества. Магистральные линии водопровода предназначены для подачи воды транзитом к удаленным объектам и направлены к движению основных потоков воды. Подача воды потребителям бесперебойна и надежна, имеет целесообразную конфигурацию, доставляет воду к объектам кратчайшим путем. Форма сети в плане имеет большое значение. Учитывается рельеф местности, план населенного пункта, размещения потребителей воды и др. [47].

Особенностью системы водоснабжения является выполнение функций по добыче воды и распределении потребителям при удаленности друг от друга отдельных устройств и сооружений. Система водоснабжения является рядом взаимосвязанных сооружений, работающих в особом режиме с различными процессами в разных сроках [47].

Таблица 3 – Технические характеристики скважин водозабора в городе Кедровый [47].

| Наименование Водозабора | Состав Водозабора | Проектная производительность тыс. м ³ /год | Фактическая производительность тыс. м ³ /год | Год строительства | Марка насоса |
|-------------------------|--|---|---|-------------------|--------------|
| Водозабор 1 | Скважина №5, местоположение: г. Кедровый, северо-западная окраина, водозабор | 219 | 219 | 1991 | ЭЦВ 25/110 |
| | Скважина №6 Местоположение: г. Кедровый, северо-западная окраина, водозабор | 219 | 219 | 1991 | ЭЦВ 25/110 |
| | Скважина №7 Местоположение: г. Кедровый, северо-западная окраина, водозабор | 219 | 219 | 1991 | ЭЦВ 25/110 |
| | Скважина №8 Местоположение: г. Кедровый, северо-западная окраина, водозабор | 219 | 219 | 1991 | ЭЦВ 25/110 |

Сточные воды по уличной канализационной сети поступают в коллектор, по коллектору поступают на КНС № 1. От насосной станции стоки по напорному трубопроводу направляются на общегородские сооружения биологической очистки сточных вод. Характеристики очистных сооружений и насосной станции представлены в таблицах 13 и 14 [47].

Таблица 4 – характеристики насосной станции [47].

| № | Наименование объекта | Марка насоса | Кол-во, шт. | Производительность, м ³ /ч | Напор, м |
|---|----------------------|----------------|-------------|---------------------------------------|----------|
| 1 | КНС №1 | СМ100-65-200/4 | 1 | 50 | 12,5 |
| | | СМ150-315/4 | 1 | 150 | 32,0 |
| | | СМ100-65-250/4 | 1 | 50 | 20 |

4 Гидрологические условия разбавления сточных вод в водосборе реки Чузик

Смысл инженерных изысканий заключается в анализе предельного состояния, до которого должны функционировать объекты. Так как гидрологические величины случайны, для их описания используются методы вероятностей и математической статистики. У рек, на которые оказывается интенсивная хозяйственная деятельность, изменен гидрологический режим. При проведении гидрологических расчётов используются различные методы и расчётные схемы [33].

Для корректного использования информации выполняется анализ на случайность и однородность. Одним из факторов статистического анализа является определение эмпирической и теоретической кривых распределения.

При достижении поставленных задач работы, использовались методы: расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах (Расчет основного разбавления по методу - В.А. Фролова - И.Д. Родзиллера, расчет общего разбавления, расчет НДС); статистический анализ данных гидрологических наблюдений, проверка гидрологической информации на однородность ряда среднегодовых расходов воды с использованием критериев Фишера и Стьюдента, проверка гидрологической информации на случайность ряда среднегодовых расходов воды по критерию Питмена; проверка на соответствие значений эмпирической и теоретической обеспеченности по критерию Колмогорова – Смирнова.

4.1 Исходные данные и методика исследования

Исходные данные:

- 1) Водные ресурсы Томской области: монография / О.Г. Савичев [31] – средние арифметические сезонные концентрации в водах реки Чузик.
- 2) Инженерно-гидрометеорологические изыскания и гидрологические расчёты: Материалы лекционных и практических (практических и лабораторных работ) занятий: сост. О.Г. Савичев [23] – среднемесячные

расходы воды рек Западной Сибири и Алтая; информация о постах наблюдения Росгидромета на реке Чузик.

3) Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик [26] – характеристики для определения нормы стока и расчёта максимального расхода воды.

4) Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. Средняя Обь. Монография [30] – минерализация, жесткость и химический состав вод в разные периоды.

Также данные для расчётов брались из источников [32, 33, 44].

Методика исследования:

Норма стока

Для вычисления нормы стока (слоя стока), методом интерполяции был найден модуль стока для реки Чузик.

$$M = \frac{Q_{\text{ср}} * 10^3}{F}, \text{ (л/с*км}^2\text{)} \quad (1)$$

где F – площадь водосбора, км²;

$Q_{\text{ср}}$ - максимальный дождевой (талый) сток.

Далее был вычислен объем стока по формуле:

$$W = Q_{\text{ср}} * T, \text{ (м}^3\text{)} \quad (2)$$

где T – количество секунд в интервале времени.

После чего был вычислен слой стока по формуле:

$$h = \frac{M * T}{10^6}, \text{ (мм)} \quad (3)$$

Максимальный расход воды

Максимальный расход воды половодья ($\text{м}^3/\text{с}$), рассчитывается по формуле:

$$Q_{\max,p} = \frac{K_0 * Y_{\max,p} * \mu_f * \delta_f \delta_{f1} * \delta_{f2} F_b}{F_b + F_{b1}^{rc}}, (\text{м}^3/\text{с}) \quad (4)$$

где K_0 – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья;

$Y_{\max,p}$ – расчетный слой суммарного весеннего стока (без срезки грунтового питания) ежегодной вероятности превышения P^* , мм;

μ_f – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды;

$\delta_f, \delta_{f1}, \delta_{f2}$ – коэффициенты, учитывающие влияние водохранилищ, прудов и проточных озер, залесенности и заболоченности речных водосборов на максимальные расходы воды;

F_b – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км^2 ;

F_{b1} – дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редукации модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, км^2 ;

rc – показатель степени редукации.

Параметр K_0 определяется по формуле:

$$K_0 = Q_{\max,p} * (F_b + F_{b1})^{rc} / (Y_{\max,p} * F_b * \delta_{f1} * \delta_{f11} * \delta_{f12} * \mu_{f1}), \quad (5)$$

Коэффициент df определяется по формуле:

$$df = 1 / (1 + Cf, L * f^k), \quad (6)$$

где Cf, L – эмпирический коэффициент;

f^k - средняя взвешенная озерность, которая определяется по формуле:

$$f^k = (fk - 2) / 2,8, \quad (7)$$

где fk - относительная озерность, %.

Коэффициент $df11$ для равнинных рек рассчитывается по формуле:

$$\delta_{f1} = \frac{\alpha_f}{(f_f + 1)^{rc'}}, \quad (8)$$

где rc' – коэффициент редукации;

α'_f – эмпирический коэффициент;

f_f – лесистость.

Слой стока весеннего половодья с вероятностью превышения P рассчитывается по формуле:

$$Y_{\max,p} = k * y_0, \quad (9)$$

где y_0 – средний слой стока;

k – модульный коэффициент слоя стока.

Коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер d_{fl} определяется по формуле:

$$d_{fl} = 1 / (1 + C_{fl,L} * f'_{lk}), \quad (10)$$

где $C_{fl,L}$ – эмпирический коэффициент;

f'_{lk} – средняя взвешенная озерность.

Коэффициент, учитывающий влияние залесенности d_{fl1} , рассчитывается по формуле:

$$\delta_{fl1} = \frac{\alpha'_{fl}}{(f_{fr} + 1)^{rc'}}, \quad (11)$$

где rc' – коэффициент редукции;

α'_{fl} – эмпирический коэффициент;

f_{fr} – лесистость.

Коэффициенты, учитывающий влияние заболоченности речных водосборов (δ_{fl2}) определяют по формуле:

$$\delta_{fl2} = 1 - \beta_{fl} * \lg(0,1 * f_{sw} + 1), \quad (12)$$

где β_{fl} – эмпирический коэффициент;

f_{sw} – относительная площадь болот, заболоченных лесов и лугов в бассейне реки.

Минимальный среднемесячный расход воды

Для определения минимального среднемесячного расхода воды производится ранжирование по убыванию ряда среднегодовых расходов воды.

Далее выбирается год с эмпирической обеспеченностью 95%.

Для расчета эмпирической обеспеченности использовалась формула:

$$P = \frac{m}{N+1} * 100\%, \quad (13)$$

где m – порядковый номер элемента в ранжированном ряду;

N – длина ряда.

После определения года, когда наблюдается среднегодовой расход близкой обеспеченности, по данным определяется минимальный среднемесячный расход воды.

При отсутствии данных наблюдений за расчетную характеристику можно использовать минимальный среднемесячный расход воды.

Минимальный сток рек $Q_{P\%}$, м³/с, рассчитывается:

$$Q_{P\%} = b (A \pm A_1)^m \delta_1 \delta_2 \lambda_{P\%}, \quad (14)$$

где A – площадь водосбора, км²;

A_1 – дополнительная площадь водосбора;

δ_1 – коэффициент увеличения минимальных расходов воды на озерных реках;

δ_2 – коэффициент увеличения минимальных расходов воды заболоченных водосборов;

$\lambda_{P\%}$ - переходный коэффициент от минимального среднемесячного расхода воды 80% обеспеченности к расходу воды расчетной обеспеченности;

b, m – районные параметры определяемые по рекам-аналогам.

Коэффициент увеличения минимальных расходов воды на озерных реках определяется по формуле:

$$\delta_1 = 1/(1-cA_{оз}), \quad (15)$$

где c – коэффициент, определяемый в зависимости от среднего многолетнего слоя минимального стока;

$A_{оз}$ – относительная озерность водосбора.

Коэффициент увеличения минимальных расходов воды заболоченных водосборов определяется по формуле:

$$\delta_2 = 1 + \beta * \lg(0,1A_6 + 1), \quad (16)$$

где β^* - эмпирический коэффициент;

A_6 – относительная площадь болот на водосборе.

Минимальный среднесуточный расход воды расчетной обеспеченности определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут.}P\%} = kQ_{30,80\%}\lambda_{P\%}, \quad (17)$$

где k – коэффициент, определяемый как средний по району по связи суточных и среднемесячных минимальных расходов.

Среднегодовое распределение

На основе среднемесячные расходов воды реки нужно вычислить для каждого года среднегодовой расход с помощью функции Excel «СРЗНАЧ». Ряд данных для проверки на однородность, разбить на две выборки. Рассчитать для обеих выборок, необходимые величины для дальнейшей проверки данных на однородность.

Для количественной оценки статистической однородности были использованы параметрические критерии Фишера и Стьюдента.

Проверка данных на однородность по дисперсии с использованием критерия Фишера при уровне значимости 5%:

$$K(F_f) = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}, \quad \sigma_1 > \sigma_2. \quad (18)$$

Величина $K(F_f)$ подчиняется закону распределения Фишера.

Критическое значение критерия Фишера при $\alpha=0,05$ определяется по формуле:

$$K(F_{\alpha, v_1, v_2}) = \text{ФРАСПОБР}(\alpha/2; N_1-1; N_2-1). \quad (19)$$

Провели проверку данных на однородность по среднему арифметическому с использованием критерия Стьюдента при уровне значимости 5%:

$$K(S_f) = \frac{|\bar{\Phi}_1 - \bar{\Phi}_2|}{\sqrt{N_1 \cdot \sigma_1^2 + N_2 \cdot \sigma_2^2}} \cdot \frac{\sqrt{N_1 \cdot N_2 \cdot (N_1 + N_2 - 2)}}{\sqrt{N_1 + N_2}}, \quad (20)$$

где $\bar{\Phi}_1$ и $\bar{\Phi}_2$ – средние значения для сравниваемых выборок.

Зависимость гидрологической характеристики Φ от времени t :

$$\Phi(t) = a \cdot t + b + \zeta, \quad (21)$$

где t – год;

a, b – эмпирические константы;

ζ – случайная величина.

Критическое значение статистики:

$$K(\tau_f) = \frac{r_a \cdot \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r_a^2}}, \quad (22)$$

$$r_a = a \cdot \sqrt{\frac{D_t^*}{D_\Phi^*}}, \quad (23)$$

где D_t^* и D_Φ^* – дисперсия временного ряда (года) и среднегодовых расходов соответственно.

Чтобы найти эмпирическую константу a был построен график изменения среднегодовых расходов воды с нанесенными на него линиями тренда

Эмпирическую ежегодную вероятность превышения (обеспеченность) P_e^* (%) гидрологической характеристики Φ определяют по формуле:

$$P_e^* = 100\%m / (N + 1), \quad (24)$$

где m – порядковый номер членов ряда гидрологической характеристики, расположенных в убывающем порядке;

N – общее число членов ряда.

Метод моментов:

$$\bar{\Phi} = \frac{\sum_{i=1}^N \Phi_i}{N}, \quad (25)$$

$$C_v^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (k_i - 1)^2}{N - 1}}, \quad (26)$$

$$C_s^* = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N (k_i - 1)^3}{C_v^* \cdot (N - 1) \cdot (N - 2)}, \quad (27)$$

где Φ – рассматриваемая гидрологическая характеристика (расход воды);

$\bar{\Phi}$ – среднее арифметическое;

k_i – модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики ($k_i = \Phi_i / \bar{\Phi}$);

C_v^* и C_s^* – смещенные оценки коэффициента вариации и асимметрии соответственно.

Смещенная оценка коэффициента автокорреляции r^*

$$r^*(1) = \frac{\sum_{i=2}^N (\Phi_i - \bar{\Phi}_1) \cdot (\Phi_{i-1} - \bar{\Phi}_2)}{\sqrt{\sum_{i=2}^N (\Phi_i - \bar{\Phi}_1)^2 \cdot \sum_{i=1}^{N-1} (\Phi_i - \bar{\Phi}_2)^2}}, \quad (28)$$

Несмещенная оценка

$$r(1) = -0,01 + 0,98 \cdot r^*(1) - 0,06 \cdot r^*(1)^2 + \left(\frac{1,66 + 6,46 \cdot r^*(1) + 5,69 \cdot r^*(1)^2}{N} \right), \quad (29)$$

Далее был расчёт с помощью функции Excel НОРМ.РАСП(=1-НОРМ.РАСП(E40;\$O\$29;\$O\$30;ИСТИНА))*100,

где E40 - значения среднегодовых расходов;

\bar{Q} – среднее значение среднегодовых расходов;

σ – стандартное отклонение.

Для начала был проранжирован ряд среднегодовых расходов по убыванию, затем произведены расчеты.

После была вычислена эмпирическая обеспеченность среднегодового расхода воды по формуле:

$$P_e^* = 10m/(N+1), \quad (30)$$

где m – порядковый номер расхода воды в ранжированном ряду;

N – объем выборки.

Также была построена эмпирическая и теоретическая кривые обеспеченностей среднегодовых расходов воды.

Проверка на симметричность для анализа соответствия теоретической и эмпирической кривых:

$$-\Psi \leq M_{C,3} \leq \Psi, \quad (31)$$

где

$$M_{C,3} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (\Phi_i - \bar{\Phi})^3, \quad (32)$$

$$\Psi = 1,96 \cdot \sigma^3 \cdot \sqrt{\frac{6}{N}}, \quad (33)$$

где N – объем выборки;

$M_{C,3}$ – центральный момент третьего порядка;

$\bar{\Phi}$ – среднее арифметическое;

σ – среднее квадратическое отклонение.

Если распределение симметрично, определяется параметр:

$$\Delta\Psi = \frac{\bar{\Phi} - \Phi_{\min}}{\sigma}, \quad (34)$$

где Φ_{\min} – нижний предел величины Φ .

Далее была проведена проверка на соответствие значений эмпирической и теоретической обеспеченности по критерию Колмогорова – Смирнова при уровне значимости 5%.

Методика проверки заключается в расчете статистик.

$$D_{KS}^* = \max/P_{t,i}^* - P_{e,i}^* / ; \quad (35)$$

$$K(\lambda_f) = D_{KS}^* \cdot \sqrt{N}.$$

Расчет основного разбавления по методу - В.А. Фролова - И.Д. Родзиллера:

В расчетах используются приведенные значения глубины потока h_n , коэффициентов шероховатости $n_{шп}$ и Шези $C_{шп}$

$$h_n = 0,5 \cdot h_{cp}, \quad (36)$$

$$n_{шп} = n_{ш} \cdot \left[1 + \left(\frac{n_l}{n_{ш}} \right)^{1,5} \right]^{0,67}, \quad (37)$$

где h_{cp} - средняя глубина при расчетном расходе воды в открытом русле;

$n_{ш}$ - коэффициент шероховатости ложа реки;

n_l - коэффициент шероховатости поверхности льда.

Приведенный показатель степени:

$$y_{п} = 2,5 \cdot \sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{h_{cp}} \cdot (\sqrt{n_{ш}} - 0,1); \quad (38)$$

$$C_{шп} = \frac{h_{cp}^{y_{п}}}{n_{шп}}, \quad (39)$$

Проводится расчет коэффициента диффузии:

$$D_c = \frac{g \cdot v_{cp} \cdot h_{cp}}{37 \cdot n_{ш} \cdot C_{шп}^2}, \quad (40)$$

где g - ускорение свободного падения;

v_{cp} - средняя скорость течения.

Выполняется расчет параметра для определения коэффициента смешения сточных и речных вод α и коэффициента смешения γ :

$$\alpha = \phi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D_c}{a_{ст}}}, \quad (41)$$

где, ϕ - коэффициент извилистости;

ξ - коэффициент, зависящий от выпуска сточных вод;

$q_{ст}$ - расход сбрасываемых сточных вод.

$$\gamma = \frac{1 - \exp(-\alpha \cdot \sqrt[3]{L_{\phi}})}{1 + \frac{Q}{q_{ст}} \exp(-\alpha \cdot \sqrt[3]{L_{\phi}})}, \quad (42)$$

где, Q - расход воды рек;

L_{ϕ} - расстояние выпуска до контрольного створа.

Проводится определение кратности основного разбавления:

$$n_0 = \frac{\gamma \cdot Q_{\phi} + q_{ст}}{q_{ст}}, \quad (43)$$

Расчет общего разбавления:

$$n_0 = \frac{C_{ст} - C_{\phi}}{C_{м} - C_{\phi}}, \quad (44)$$

где, $C_{ст}$ - концентрация в сточных водах;

C_{ϕ} - фоновая концентрация в реке;

$C_{м}$ - максимальная концентрация в контрольном створе реки.

Расчет допустимой концентрации загрязняющих веществ:

$$C_{ндс} = n \cdot (C_{ндк} - C_{\phi}) + C_{\phi}, \quad (45)$$

где $C_{ндк}$ - предельно допустимая концентрация.

4.2 Норма стока

Среднегодовой слой стока – означает объем стока, равномерно распределенный по площади всего бассейна выше гидроствора. Для его определения необходимо вычислить модуль и объем стока.

$$h = \frac{M \cdot T}{10^6} = (70,9 \cdot 365 \cdot 86400) / 7090000 = 315 \text{ мм (за год)}$$

Модуль стока – означает количество воды, которая стекает в одну секунду с одного км² площади бассейна.

$$M = \frac{Q_{ср} \cdot 10^3}{F}, \text{ (л/с} \cdot \text{км}^2\text{)}$$

Площадь водосбора для р. Чузик = 7090 км².

Модуль стока для р. Чузик, равен (10 л/с*км²) [26].

$$Q_{cp} = M * F = 70,9 \text{ м}^3/\text{с}$$

Объем стока – означает количество воды, которое стекает в период времени с бассейна через поперечное сечение реки.

$$W = Q_{cp} * T = 70,9 * 86400 = 2235 \text{ млн. м}^3$$

4.3 Максимальный расход воды

Максимальный расход воды определяется по основной расчетной формуле:

По таблицам [26] определяются необходимые параметры и коэффициенты.

Площадь водосбора составляет 7090 км², лесистость - 64%, заболоченность - 35%, озерность - 1%.

Максимальный расход воды половодья с обеспеченностью 1% равен:

$$Q_{\max, 1\%} = \frac{K_0 * Y_{\max, p} * \mu_f * \delta_f * \delta_{f1} * \delta_{f2} * F_b}{(F_b + F_{b1})^{rc}} = \frac{0,012 * 351,5 * 1 * 0,29 * 0,83 * 0,98 * 7090}{(7090 + 1)^{0,17}} = 1564,14 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Максимальный расход воды половодья с обеспеченностью 5% равен:

$$Q_{\max, 5\%} = \frac{K_0 * Y_{\max, p} * \mu_f * \delta_f * \delta_{f1} * \delta_{f2} * F_b}{(F_b + F_{b1})^{rc}} = \frac{0,012 * 198,4 * 0,96 * 0,29 * 0,83 * 0,98 * 7090}{(7090 + 1)^{0,17}} = 849,4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

1. Сначала определяется слой стока весеннего половодья с вероятностью превышения 1% и 5% по кривой распределения, статистические параметры которой устанавливаются по картам:

-средний слой стока $y_0 = 100$ мм [26],

-коэффициент изменчивости (вариации) слоя $C_v = 0.4$ [26].

-коэффициент асимметрии при $C_s = 2C_v$ для 1% обеспеченности = 1,83, для 5% обеспеченности = 1,74 [32].

- модульный коэффициент слоя стока $k_{1\%}$ определяется при $C_v = 0,3$, $C_s = 1,83$ равен 3,515, модульный коэффициент слоя стока $k_{5\%}$ при $C_v = 0,3$, $C_s = 1,74$ равен 1,984 [32].

Тогда слой стока весеннего половодья равен:

- с вероятностью превышения слоя 1%:

$$Y_{\max,1\%} = k * y_0 = 3,515 * 100 = 351,5 \text{ мм,}$$

- с вероятностью превышения 5%:

$$Y_{\max,5\%} = k * y_0 = 1,984 * 100 = 198,4 \text{ мм.}$$

2. Параметр K_0 , - дружность весеннего половодья.

Рассчитывается средним из значений, по данным рек-аналогов:

$$K_0 = Q_{\max,p} * (F_b + F_{b1})^{rc} / (Y_{\max,p} * F_b * \delta_{fl} * \delta_{fl1} * \delta_{fl2} * \mu_{fl}) = 0.012$$

По таблице 3 [26] F_{b1} – дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редукции модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, $\text{км}^2 - 1$; rc – показатель степени редукции – 0,17.

По таблице 2 [32] определен μ_{fl} – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды – для 1% обеспеченности 1.

Коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер δ_{fl} определяется по формуле:

$$\delta_{fl} = 1 / (1 + C_{fl,L} * f'_{lk}) = 1 / (1 + 0,2 * 1) = 0,83$$

Коэффициент, учитывающий влияние залесенности δ_{fl1} , рассчитывается по формуле:

$$\delta_{fl1} =: \delta_{fl1} = \frac{\alpha'_{fl}}{(f_{fl} + 1)^{rc'}} = 0,75 / (80 + 1)^{0,22} = 0,75 / 2,62 = 0,29$$

Коэффициенты, учитывающий влияние заболоченности речных водосборов (δ_{fl2}) определяют по формуле:

$$\delta_{fl2} = 1 - \beta_{fl} \cdot \lg(0,1 \cdot f_{sw} + 1) = 1 - 0,7 \cdot \lg(0,1 \cdot 0,5 + 1) = 0,98$$

4.4 Минимальный среднемесячный расход воды

Расчетный расход воды является минимальным среднемесячным расходом в год с 95% обеспеченностью и определяется для определения кратности основного разбавления в водотоке [33].

Исходными данными для расчета послужили среднегодовые расхода воды с 1981 по 2000 год для реки Чузик у села Пудино [23].

Для определения расчетного расхода производится ранжирование по убыванию ряда среднегодовых расходов воды в реке.

Таблица 6 – Среднегодовые расходы воды р. Чузик у с. Пудино, м³/с [23].

| Год | Среднегодовой расход воды Q_r , м ³ /с | Год | Среднегодовой расход воды Q_r , м ³ /с |
|------|---|------|---|
| 1981 | 8,43 | 1985 | 30,08 |
| 1982 | 5,25 | 1986 | 17,25 |
| 1983 | 10,06 | 1993 | 15,11 |
| 1984 | 14,38 | 1990 | 14,51 |
| 1985 | 30,08 | 1984 | 14,38 |
| 1986 | 17,25 | 1987 | 14,34 |
| 1987 | 14,34 | 1994 | 14,23 |
| 1989 | 6,34 | 1992 | 13,24 |
| 1990 | 14,51 | 1998 | 12,38 |
| 1991 | 5,25 | 1983 | 10,06 |
| 1992 | 13,24 | 1981 | 8,43 |
| 1993 | 15,11 | 2000 | 7,32 |
| 1994 | 14,23 | 1989 | 6,34 |
| 1998 | 12,38 | 1991 | 5,25 |
| 2000 | 7,32 | 1982 | 5,25 |

Далее было необходимо рассчитать эмпирическую обеспеченность для выбора года с 95% обеспеченностью.

Для расчета эмпирической обеспеченности использовалась формула:

$$P = \frac{m}{N+1} * 100\%, \quad (46)$$

Где m – порядковый номер элемента в ранжированном ряду;

N – длина ряда.

Таблица 7 - Эмпирическая обеспеченность воды р. Чузик у с. Пудино, м³/с

| Год | Среднегодовой расход воды Q_r , м ³ /с | Порядковый номер m | Эмпирическая обеспеченность P |
|------|---|----------------------|---------------------------------|
| 1981 | 8,43 | 1 | 6,25 |
| 1982 | 5,25 | 2 | 12,5 |
| 1983 | 10,06 | 3 | 18,75 |
| 1984 | 14,38 | 4 | 25 |
| 1985 | 30,08 | 5 | 31,25 |
| 1986 | 17,25 | 6 | 37,5 |

Продолжение таблицы 7

| Год | Среднегодовой расход воды $Q_{г}$, $м^3/с$ | Порядковый номер m | Эмпирическая обеспеченность P |
|-------------|---|----------------------|---------------------------------|
| 1987 | 14,34 | 7 | 43,75 |
| 1989 | 6,34 | 8 | 50 |
| 1990 | 14,51 | 9 | 56,25 |
| 1991 | 5,25 | 10 | 62,5 |
| 1992 | 13,24 | 11 | 68,75 |
| 1993 | 15,11 | 12 | 75 |
| 1994 | 14,23 | 13 | 81,25 |
| 1998 | 12,38 | 14 | 87,5 |
| 2000 | 7,32 | 15 | 93,75 |

После определения года, когда наблюдается среднегодовой расход близкой обеспеченности, по данным определяется минимальный среднемесячный расход воды. По данным [23].

Таблица 8 – Выбор минимального среднемесячного расхода воды в 2000 г [23].

| Месяц | Среднегодовой расход воды $Q_{г}$, $м^3/с$ |
|------------|---|
| I | 2,30 |
| II | 2,13 |
| III | 2,15 |
| IV | 13,40 |
| V | 39,40 |
| VI | 12,10 |
| VII | 3,24 |
| VIII | 3,05 |
| IX | 3,35 |
| X | 3,10 |
| XI | 1,89 |
| XII | 1,75 |

Расчетный расход при недостаточности данных наблюдений

Расчетный расход при недостаточности данных наблюдений определяется удлинением имеющихся рядов с добавлением данных наблюдений на пунктах-аналогах. Учитывается большая продолжительность наблюдений, более тесные связи между стоками, пространственная связанность рассматриваемой гидрологической характеристики пунктов-аналогов.

При отсутствии данных наблюдений за расчетную характеристику можно использовать минимальный среднемесячный расход воды. Для расчета минимальных среднемесячных расходов применимы методы пространственной интерполяции минимального модуля стока 80% обеспеченности [23].

Исходные данные:

Таблица 9 – Значения $\lambda_{p\%}$ для определения минимальных 30 суточных расходов воды различной вероятности превышения [23].

| Речной бассейн | Вероятность превышения, % | | | | |
|--|---------------------------|------|------|------|------|
| | 75 | 80 | 90 | 95 | 97 |
| Васюган, Парабель, Чая, Шегарка, Иня, Яя, Кия, Кеть, Тым, Ангара, Томь | 1,05 | 1,00 | 0,95 | 0,87 | 0,83 |
| Нижняя и Подкаменная Тунгуска, Таз, Пур, Полуй, Вах, Аган, Катунь, Бия | 1,05 | 1,00 | 0,87 | 0,80 | 0,75 |
| Эпизодически пересыхающие и перемерзающие реки | 1,20 | 1,00 | 0,45 | 0,15 | 0,0 |
| Бассейны рек Иртыш, Ишим, Тобол | 1,20 | 1,00 | 0,56 | 0,35 | 0,0 |

Расчет минимального расхода воды зимней и летне-осенней межени:

δ_1 – при относительной озерности менее 2% равен 1;

δ_2 – равен 3,27;

A – площадь водосбора - 7090 км².

A_1 – дополнительная площадь водосбора, км²;

b и m – районные параметры: по приложению 1.20 [26] для летне-осеннего периода район 82, а по приложению 2.17 [26] представлены в таблице 10.

Таблица 10 Значения b , m , A_1 для определения минимального 30-суточного расхода воды без учета влияния заболоченности и озерности водосбора

| Район | Зимний период | | | Летне-осенний период | | |
|-------|-------------------|------|-------|----------------------|------|-------|
| | $b \cdot 10^{-3}$ | m | A_1 | $b \cdot 10^{-3}$ | m | A_1 |
| 82 | 0,34 | 1,06 | 0 | 0,90 | 1,11 | -200 |

$\lambda_{p\%}$ - переходный коэффициент от минимального среднемесячного расхода воды 80% обеспеченности к расходу воды расчетной обеспеченности =0,87.

Минимальный расход воды летне-осенней межени 80% обеспеченности:

$$Q_{80\%} = 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot (7090)^{1,11} \cdot 1 \cdot 3,27 = 55,2 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$Q_{95\%} = Q_{80\%} \cdot 0,87 = 48 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Минимальный расход воды зимней межени 80% обеспеченности:

$$Q_{80\%} = 0,34 \cdot 10^{-3} \cdot (7090)^{1,06} \cdot 1 \cdot 3,27 = 13,4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$Q_{95\%} = Q_{80\%} \cdot 0,87 = 11,7 \text{ м}^3/\text{с}.$$

4.5 Среднегодовое распределение

На основе исходных данных [23], был проведен анализ данных по полученным среднегодовым значениям, были созданы графики изменения во времени среднегодовых расходов воды в периоды с 1981 -1989 гг. и с 1990-2000 гг. Ряд данных для проверки на однородность, был разбит на две выборки.

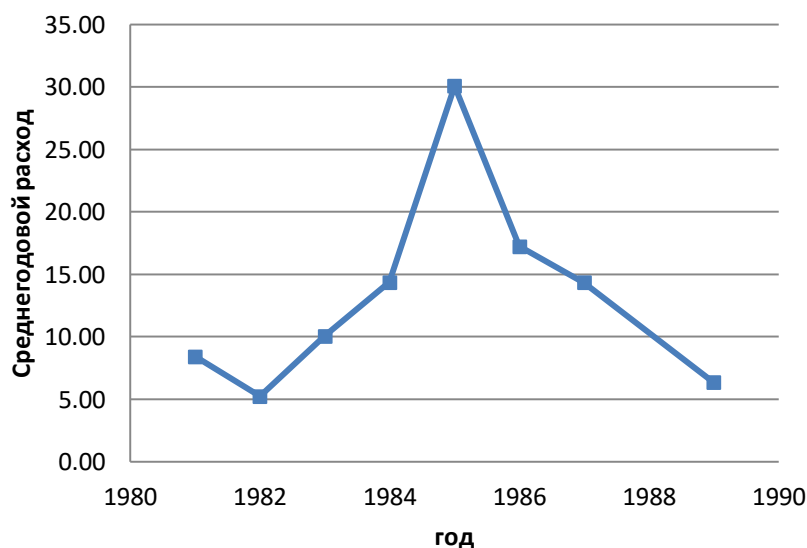


Рисунок 4 - График изменения во времени среднегодовых расходов воды с 1981 по 1989 гг.

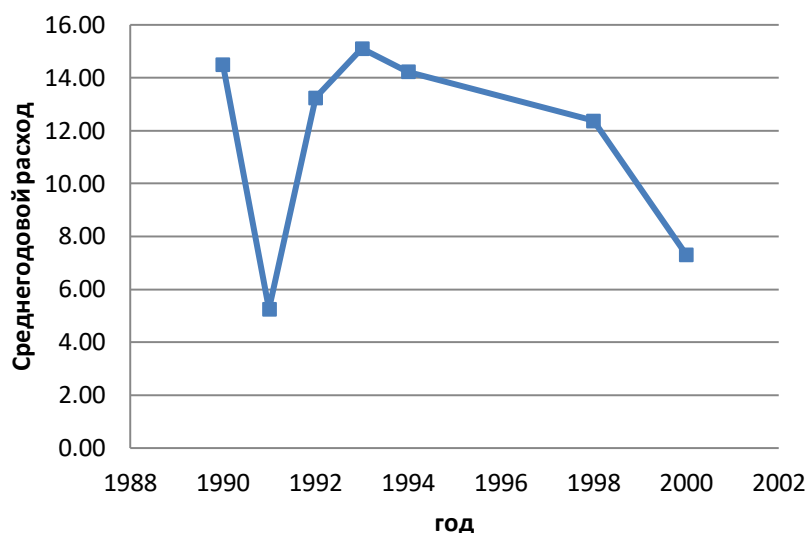


Рисунок 5 - График изменения во времени среднегодовых расходов воды с 1990 по 2000 гг.

Были рассчитаны для обеих выборок, необходимые величины для дальнейшей проверки данных на однородность. Были использованы параметрические критерии Фишера и Стьюдента. Была проведена проверка данных на однородность по дисперсии с использованием критерия Фишера при уровне значимости 5%.

В итоге гипотеза однородности с уровнем значимости 5% дисперсий двух выборок не была нарушена, так как фактическое значение меньше критического значения – то есть выборки среднегодовых расходов воды однородны с уровнем значимости 5%.

Была проведена проверка данных на однородность по среднему арифметическому с использованием критерия Стьюдента при уровне значимости 5%.

Гипотеза однородности с уровнем значимости 5% средних значений двух выборок также не был нарушена. Результаты расчетов приведены в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – Результаты расчетов

| | | |
|-----------|---------------------------------|---------------|
| 1981-1989 | среднее \bar{X} | 13,26 м³/с |
| | дисперсия D | 63,83 (м³/с)² |
| | стандартное отклонение σ | 7,99 м³/с |
| | объем выборки | 8 |

Продолжение таблицы 11

| | | |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1990-2000 | среднее $\bar{\Phi}$ | 11,72 м ³ /с |
| | дисперсия D | 14,9 (м ³ /с) ² |
| | стандартное отклонение σ | 3,86 м ³ /с |
| | объем выборки | 7 |

Таблица 12 – Результаты расчетов

| | |
|--|------|
| Фактическое изменение критерия Фишера | 4,28 |
| Критическое изменение критерия Фишера | 5,69 |
| Фактическое изменение критерия Стьюдента | 0,43 |
| Критическое изменение критерия Стьюдента | 2,16 |

Были рассчитаны для ряда среднегодовых данных, величины для дальнейшей проверки данных на случайность:

Объем выборки составил 15;

Дисперсия временного ряда $D_t^* = 32,85 \text{ (м}^3/\text{с)}^2$;

Дисперсия среднегодовых расходов воды $D_{\Phi}^* = 38,94 \text{ (м}^3/\text{с)}^2$.

Для определения эмпирической константы был построен график изменения среднегодовых расходов воды с нанесенными на него линиями тренда (рис.2). Для линии тренда было добавлено ее уравнение и величина достоверности аппроксимации (R^2).

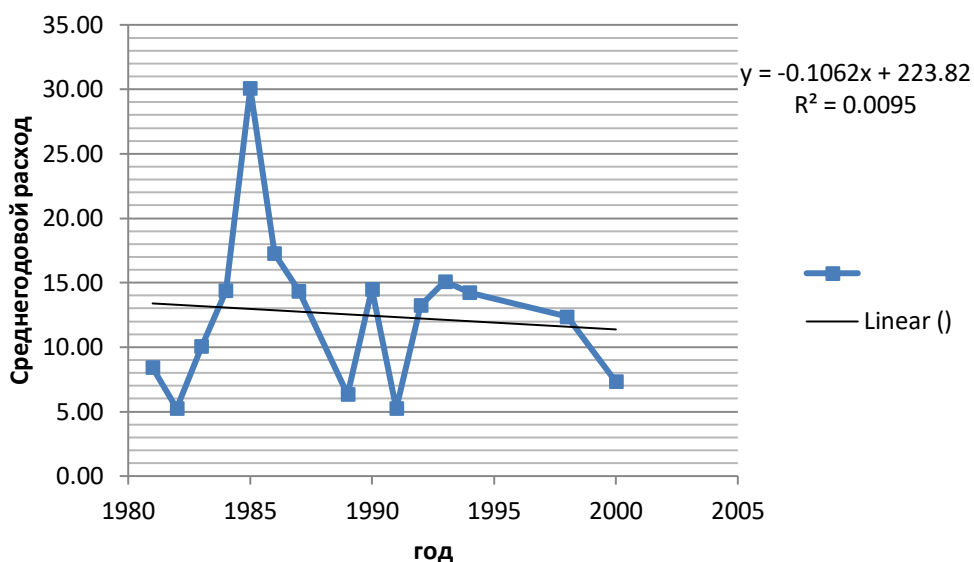


Рисунок 6 - График изменения среднегодовых расходов воды с 1981 по 2000 гг. с линейным трендом

Сначала был вычислен $r_a = -0,09$. Затем было рассчитано фактическое значение критерия Питмена $K(\tau_f) = -0,35$.

Критическое значение критерия Питмена было вычислено по формуле $K(\tau_f) = \text{СТЮДРАСПОБР}(\alpha; N-2) = 2.16$.

В итоге гипотеза не случайности изменения ряда среднегодовых расходов воды по критерию Питмена с уровнем значимости 5% была нарушена, так как фактическое значение меньше критического значения – то есть ряд среднегодовых расходов воды при уровне значимости 5% изменяется случайно.

Для вычисления эмпирической ежегодной вероятности превышения (обеспеченность) P_e^* (%) гидрологической характеристики

Были рассчитаны данные для всего ряда среднегодовых расходов:

- объем выборки $N=15$;
- среднее арифметическое (функция «СРЗНАЧ» в Excel) = $12,54 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стандартное отклонение (функция «СТАДОТКЛОН» в Excel) = $6,24 \text{ м}^3/\text{с}$;
- коэффициент вариации C_v^* (отношение станд. отклонения к ср. значению) = $0,49$;

- коэффициент асимметрии C_s^* (функция «СКОС» в Excel) =1,45;
- отношение C_s^* к $C_v^* = 2,92$;
- коэффициент автокорреляции, с шагом 1 год (функция «КОРРЕЛ» в Excel) =-0,25.

Далее был расчёт с помощью функции Excel НОРМ.РАСП(=1-НОРМ.РАСП(E40;\$O\$29;\$O\$30;ИСТИНА))*100, где E40 - значения среднегодовых расходов, \$N\$29 – среднее значение среднегодовых расходов, \$N\$30 – стандартное отклонение) теоретическую обеспеченность P_t для каждого среднегодового расхода воды.

Для начала был проранжирован ряд среднегодовых расходов по убыванию, затем произведены расчеты.

После была вычислена эмпирическая обеспеченность среднегодового расхода воды по формуле: $P_e^* = 100 * m / (N + 1)$, где m – порядковый номер расхода воды в ранжированном ряду; N – объём выборки.

Также была построена эмпирическая и теоретическая кривые обеспеченностей среднегодовых расходов воды (ось абсцисс – среднегодовой расход воды; ось ординат - обеспеченность), (рис.7).

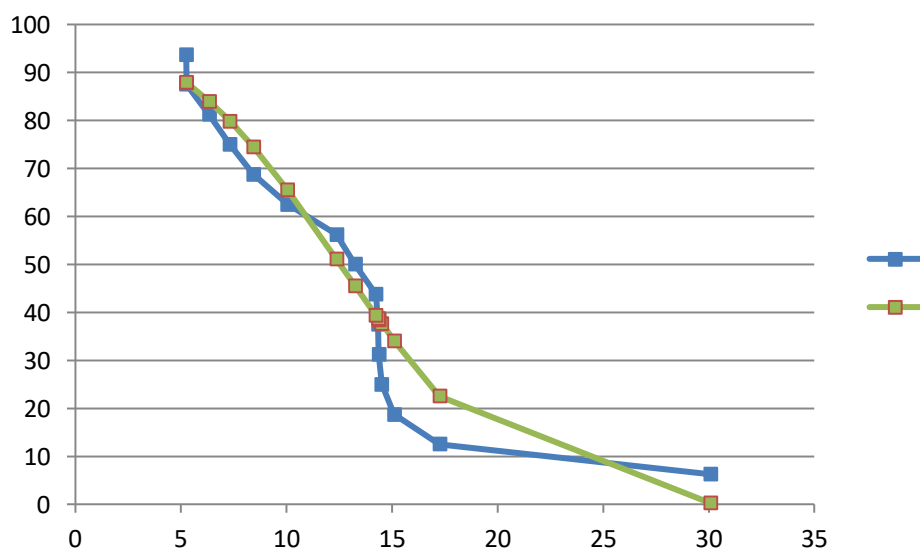


Рисунок 7 – Эмпирическая и теоретическая кривая распределения обеспеченностей среднегодовых расходов воды

Проверка на симметричность. Согласно [26], проверяется условие:

$$-\Psi \leq M_{C,3} \leq \Psi,$$

Если $\Psi < M_{C,3}$, распределение с уровнем значимости 5 % положительно асимметрично; если $M_{C,3} < -\Psi$, то отрицательно асимметрично.

Результаты:

- $M_{C,3}=19,08 \text{ (м}^3/\text{с)}^3$;
- $\Psi=301,26 \text{ (м}^3/\text{с)}^3$;
- $\Delta\Psi=1,169$.

Так как $\Delta\Psi$ не $\geq 3,9$, распределение асимметрично.

Далее была проведена проверка на соответствие значений эмпирической и теоретической обеспеченности по критерию Колмогорова – Смирнова при уровне значимости 5%.

Величина критического значения критерия Колмогорова Смирнова $K(\lambda_\alpha)$ с уровнем значимости 5% находится по таблице распределения Колмогорова $K(\lambda_{5\%}) = 1,36$.

Результаты:

- статистика D^*_{KS} (функция Excel МАКС (модуль разницы значений теоретической и эмпирической обеспеченности))=15,31;
- фактическое значение критерия Колмогорова – Смирнова $K(\lambda_f)=59,30$;
- критическое значения критерия Колмогорова Смирнова $K(\lambda_\alpha) = K(\lambda_{5\%}) = 1,36$.

Если $K(\lambda_f) < K(\lambda_\alpha)$, нулевая гипотеза о согласии эмпирической и теоретической кривых распределения не отвергается – получаем, что с уровнем значимости 5% по критерию Колмогорова – Смирнова кривые эмпирической и теоретической обеспеченности не согласованы, т.е. не соответствуют друг другу. С уровнем значимости 5% кривая распределения не соответствует нормальному закону распределения (теоретической кривой).

4.6 Гидрологические характеристики, используемые при определении НДС

Расчетные параметры для определения НДС веществ:

- максимальный часовой расход сбрасываемых сточных вод $q_{cm}=13.8 \text{ м}^3/\text{час}$ или $0.00383\text{м}^3/\text{с}$;
- состав сбрасываемых сточных вод приведен в таблице 27;
- расчетный расход $Q= 1,75 \text{ м}^3/\text{с}$;
- фоновое качество воды рек – дано в таблице 25;
- расстояния до контрольного створа – $0,319 \text{ км}$;
- скорость течения при расчётном расходе воды $V_p=0.48 \text{ м/с}$;
- коэффициент шероховатости в период открытого русла $n_{ш}=0.07$;
- поправка на ледовый режим $n_{л}=0.03$;
- средняя глубина в открытом русле $h_{cp}=4 \text{ м}$.

Таблица 13 – Степень очистки сточных вод на очистных сооружениях [30].

| | Концентрация в контрольном створе | Концентрация после очистки | % очистки | ПДК мг/дм³ |
|---------------------|--|-----------------------------------|------------------|------------------------------|
| Взвешенные вещества | 125 | 25 | 80 | фон+ 0.25 |
| Сухой остаток | 474 | 338 | 29 | - |
| БПК ₅ | 164 | 34,2 | 79 | 3 |
| | Концентрация в контрольном створе | Концентрация после очистки | % очистки | ПДК мг/дм³ |
| ХПК | 420 | 90 | 79 | - |
| Нефтепродукты | 1,27 | 0,415 | 67 | 0,05 |
| Аммоний-ион | 31,5 | 28,6 | 9 | 0,5 |
| Железо | 2,03 | 0,83 | 59 | 1,6 |
| Нитраты | 0,81 | 11,5 | - | 40 |
| Нитриты | 0,01 | 0,02 | - | 0,08 |
| Сульфаты | 18,7 | 16,3 | 13 | 100 |
| Фосфаты по (P) | 6,20 | 4,16 | 33 | 0,2 |
| Хлориды | 24,8 | 30,5 | - | 300 |
| Фенолы | 0,032 | 0,008 | 75 | 0,001 |
| АПАВ | 4,3 | 1,79 | 58 | 0,5 |

Результаты расчета основного разбавления по методу - В.А.

Фролова - И.Д. Родзиллера:

Основное разбавление:

Приведенные значения глубины потока h_n , значения глубины потока коэффициентов шероховатости $n_{шп}$ и Шези $C_{Шп}$.

$$h_n = 0,5 \cdot h_{cp} = 2$$

$$n_{шп} = n_{ш} \cdot \left[1 + \left(\frac{n_n}{n_{ш}} \right)^{1,5} \right]^{0,67} = 0,07 \cdot \left[1 + \left(\frac{0,03}{0,07} \right)^{1,5} \right]^{0,67} = 0,08$$

Приведенный показатель степени:

$$y_n = 2,5 \cdot \sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{h_{cp}} \cdot (\sqrt{n_{ш}} - 0,1) = 2,5 \cdot \sqrt{0,07} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{4} \cdot (\sqrt{0,07} - 0,1) = 0,51$$

$$C_{ш} = \frac{h_{cp}^{y_n}}{n_{шп}} = \frac{4^{0,51}}{0,08} = 25,35$$

Расчет коэффициента диффузии:

$$D_c = \frac{g \cdot v_{cp} \cdot h_{cp}}{37 \cdot n_{ш} \cdot C_{ш}^2} = \frac{9,8 \cdot 0,48 \cdot 4}{37 \cdot 0,08 \cdot 25,35^2} = 0,25$$

Расчет параметра для определения коэффициента смешения сточных и речных вод α и коэффициента смешения γ :

$$\alpha = \phi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D_c}{q_{ст}}} = 1 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,25}{13,8}} = 0,26$$

$$\gamma = \frac{1 - \exp(-\alpha \cdot \sqrt[3]{L_{\phi}})}{1 + \frac{Q}{q_{ст}} \exp(-\alpha \cdot \sqrt[3]{L_{\phi}})} = \frac{1 - \exp(-0,26 \cdot \sqrt[3]{0,319})}{1 + \frac{1,7}{13,8} \exp(-0,26 \cdot \sqrt[3]{0,319})} = 0,18$$

Проводится определение кратности основного разбавления:

$$n_0 = \frac{\gamma \cdot Q + q_{ст}}{q_{ст}} = \frac{0,18 \cdot 1,7 + 13,8}{13,8} = 1,02$$

Расчет общего разбавления:

Для хлоридов:

$$n_0 = \frac{C_{ст} - C_{\phi}}{C_M - C_{\phi}} = 1,25$$

Для сульфатов:

$$n_0 = \frac{C_{ст} - C_{ф}}{C_{м} - C_{ф}} = 0,11$$

Для иона аммония:

$$n_0 = \frac{C_{ст} - C_{ф}}{C_{м} - C_{ф}} = 0,9$$

Для железа:

$$n_0 = \frac{C_{ст} - C_{ф}}{C_{м} - C_{ф}} = 0,2$$

Для ХПК

$$n_0 = \frac{C_{ст} - C_{ф}}{C_{м} - C_{ф}} = 0,12$$

Расчет допустимой концентрации загрязняющих веществ:

Для хлоридов:

$$C_{ндс} = n \cdot (C_{ндк} - C_{ф}) + C_{ф} = 374,5$$

Для сульфатов:

$$C_{ндс} = n \cdot (C_{ндк} - C_{ф}) + C_{ф} = 17,58$$

Для иона аммония:

$$C_{ндс} = n \cdot (C_{ндк} - C_{ф}) + C_{ф} = 0,011$$

Для железа:

$$C_{ндс} = n \cdot (C_{ндк} - C_{ф}) + C_{ф} = 0,744$$

Для ХПК:

$$C_{ндс} = n \cdot (C_{ндк} - C_{ф}) + C_{ф} = 50,2$$

4.7 Оценка современного эколого-геохимического состояния и выявление закономерностей его изменения

Река Чузик – левый приток реки Парабель. Река берёт начало в Васюганских болотах; течёт на северо-восток, сливаясь с Кёнгой, образует реку Парабель которая, является левым притоком реки Обь.

Воды реки Чузик гидрокарбонатно-кальциевые первого типа, слабоминерализованные - 0,4 с увеличением минерализации зимой, слабокислые pH - 6,2 содержат много органических веществ, ежегодно растет содержание железа из-за заболоченности территории. Среднее значение бихроматной окисляемости составляет 11 мгО/л.

Таблица 14 – Средние арифметические значения веществ в реке Чузик, мг/дм³ [31]

| | мг/л |
|---------------------|-------|
| pH | 6,2 |
| Ca^{2+} | 38,4 |
| Mg^{2+} | 13 |
| Na^+ | 13,7 |
| K^+ | 1,4 |
| HCO_3^- | 168,8 |
| SO_4^{2-} | 8,5 |
| Cl^- | 2,5 |
| Fe (общее) | 0,682 |
| Взвешенные вещества | - |

Судя по таблице 19, можно сказать что по средним арифметическим значениям, вода в реке Чузик превышает ПДК по кальцию.

Таблица 15 – Средние арифметические сезонные концентрации главных ионов в реке Чузик, мг/дм³ [31]

| | Сезон | |
|-------------|-------|--------|
| | IV-VI | VII-XI |
| pH | 6,2 | - |
| Ca^{2+} | 31,2 | 44,9 |
| Mg^{2+} | 15,1 | 9,5 |
| Na^+ | 14,1 | 12 |
| K^+ | 1,4 | 1,2 |
| HCO_3^- | 138,3 | 194,2 |
| SO_4^{2-} | 10,2 | 5,9 |
| Cl^- | 2,4 | 2,3 |

В течение гидрологического года содержание кальция и гидрокарбонатов увеличивается зимой, а содержание натрия, магния и сульфатов весной.

Таблица 16 – Минерализация и химический состав воды в период прохождения пика половодья [30]

| | % экв. | мг/л |
|-------------------|--------|------|
| рН | 6.2 | |
| Сумма ионов, мг/л | 38.2 | |
| HCO_3^- | 45.6 | 62.9 |
| SO_4^{2-} | 2.6 | 2.9 |
| Cl^- | 1.8 | 1.3 |
| NO_3^- | - | 0.05 |
| Ca^{2+} | 35 | 15.8 |
| Mg^{2+} | 11 | 3 |
| $Na^+ + K^+$ | 4 | 2.2 |

Таблица 17 – Минерализация и химический состав воды в период зимней межени [30]

| | % экв. | мг/л |
|-------------------|--------|-------|
| рН | - | |
| Сумма ионов, мг/л | 445,5 | |
| HCO_3^- | 47,4 | 326,5 |
| SO_4^{2-} | 1,3 | 7,2 |
| Cl^- | 1,2 | 4,6 |
| NO_3^- | 0,1 | 0,4 |
| Ca^{2+} | 32,3 | 73 |
| Mg^{2+} | 11,2 | 15,3 |
| $Na^+ + K^+$ | 6,5 | 18,5 |

Таблица 17 – Минерализация и химический состав воды в период низкой летне-осенней межени [30]

| | % экв. | мг/л |
|-------------------|--------|-------|
| рН | - | |
| Сумма ионов, мг/л | 220,4 | |
| HCO_3^- | 46,8 | 160,4 |
| SO_4^{2-} | 1,4 | 3,9 |
| Cl^- | 1,8 | 3,4 |
| NO_3^- | - | - |
| Ca^{2+} | 36,3 | 4,8 |

| | | |
|--------------|--------|------|
| | % экв. | мг/л |
| Mg^{2+} | 10,3 | 7,1 |
| $Na^+ + K^+$ | 3,4 | 4,8 |

Вода в реке слабоминерализованная. В зависимости от периода, соленость воды изменяется. В период прохождения пика половодья воды пресные, а в период зимней и низкой летне-осенней межени - ультрапресные.

Таблица 18 – Жесткость [30]

| Дата | Минерализация мг/л | Жесткость | | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------|------------|---------------|------------|---------------|----------------|------------|
| | | Общая мг-экв | Устранимая | | Постоянная | | | |
| | | | Мг- экв | % от общей | Остаточная | | Неустраиваемая | |
| | | | | | Мг- экв | % от общей | Мг-экв | % от общей |
| 25/V- 58 | 101.7 | 1.3 | 0.77 | 59.2 | 0.14 | 10.8 | 0.39 | 30 |
| 19/V- 59 | 80.3 | 0.98 | - | - | 0.16 | 16.3 | - | - |
| 10/V- 61 | 62.2 | 0.77 | - | - | 0.17 | 22.1 | - | - |
| 9/V- 62 | 88.1 | 1.07 | 0.61 | 57 | 0.04 | 3.7 | 0.42 | 39.3 |

Вода очень мягкая по степени жесткости (Классификация О.А. Алекина).

Таблица 19 – Содержание органических и биогенных соединений в поверхностных водах [30]

| Дата | Минерализация мг/л | Цветность по платиново- кобальтовой шкале в градусах | Окисляемость | | | NO_3^- мг/ л | Fe (общее) мг/л |
|---------------|-----------------------|---|----------------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| | | | Бихроматная мгО/л | Перманганатная | | | |
| | | | | мгО/ л | % от бихроматной | | |
| 3/IV- 56 | 499,5 | 25 | - | 7,1 | - | 0,08 | |
| 26/II I-61 | 445,5 | 28 | - | 9,6 | - | 0,46 | |
| 29/II I-62 | 456,8 | 35 | 11 | 3,3 | 30 | 0,78 | |

Таблица 20 – Фоновые значения веществ в водах реки Чузык мг/дм³ [31]

| Наименование веществ | Фон в Осипово мг/дм ³ |
|----------------------|----------------------------------|
| рН | 6,6 |

Продолжение таблицы 20

| Наименование веществ | Фон в Осипово мг/дм ³ |
|-------------------------|----------------------------------|
| Ca^{2+} | 29 |
| Mg^{2+} | 8,3 |
| $Na^+ + K^+$ | 10 |
| HCO_3^- | 125,2 |
| SO_4^{2-} | 7,4 |
| Cl^- | 2 |
| NH_4^+ | 0,61 |
| Si | 4,69 |
| Fe | 0,53 |
| ХПК мгО/дм ³ | 44,9 |

Согласно [20] поверхностные воды р. Чузик оценивались по 11 ингредиентам. Превышения ПДК наблюдалось по 7 ингредиентам (нефтепродукты, ХПК, азот аммонийный, БПК5, азот нитритный, железо общее, фенолы).

В 2017 г. была обнаружена сильная загрязненность воды по ХПК, нефтепродуктам, железу общему; устойчивая – по азоту нитритному, азоту аммонийному и фенолам; неустойчивая – по БПК5. Самое большое негативное влияние в общую оценку степени загрязненности приносят железо общее, ХПК, азот нитритный и нефтепродукты.

В сравнении с 2016 г. содержание нефтепродуктов, железа общего, азота нитритного, азота аммонийного – повысилось, а фенолов и БПК5 - уменьшилось.

Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды в 2017 г. был равен 4,74, (4 «А» класс – грязная вода). Качество воды по сравнению с 2016 годом не изменилось.

Таблица 21 – Индексы загрязнения воды водных объектов в 2016 и 2017 г. [20]

| Наименование водного объекта | Пункт наблюдения | 2016 год | | 2017 год | | Ингредиент* |
|------------------------------|------------------|----------|-------|----------|-------|---------------------------------------|
| | | УКИЗВ | Класс | УКИЗВ | Класс | |
| Р. Чузик | С. Пудино | 4,35 | 4А | 4,74 | 4А | НФПР, ХПК, железо общее, азот нитрит. |

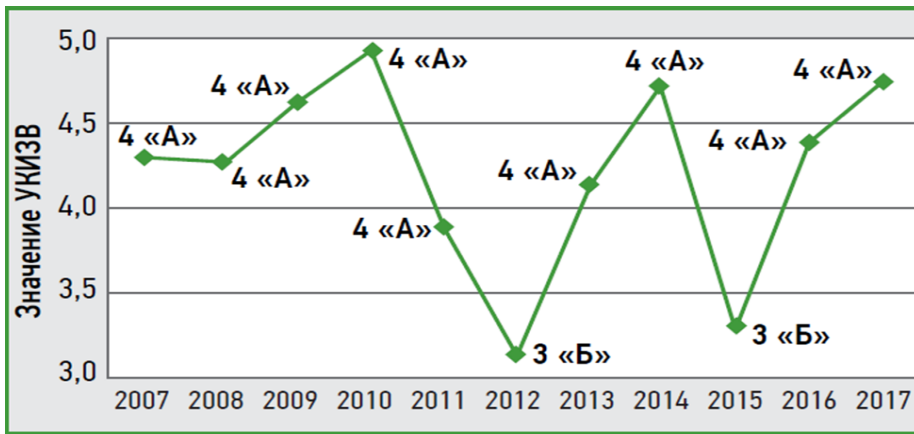


Рисунок 8 - Значение УКИЗВ, класс качества воды р. Чузик, с. Пудино [20].

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2ВМ72 | Кузьминой Наталье Андреевне |

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|---|
| Школа | ИШПР | Отделение | геологии |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» |

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

| | |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Анализ разбавления сточных вод в бассейне реки Чузик (Томская область, Парабельский район). |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | <ul style="list-style-type: none"> – Налоговый кодекс Российской Федерации; – Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы»; – Приказ ФСИН России от 13.11.2008 N 624 «Об утверждении новой системы оплаты труда гражданского персонала федеральных бюджетных и казенных учреждений (с изменениями на 6 марта 2018 года)»; – Федеральный закон от 19.06.2000 N 82 «О минимальном размере оплаты труда» (с изменениями на 25 декабря 2018 года); – Приказ №5994 ТПУ от 25.05.2016 г. |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования. | <ul style="list-style-type: none"> – Амортизационные отчисления - 20%; – Накладные расходы - 15%; – Расходы на командировки - 10% от основной и дополнительной заработной платы магистранта; – Налог на добавленную стоимость (НДС) - 20%. |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ. | Потенциал результатов исследования для конкретизации гидрогеолого-геохимической информации. |
| 2. Разработка устава научно-технического проекта | Определение целей и требований, а также результатов исследования. |
| 3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок | <ul style="list-style-type: none"> – Проведение предпроектного анализа; – Рассмотрение целевого рынка и проведение его сегментирования; – Анализ конкурентных технических решений; – Выполнение SWOT-анализа исследования; – Составление календарного плана-проекта; – Определение бюджета НТИ; – Сметная стоимость работ. |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, | Проведение сравнительной оценки эффективности |

| | |
|-----------------------------|---|
| экономической эффективности | исследования путем расчета экономического интегрального показателя. |
|-----------------------------|---|

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Карта сегментирования рынка; 2. Оценка конкурентоспособности технических решений; 3. Матрица-SWOT; 4. Иерархическая структура работ проекта; 5. Календарный план-график (диаграмма Ганта) и бюджет ВКР; 6. Расчёт денежного потока; 7. Оценка сравнительной ресурсной эффективности НТИ. |
|---|

| | |
|---|----------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 01.03.19 |
|---|----------|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|----------------|------------------------|---------|----------|
| Ассистент ОСГН | Жаворонок А.В. | – | | 01.03.19 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|----------|
| 2ВМ72 | Кузьмина Наталья Андреевна | | 01.03.09 |

Тема: Анализ разбавления сточных вод в бассейне реки Чузик (Томская область, Парабельский район).

Краткое описание

Определение основных гидрологических характеристик реки Чузик; анализ многолетних изменений гидрологических характеристик и оценка современного эколого-геохимического состояния с выявлением закономерностей его изменения являются основными задачами работы.

В работе рассматриваются апробирование подземных и поверхностных воды в районе исследования. Определение химического состава вод сравнивался по двум лабораториям.

На химический состав воды реки Чузик оказывает влияние ряд факторов: водный режим реки, гидрологические условия; геоморфологические условия и т.д.

1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

1.1 Предпроектный анализ

1.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Недостаток информации и расхождение в расчетах допустимой концентрации веществ в сточных водах являются актуальными причинами для совершения комплексного анализа и усовершенствования данных. Данные могут быть использованы предприятиями, проводящими водоподготовку; экологическими мониторинговыми кампаниями, также данные могут быть пригодны в гидрогеохимических исследованиях.

Сравнительный анализ составлен по лабораториям гидрогеохимии Научно-образовательного центра «Вода» (НИ ТПУ) и лабораторией «Х».

Сегментировать рынок услуг можно по услугам лабораторий. Результаты сегментирования представлены в таблице 1.

Таблица 22 – Карта сегментирования рынка услуг по двум лабораториям

| | Услуга | | | |
|---------------|--------------------------|--|---|---|
| | Макрокомпонентный состав | Микрокомпонентный состав (стандартными методами) | Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой | Автоматизированные процессы определения компонентов |
| Лаборатория 1 | | | | |
| Лаборатория 2 | | | | |

лаборатория
НОЦ «Вода»

лаборатория «Х»

1.1.2 Анализ конкурентных решений

Детальный анализ конкурирующих решений составит сравнительную оценку эффективности и реалистичную оценку положения сильных и слабых сторон работы лабораторий. Было выполнено сравнение при помощи оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений отображающая экспертную оценку технических критериев данных

лабораторий представлена в таблице 2. Где $B_{к1}$ – лаборатория НОЦ «Вода» НИ ТПУ и $B_{к2}$ – лаборатория «Х».

Таблица 23 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерий оценки | Вес критерия | Баллы | | Конкурентоспособность | |
|--|--------------|----------|----------|-----------------------|----------|
| | | $B_{к1}$ | $B_{к2}$ | $K_{к1}$ | $K_{к2}$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | |
| 1. Помехоустойчивость | 0,15 | 5 | 2 | 0,75 | 0,3 |
| 2. Энергоэкономичность | 0,1 | 3 | 2 | 0,30 | 0,2 |
| 3. Надежность | 0,03 | 5 | 3 | 0,15 | 0,09 |
| 4. Уровень шума | 0,07 | 4 | 4 | 0,28 | 0,28 |
| 5. Безопасность | 0,05 | 4 | 3 | 0,20 | 0,15 |
| 6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,16 | 5 | 4 | 0,80 | 0,64 |
| 7. Возможность подключения в сеть ЭВМ | 0,2 | 5 | 4 | 1,00 | 0,8 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | |
| 1. Конкурентоспособность лаборатории | 0,09 | 5 | 2 | 0,45 | 0,18 |
| 2. Уровень проникновения на рынок | 0,02 | 4 | 3 | 0,08 | 0,06 |
| 3. Цена | 0,04 | 4 | 3 | 0,16 | 0,12 |
| 5. Финансирование научной разработки | 0,01 | 4 | 3 | 0,04 | 0,03 |
| 5. Наличие сертификации | 0,08 | 5 | 5 | 0,40 | 0,4 |
| Итого | 1 | 53 | 46 | 4,61 | 3,25 |

Оценка конкурентных технических решений отразила преимущество лаборатории НОЦ «Вода» НИ ТПУ перед гидрохимической лабораторией «Х».

Так, как у научно-исследовательской лаборатории ТПУ «Вода» выше помехоустойчивость, энергоэкономичность, надежность, безопасность, функциональная мощность, возможность подключения ЭВМ – она более сильный конкурент.

1.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта и применяется для исследования внешней и внутренней среды исследования. Матрица SWOT составлена на основе анализа рынка и конкурентных технических решений, и показывает сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для разработки.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде [21]. Матрица SWOT представлена в таблице 3.

Таблица 24 – Матрица SWOT

| | Сильные стороны научного исследования | Слабые стороны научного исследования |
|---|---|---|
| | <p>С1.Комплексный многокомпонентный состав вод. С2.Наличие сертификации. С3.Низкая стоимость определений по сравнению с конкурентами. С4.Квалифицированный персонал. С5.Автоматизация процесса определения. С6.Наличие бюджетного финансирования.</p> | <p>Сл1. Низкая энергоэкономичность технологии. Сл2. Достаточно высокий уровень шума. Сл3. Низкий уровень проникновения на рынок. Сл4. Потребность в значительных объемах вычислительных ресурсов (мощностей компьютера).</p> |
| Возможности: | V1B2B4C2. Низкие цены привлекут большой спрос, что повысит уровень проникновения на рынок. V3C3.Дорогостоящее оборудование и высококвалифицированный персонал обосновывают увеличение цен на услуги лаборатории. V6. Выполнение анализа по низким ценам в сжатые сроки создаст высокий спрос. | V1B2B6Cл3Cл4. Увеличение конкурентоспособности требует высоких затрат. V2Cл3. Новые разработки требуют большого количества времени. V5Cл1Cл4. Потребность в высокой мощности компьютеров способствует низкой энергоэкономичности. |
| Угрозы: | У1C1C4C6. Высокий спрос будет основываться на низкой стоимости услуг на современном, профессиональном оборудовании. У3У4C3C5. Финансовое обеспечение в положенный срок приводит к увеличению сотрудников с высокой квалификацией, приводя лабораторию к своевременному прохождению аккредитации. | У1У2У3Cл3. Задержка финансового обеспечения приводит к утечке кадров, утрате спроса на услуги лаборатории, и уменьшению конкурентоспособности лаборатории. |
| <p>V1.Увеличение конкурентоспособности лаборатории V2.Использование инновационных разработок НИ ТПУ V3. Повышение стоимости на проведение анализов вод V4.Повышение уровня проникновения на рынок V5.Увеличение энергоэкономичности технологий V6.Появление дополнительного спроса на услуги</p> | | |

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научного исследования внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений [21]. Интерактивная матрица проекта с соотношением параметров представлена в таблице 4. Третьим этапом работы является создание итоговой матрицы SWOT на основе анализа полученной интерактивной матрицы (табл. 3).

Таблица 25 – Интерактивная матрица проекта

| Сильные стороны проекта | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Возможности проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| | B1 | - | + | - | - | - | 0 |
| | B2 | 0 | 0 | + | 0 | - | + |
| | B3 | 0 | - | + | - | + | - |
| | B4 | - | + | 0 | - | + | 0 |
| | B5 | - | - | - | + | - | - |
| | B6 | - | + | - | + | 0 | - |

Продолжение таблицы 25

| Слабые стороны проекта | | | | | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| Возможности проекта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 |
| | B1 | - | - | + | - |
| | B2 | - | - | + | 0 |
| | B3 | 0 | - | + | - |
| | B4 | - | - | + | - |
| | B5 | + | 0 | - | + |
| | B6 | + | + | + | + |

Продолжение таблицы 25

| Сильные стороны проекта | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Угрозы проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| | У1 | + | + | - | + | - | - |
| | У2 | - | + | 0 | + | + | 0 |
| | У3 | - | - | + | - | - | + |
| | У4 | - | - | + | 0 | - | - |

Продолжение таблицы 25

| Слабые стороны проекта | | | | | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| Угрозы проекта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 |
| | У1 | - | - | + | - |
| | У2 | - | - | + | - |
| | У3 | 0 | - | + | + |
| | У4 | - | - | - | - |

1.2 Инициация проекта

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать, и влиять на общий результат научного проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта [21].

1.2.1 Цели и результаты проекта

Перед определением целей необходимо привести заинтересованные стороны (лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно) проекта (табл. 26) [21].

Таблица 26 – Заинтересованные стороны проекта

| Заинтересованные стороны проекта | Ожидание заинтересованных сторон |
|--|---|
| Пользователи, заказчики (государство, организации, университеты) | Данные по химическому составу вод |
| Разработчик | Прибыль от выполнения исследований |
| Научный руководитель, студент | Выпускная квалификационная работа |

В таблице 27 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 27 – Цели и результат проекта

| | |
|---|--|
| Цели исследования: | Определение гидрологических характеристик необходимых для расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ в реку Чузик. |
| Ожидаемые результаты проекта: | Определение основных гидрологических характеристик реки Чузик при наличии, недостаточности и отсутствии данных наблюдений; Анализ многолетних изменений гидрологических характеристик; Оценка современного эколого-геохимического состояния и выявление закономерностей его изменения. |
| Критерии приемки результата проекта: | Соответствие результатов целям проекта. |
| Требования к результату проекта: | Требование: Соответствие полученных в ходе исследования данных нормативным стандартам, а также согласованность с литературными и фондовыми источниками |

1.2.2 Организационная структура проекта

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте (табл. 28).

Таблица 28 – Рабочая группа проекта

| № п/п | ФИО, основное место работы, должность | Роль в проекте | Функции | Трудозатраты, кал. дн. |
|--------|--|---|------------------------------|------------------------|
| 1 | Савичев О.Г., профессор отделения геологии, д.г.н. | Руководитель магистерской диссертации | Координация написания ВКР | 25 |
| 3 | Кузьмина Н.А., магистрант | Исполнитель | Написание ВКР | 191 |
| ИТОГО: | | | | 216 |

1.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (табл. 29) [21].

Таблица 29 – Ограничения проекта

| Фактор | Ограничения/ допущения |
|---|------------------------|
| 3.1. Сроки проекта: | 28.08.2017-30.05.2019 |
| 3.1.1. Дата утверждения плана управления проектом | 10.9.2018 |
| 3.1.2. Дата завершения проекта | 30.05.2019 |

1.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей [21].

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы: иерархическая структура работ проекта, план проекта, бюджет научного исследования [21].

1.3.1 Иерархическая структура работ проекта



Рисунок 9 – Иерархическая структура по ВКР

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта [21]. На рисунке №1 представлен шаблон иерархической структуры.

1.3.2 План проекта

Составление плана работ помогает рассчитать и выполнить работу своевременно. В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный план проекта (табл. 10)

Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты являются основной частью стоимости разработки проекта.

Трудоемкость выполнения проекта оценивается в человеко-днях и носит

вероятностный характер [21].

Среднее (ожидаемое) значение трудоемкости:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

где, $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел-дн;

$t_{\min i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел-дн;

$t_{\max i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы.

После определения ожидаемой трудоемкости работ необходимо рассчитать продолжительность каждой из работ в рабочих днях T_p . Величина T_p учитывает параллельность выполнения этих работ несколькими исполнителями [21].

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Разработка графика проведения проекта

Далее необходимо рассчитать продолжительность каждой из работ в рабочих днях T_p . Величина T_p учитывает параллельность выполнения этих работ несколькими исполнителями.

Длительность каждого этапа работ из всех рабочих дней могут быть переведены в календарные дни с помощью следующей формулы:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Пример расчета для 1 этапа работ (составление технического задания):

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 5}{5} = 3 \text{ чел – дней}$$

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{ч_i} = \frac{3}{1} = 3 \text{ дня}$$

В случае шестидневной рабочей недели коэффициент календарности равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,47$$

Продолжительность выполнения работы в календарных днях:









$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 3 \times 1,47 = 4 \text{ дня}$$

На основе полученных данных получен календарный план-график (диаграмма Ганта).

Таблица 30 – Временные показатели

| Название работы | Трудоемкость работ | | | | | | Длительность работ в рабочих днях, T_{pi} | | Длительность работ в календарных днях, T_{ki} | |
|----------------------------------|----------------------------|----|----------------------------|----|----------------------------|-------|---|-------|---|-------|
| | t_{min} , чел-дни | | t_{max} , чел-дни | | $t_{\text{ож}i}$, чел-дни | | | | | |
| | Р | М | Р | М | Р | М | Р | М | Р | М |
| Составление технического задания | 2 | | 5 | | 3,2 | | 3,2 | | 4,4 | |
| Изучение литературы | | 7 | | 14 | | 9,8 | | 9,8 | | 14,4 |
| Первичная обработка результатов | | 5 | | 10 | | 7 | | 7 | | 10,3 |
| Расчет характеристик | | 10 | | 15 | | 12 | | 12 | | 17,6 |
| Аналитическая обработка | | 4 | | 9 | | 6 | | 6 | | 8,8 |
| Написание отчета | | 30 | | 60 | | 42 | | 42 | | 61,7 |
| Составление отчета | | 26 | | 51 | | 36 | | 36 | | 52,9 |
| Проверка результатов | 10 | | 20 | | 14 | | 14 | | 20,6 | |
| Итого | | | | | 17,2 | 112,8 | 17,2 | 112,8 | 25 | 190,7 |

Таблица 31 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

| № | Вид работ | Исполнители | Т _к , кал.дн. | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | январь | февраль | март | апрель | май | июнь |
|---|----------------------------------|-------------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|------|
| 1 | Составление технического задания | Р | 4 |  | | | | | | | | | |
| 2 | Изучение литературы | М | 14 | |  | | | | | | | | |
| 3 | Первичная обработка результатов | М | 10 | | |  | | | | | | | |
| 4 | Расчет характеристик | М | 18 | | | |  | | | | | | |
| 5 | Аналитическая обработка | М | 9 | | | | |  | | | | | |
| 6 | Написание отчета | М | 62 | | | | | |  | | | | |
| 7 | Составление отчета | М | 53 | | | | | | |  | | | |
| 8 | Проверка результатов | Р | 21 | | | | | | | | |  | |

 Руководитель

 Магистрант

1.3.3. Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 19 [21].

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

Расчет стоимости материальных затрат производится согласно действующим прейскурантам и договорным ценам научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода» (НИ ТПУ). В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (4% от цены) и затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты представлены в табл. 32.

Таблица 32 - Перечень лабораторной посуды и материалов

| Наименование | Единица измерения | Количество | Сметная стоимость | |
|--|-------------------|------------|-------------------|------------|
| | | | Цена за ед., руб | Всего, руб |
| Посуда | | | | |
| Пробирки центрифужные конические с завинчивающейся крышкой одноразовые стерильные, 50 мл | шт | 5 | 10 | 50 |
| Стакан лабораторный | шт | 2 | 40 | 80 |
| Колба коническая | шт | 3 | 55 | 165 |
| Бутылка пластиковая, 1,5 л | шт | 20 | 10 | 200 |
| Материалы для маркировки проб | | | | |
| Изолента | шт | 2 | 30 | 60 |
| Ножницы | шт | 1 | 60 | 60 |
| <i>Всего за материалы</i> | | | | 615 |
| <i>Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)</i> | | | | 25 |
| <i>Итого по статье С_м</i> | | | | 640 |

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Амортизационные отчисления для приборов, определяющих концентрации микрокомпонентов в лаборатории.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы (с изменениями на 28 апреля 2018 года)» приборы и аппаратура для физического или химического анализа относятся к третьей амортизационной группе со сроком полезного использования от 3-х до 5 лет.

Норма амортизации была вычислена линейным методом по формуле (Налоговый кодекс часть 2 глава 25 статья 259 п.1):

$$1/n \times 100\%, \quad (5)$$

где n – срок службы оборудования.

Таблица 33 – Расчет амортизации основного оборудования лаборатории

| Наименование | Цена за единицу, руб. | Цена за единицу (с НДС 20%), руб. | Срок службы | Норма амортизации | Амортизационные отчисления, руб |
|---|-----------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------|---------------------------------|
| Масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой, «NexION 300D» (США, PerkinElmer) | 12 076 159 | 14 491 391 | 5 | 20% | 2 898 278 |

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата руководителя и магистранта, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда (Приказ №5994 ТПУ от 25.05.2016 г.). В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда).

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (6)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (профессор, д.г.н) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \times T_{\text{раб}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{раб}}$ - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб (в качестве месячного оклада магистра выступает стипендия, которая составляет 1906 руб);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 45 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6 - дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала (в рабочих днях) (табл.35).

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \times (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}, \quad (9)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб. (трудоустройство научного руководителя на 0,1 ставку);

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

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями (профессор, д.г.н). Базовый оклад $Z_б$ определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием ТПУ. Размер окладов ППС и НС ТПУ (Приказ №5994 ТПУ от 25.05.2016 г.)

Тогда,

Для руководителя:

$$Z_м = Z_б \times (k_{пр} + k_д) \times k_p = 36800 \times 0,1(0,3 + 0,2) \times 1,3 = 2392 \text{ руб}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_м \times M}{F_д} = \frac{2392 \times 10,4}{247} = 100,7 \text{ руб}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_{раб} = 100,7 \times 17 = 1711,9 \text{ руб}$$

2) Для магистранта:

$$Z_м = Z_б \times (k_{пр} + k_д) \times k_p = 1906 \times 0,1(0,3 + 0,2) \times 1,3 = 1238,9 \text{ руб}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_м \times M}{F_д} = \frac{1238,9 \times 10,4}{247} = 52,2 \text{ руб}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_{раб} = 52,2 \times 113 = 5898,6 \text{ руб}$$

Таблица 34 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Научный руководитель | Магистр |
|---|----------------------|---------|
| Календарное число дней | 365 | 365 |
| Количество нерабочих дней | 118 | 118 |
| Действительный годовой фонд рабочего времени, $F_д$ | 247 | 247 |

Таблица 35 – Результаты расчета основной заработной платы

| Исполнители | $Z_б$, | $k_{пр}$ | $k_д$ | k_p | $Z_м$, | $Z_{дн}$, | T_p , | $Z_{осн}$, |
|--------------|---------|----------|-------|-------|---------|------------|----------|-------------|
| | руб. | | | | руб | руб. | раб. дн. | руб. |
| Руководитель | 36800 | 0,30 | 0,20 | 1,30 | 2392 | 100,7 | 17 | 1711,9 |
| Магистр | 1906 | | | | 1238,9 | 52,2 | 113 | 5898,6 |
| Итого | | | | | | | | 7610,5 |

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (1711,9 + 5898,6 + 205,4 + 707,8) = 2557,11,$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (по данным на 2019 год это 30% (Согласно Федеральному закону от 31.12.2017 № 484-ФЗ)).

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями

Стоимость химического анализа природных вод в аккредитованной Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Научно-образовательного центра «Вода» (НИ ТПУ).

Таблица 36 – Стоимость химического анализа вод

| Определяемые компоненты | Лаборатория | Стоимость анализа, руб | Общие затраты | Цена с учётом НДС, руб |
|--------------------------|----------------|------------------------|---------------|------------------------|
| Комплекс из 60 элементов | НОЦ «Вода» ТПУ | 2000 | 90000 | 108000 |

Накладные расходы

В эту статью относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 15 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации [21].

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = k_{накл} * (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (10)$$

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{накл} = 0,15 * (7610,5 + 913,2) = 1278,55 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в

качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [21].

Таблица 37 – Бюджет затрат НТИ

| Статьи | | | | | | | | |
|--------|-------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|-------------------|------------------------------|
| № | Сырье, материалы, | Специальное оборудование | Основная заработная плата | Дополнительная заработная плата | Отчисления на социальные нужды | Оплата работ, выполняемых сторонними организациями | Накладные расходы | Итого плановая себестоимость |
| 1 | 640 | 2898278 | 7610,5 | 913,2 | 2557,11 | 108000 | 1278,55 | 3 019 277 |
| 2 | 1501 | 1992131 | 50122 | 6557 | 17889 | 411021 | 8733 | 2 487 954 |

* 1 – НОЦ «Вода» ТПУ; 2 – Лаборатория «Х»

1.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты [21].

1.4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска [21].

Динамические методы оценки инвестиций базируются на применении показателей:

- чистая текущая стоимость (**NPV**);
- срок окупаемости (**DPР**);
- внутренняя ставка доходности (**IRR**);

- индекс доходности (PI).

Все перечисленные показатели основываются на сопоставлении чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности, и их приведении к определенному моменту времени. Теоретически чистые денежные поступления можно приводить к любому моменту времени (к будущему либо текущему периоду). Но для практических целей оценку инвестиции удобнее осуществлять на момент принятия решений об инвестировании средств [21].

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (11)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Чистая текущая стоимость (NPV)

Данный метод основан на сопоставлении дисконтированных чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности [21].

Если инвестиции носят разовый характер, то **NPV** определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0, \quad (12)$$

где $ЧДП_{опt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t=0, 1, 2 \dots n$);

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Чистая текущая стоимость является абсолютным показателем. Условием экономичности инвестиционного проекта по данному показателю является выполнение следующего неравенства: $NPV > 0$ [21].

Чем больше NPV , тем больше влияние инвестиционного проекта на экономический потенциал предприятия, реализующего данный проект, и на экономическую ценность этого предприятия [21].

Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, если NPV является положительной.

Таблица 38 - Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

| № | Наименование показателей | Шаг расчета | | | | |
|-----|--|-------------|----------|----------|---------|----------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Выручка от реализации, тыс.руб. | 0 | 3040,31 | 3040,31 | 3040,31 | 3040,31 |
| 2. | Итого приток, тыс.руб. | 0 | 3040,31 | 3040,31 | 3040,31 | 3040,31 |
| 3. | Инвестиционные издержки, тыс.руб. | -3019,277 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4. | Операционные затраты, тыс. руб. | 0 | 2898,28 | 2898,28 | 2898,28 | 2898,28 |
| 5. | Налогооблагаемая прибыль | | 142,03 | 142,03 | 142,03 | 142,03 |
| 6. | Налоги, тыс. руб | 0 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 |
| 7. | Итого отток, тыс.руб. | -3019,277 | 2926,68 | 2926,68 | 2926,68 | 2926,68 |
| 8. | Чистый денежный поток, тыс. руб. | -3019,277 | 113,63 | 113,63 | 113,63 | 113,63 |
| 9. | Коэффициент дисконтирования (приведения при $i = 20\%$) | 1 | 0,833 | 0,694 | 0,578 | 0,482 |
| № | Наименование показателей | Шаг расчета | | | | |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10. | Дисконтированный чистый денежный поток, тыс.руб. | -3019,277 | 94,65 | 78,86 | 65,678 | 54,77 |
| 11. | То же нарастающим итогом, тыс.руб. | -3019,277 | -2924,63 | -2845,77 | -2780,1 | -2725,32 |

NPV является отрицательной, инвестиционный проект считается не выгодным.

Дисконтированный срок окупаемости

Одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени. Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости [21].

Рассчитывается данный показатель примерно по той же методике, что и простой срок окупаемости, с той лишь разницей, что последний не учитывает фактор времени [21].

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока [21].

Таблица 39 – Дисконтированный срок окупаемости

| № | Наименование показателя | Шаг расчета | | | | |
|----|---|---------------------------------------|----------|---------|---------|---------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$) | -3019,277 | 94,65 | 78,86 | 65,678 | 54,77 |
| 2. | То же нарастающим итогом | -3019,277 | -2924,63 | -2845,8 | -2780,1 | -2725,3 |
| 3. | Дисконтированный срок окупаемости | $PP_{диск} = 1 + 2924/78,86 = 38$ лет | | | | |

Внутренняя ставка доходности (IRR)

Для установления показателя чистой текущей стоимости (NPV) необходимо располагать информацией о ставке дисконтирования, определение которой является проблемой, поскольку зависит от оценки экспертов. Поэтому, чтобы уменьшить субъективизм в оценке эффективности инвестиций на практике широкое распространение получил метод, основанный на расчете внутренней ставки доходности (IRR) [21].

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость.

Таблица 40 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

| No | Наименование показателя | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|----|---|-----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | Чистые денежные потоки | -3019,277 | 3040,3 | 3040,3 | 3040,3 | 3040,3 | |
| 2 | коэффициент дисконтирования | | | | | | |
| | i=0,1 | 1 | 0,909 | 0,826 | 0,751 | 0,683 | |
| | i=0,2 | 1 | 0,833 | 0,694 | 0,578 | 0,482 | |
| | i=0,3 | 1 | 0,769 | 0,592 | 0,455 | 0,35 | |
| | i=0,4 | 1 | 0,714 | 0,51 | 0,364 | 0,26 | |
| | i=0,5 | 1 | 0,667 | 0,444 | 0,295 | 0,198 | |
| | i=0,6 | 1 | 0,625 | 0,39 | 0,244 | 0,095 | |
| | i=0,7 | 1 | 0,588 | 0,335 | 0,203 | 0,07 | |
| | i=0,8 | 1 | 0,556 | 0,309 | 0,171 | 0,095 | |
| | i=0,9 | 1 | 0,526 | 0,277 | 0,146 | 0,077 | |
| | i=1 | 1 | 0,5 | 0,25 | 3:00 | 0,006 | |
| 3 | Дисконтированный денежный поток, тыс. руб | | | | | | |
| | i=0,1 | -3019,277 | 2745,52 | 2494,92 | 2268,48 | 2063,17 | 6552,8 |
| | i=0,2 | -3019,277 | 2516,06 | 2096,38 | 1746,14 | 1456,29 | 4795,6 |
| | i=0,3 | -3019,277 | 2322,82 | 1788,41 | 1374,77 | 1057,75 | 3524,5 |
| | i=0,4 | -3019,277 | 2156,76 | 1540,83 | 1100,02 | 786,01 | 2564,3 |
| | i=0,5 | -3019,277 | 2014,86 | 1341,56 | 891,69 | 598,82 | 1827,6 |
| | i=0,6 | -3019,277 | 1888,05 | 1178,52 | 737,7 | 287,83 | 1072,8 |
| | i=0,7 | -3019,277 | 1776,33 | 1012,46 | 613,91 | 212,35 | 595,78 |
| | i=0,8 | -3019,277 | 1679,72 | 933,96 | 517,3 | 287,83 | 399,53 |
| | i=0,9 | -3019,277 | 1589,14 | 837,34 | 441,81 | 233,48 | 82,5 |
| | i=1 | -3019,277 | 1510,64 | 755,82 | 91,58 | 19,12 | -642,1 |

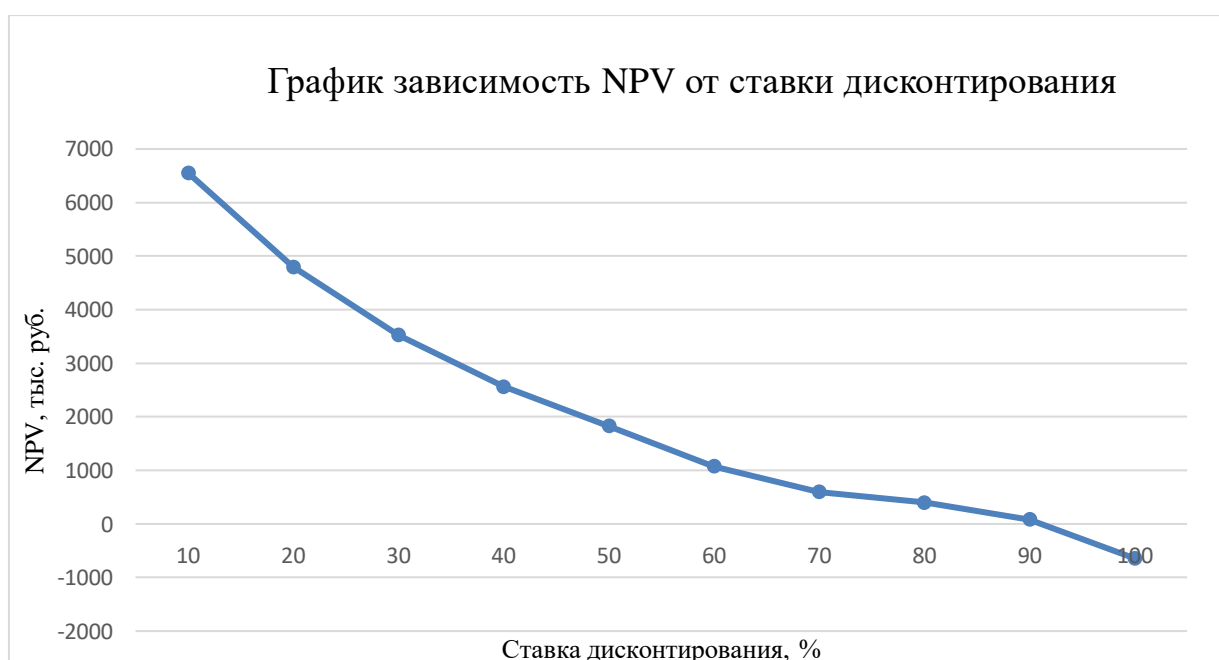


Рисунок 10 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Из графика получаем, что IRR составляет 0,9.

1.4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения [21].

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (13)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля) [21].

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (табл. 41).

Таблица 41 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Критерии | Весовой коэффициент | Оценка разработки в баллах | | Показатель ресурсоэффективности | |
|------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|
| | | Лаборатория НОЦ «Вода» ТПУ | Лаборатория «Х» | Лаборатория НОЦ «Вода» ТПУ | Лаборатория «Х» |
| Время выполнения работ | 0,1 | 3 | 3 | 0,3 | 0,3 |
| Цена | 0,15 | 4 | 3 | 0,6 | 0,45 |
| Помехоустойчивость | 0,15 | 5 | 2 | 0,75 | 0,3 |
| Энергоэкономичность | 0,2 | 3 | 2 | 0,6 | 0,4 |
| Надежность | 0,25 | 5 | 3 | 1,25 | 0,75 |
| Точность анализа | 0,15 | 5 | 4 | 0,75 | 0,45 |
| Итого: | 1 | 25 | 17 | 4,25 | 2,65 |

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_i^p}{\Phi_{\max}^p} = \frac{3}{25} = 0.12$$

$$I_{\Phi}^a = \frac{\Phi_i^a}{\Phi_{\max}^a} = \frac{3}{17} = 0.18$$

$$I_T^p = 4.25$$

$$I_{T1}^a = 2.65$$

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_T^p}{I_{\Phi}^p} = \frac{4.25}{0.12} = 35.4$$

$$I_{\text{финр}}^a = \frac{I_T^a}{I_{\Phi}^a} = \frac{2.65}{0.18} = 14.72$$

$$\Xi_{\text{ср}}^* = \frac{I_{\Phi}^p}{I_{\Phi}^a} = \frac{0.12}{0.18} = 0.67$$

Таблица 42 – Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели | Аналог | Разработка |
|-------|---|--------|------------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 0.18 | 0.12 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 2.65 | 4.25 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 14.72 | 35.4 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 0.67 | 1,5 |

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности [21].

1.4.3 Ресурсосбережение

Данные могут быть использованы предприятиями, проводящими водоподготовку и дальнейшее водоснабжение территории; экологическими мониторинговыми кампаниями, также данные могут быть пригодны в гидрогеохимических исследованиях, инженерно-экологических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических изысканиях [21].

Также, полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего изучения гидрологических условий исследуемой территории, для составления проекта нормативов допустимых сбросов для утверждения и согласования с государственным самоуправлением [21].

В работе выявлены закономерности преобладания тех или иных ионов в составе в зависимости от принадлежности вод к территории водосборного бассейна и гидрогеологических условий.

Комплексный анализ, позволит усовершенствовать информационное обеспечение, решение задач, выявить условия улучшения рационального водопользования и охрану водных ресурсов на исследуемой территории.

1.4.4 Социальная эффективность

Социальная эффективность учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты [21].

Район исследований приурочен к водосборному бассейну реки Чузик Парабельского района.

В долине реки Чузик (бассейн реки Обь), недалеко от села Пудино находится город Кедровый в 480 км к западу от Томска. Кедровый является центром Пудинского нефтегазодобывающего района при этом оставаясь одним из самых малонаселенных городов в России.

Перспективы развития города связаны с разработкой нефтяных и газовых месторождений.

Динамика изменения расчетных гидрологических величин, используемых для определения норматива допустимого сброса оказывает положительное влияние на улучшение окружающей среды, в частности водных ресурсов. Соответственно, результат точной оценки допустимого сброса, обеспечит лучшую очистку сточных вод, что приведет к улучшению качества питьевой воды. В итоге улучшится здоровье населения и уйдет необходимость покупать воду в пластиковых бутылках, что обеспечит экономию средств населения и избавит окружающую среду от лишнего пластика в отходах.

Изучение химического состава подземных и поверхностных вод территории может способствовать перспективе снижения антропогенной нагрузки и улучшению качества очистки сточных вод. Нормативы допустимого воздействия деятельности на водные объекты являются решением проблемы антропогенного воздействия на водную среду. Нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ являются важной составляющей нормативов допустимого воздействия. Одной из задач нормативов допустимых сбросов является оценка допустимой концентрации веществ в сточных водах.

Для расчетов необходимо знать фоновую концентрацию веществ в водах исследуемой территории.

Таблица 43 – Критерии социальной эффективности

| ДО | ПОСЛЕ |
|---|--|
| Недостаточная гидрогеологическая изученность территории | Выявлены основные закономерности химического состава; определены основные характеристики |
| Недостаточная изученность гидрологических характеристик | Произведен комплексный анализ многолетних изменений гидрологических характеристик |
| Недостаточность данных современного эколого-геохимического состояния объекта исследования | Произведена оценка современного эколого-геохимического состояния и выявление закономерностей его изменения |

Заключение

В результате выполненной работы проведен анализ конкурентных решений, в отношении определения химического состава природных вод между НОЦ «Вода» ТПУ и химической лабораторией «Х». В результате работы был выбрана лаборатория с наиболее эффективным способом определения многокомпонентного состава вод. При сопоставлении методов анализа, в лаборатории ТПУ оказался более широким выбор методик определения. Были определены сильные и слабые стороны научного исследования. Построен календарный план–график проведения работ для каждого из исполнителей проекта. Общее количество дней на выполнение исследования составляет 216 дней. Стоимость затрат составила 3 019 277руб. Интегральный показатель ресурсоэффективности для лаборатории НОЦ «Вода» ТПУ выше, чем для Лаборатории «Х».

В результате выполнения данного раздела можно сделать вывод о эффективности и целесообразности проведения работы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2ВМ72 | Кузьминой Наталье Андреевне |

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|---|
| Школа | ИШПР | Отделение | геологии |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» |

Тема ВКР:

| | |
|--|---|
| Условия разбавления сточных вод в бассейне реки Чузик (Томская область, Парабельский район) | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Объект исследования – данные химического состава сточных вод в бассейне реки Чузик. Виды работ: полевые исследования; камеральная обработка результатов исследования. Область применения: инженерные изыскания. |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019); СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СНиП 12-03–2001; РД 52.88.699-2008; ГОСТ 12.4.011-89; Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета. |
| 2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия | Анализ выявленных вредных и опасных факторов: – отклонение показателей микроклимата; – превышение уровня шума; – превышение уровня электромагнитных излучений; – электрический ток; – недостаточная освещенность рабочей зоны – пожароопасность. |
| 3. Экологическая безопасность: | Во время проведения ВКР никакой экологической опасности не оказывалось. |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Возможные ЧС: - Пожар. |

| | |
|--|----------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 14.12.17 |
|--|----------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент ООТД ШБИП | Будницкая Юлия Юрьевна | к.т.н. | | 14.12.2017 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------------|----------------------------|----------------|-------------|
| 2ВМ72 | Кузьмина Наталья Андреевна | | 14.12.17 |

Введение

Цель работы – определение гидрологических характеристик необходимых для расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ в реку Чузик.

При сбросе сточных вод в подземные водоносные горизонты и поверхностные водные объекты осуществляется отрицательное влияние на окружающую среду. Использование водных ресурсов иррациональным образом, некорректная очистка сточных вод и недостаточная охрана водных ресурсов ухудшает водохозяйственную обстановку.

Нормативы допустимого воздействия деятельности на водные объекты являются решением проблемы антропогенного воздействия на водную среду. Нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ являются важной составляющей нормативов допустимого воздействия. Одной из задач нормативов допустимых сбросов является оценка допустимой концентрации веществ в сточных водах.

Недостаток информации и расхождение в расчетах допустимой концентрации веществ в сточных водах являются актуальными причинами для совершения комплексного анализа и усовершенствования данных. С практической точки зрения, проведение анализа условий разбавления сточных вод может поспособствовать усовершенствованию решений задач, связанных с рациональным использованием и охраной водных ресурсов.

В долине реки Чузик находится город Кедровый, рядом с селом Пудино, в 480 км к западу от Томска. Город является центром Пудинского нефтегазодобывающего района, оставаясь одним из самых малонаселенных в России. Разработка нефтяных и газовых месторождений является главной перспективой развития города.

Исследования в области гидрологических условий реки относятся к камеральному этапу (обработка данных с помощью персональных электронных вычислительных машин (ПЭВМ) в аудиториях ТПУ и научно технических

библиотеках ТПУ и ТГУ). Соответственно в разделе будет описан камеральный этап.

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Охрана труда и техника безопасности – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Режим рабочего времени - один из важнейших факторов организации труда. Вид режима определяет уровень производительности, в том числе его экономическую эффективность. Известно, что при напряженном виде трудовой деятельности, при продолжительном труде, можно испытывать нервную перегрузку, накапливается так называемая психологическая усталость, иногда ее называют производственной усталостью.

По своей продолжительности рабочая неделя может быть как нормальной, т. е. 40-часовой, так и сокращенной либо неполной. Основным видом рабочей недели является пятидневная. По структуре, которую определяет работодатель, пятидневная рабочая неделя состоит из пяти рабочих и двух выходных дней. Как правило, шестидневная рабочая неделя устанавливается на предприятиях, где по характеру производства и условиям труда нецелесообразно введение пятидневной рабочей недели. Так, по графику шестидневной рабочей недели работают многие учебные заведения, большинство больниц и иные социальные учреждения.

Согласно ст. 95 ТК РФ накануне выходных дней продолжительность работы при шестидневной рабочей неделе не может превышать пяти часов. Продолжительность рабочего дня или смены, непосредственно предшествующих нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час.

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на ПК и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности.

Виды трудовой деятельности на ПК разделяются на 3 группы: группа А — работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом; группа Б — работа по вводу информации; группа В — творческая работа в режиме диалога с ПК. Если в течение рабочей смены пользователь выполняет разные виды работ, то его деятельность относят к той группе работ, на выполнение которой тратится не менее 50% времени рабочей смены.

В таблице приведены категории тяжести и напряженности работ в зависимости от уровня нагрузки за рабочую смену.

Таблица 43 – Виды категорий трудовой деятельности с ПК

| Категория работы по тяжести и напряженности | Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работы на ПК | | |
|---|--|-------------------------------|-----------------------------|
| | Группа А Количество знаков | Группа Б Количество знаков | Группа В Время работы, ч |
| 1 | До 20000 | До 15000 | До 2,0 |
| 2 | До 40000 | До 30000 | До 4,0 |
| 3 | До 60000 | До 40000 | До 6,0 |

Рабочее место - это зона, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя. Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение.

Общие требования для рабочих мест:

- достаточное рабочее пространство для человека (площадь на одно рабочее место с компьютером для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м²);

- достаточные физические, зрительные и слуховые связи между человеком и машиной;

- оптимальное размещение рабочего места в помещении;

- помещения с компьютерами должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

- Для внутренней отделки интерьера помещений с компьютерами должны использоваться диффузно-отражающие материалы.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя, который обязан обеспечить

безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить, соответствующие требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте, режим труда и отдыха работников.

При проведении работ необходимо строгое выполнение требований по технике безопасности на основе соответствующих нормативных документов по технике безопасности работ в строительстве [2]. Весь выполняемый труд должен производиться согласно правилам, инструкциям и планам мероприятий.

К производству работ допускаются лица, имеющие специальную техническую подготовку, прошедшие обучение безопасным методам работы и сдавшие проверочные испытания в установленном порядке. Допуск к работе лиц, находящихся в нетрезвом состоянии, запрещается. Все работники должны пройти инструктаж по технике безопасности [3].

Все виды работ должны выполняться в строгом соответствии с общими требованиями пожарной безопасности согласно Федеральному закону №123 [5].

В СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, представлены требования к помещениям для работы с ПЭВМ).

2. Производственная безопасность

Вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при выполнении данной выпускной квалификационной работы, согласно ГОСТ 12.0.003-2015.

Таблица 44 – Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) | Этапы работ | Нормативные документы |
|--|-------------|--|
| | Камеральный | |
| 1.Отклонение показателя микроклимата | + | СанПиН 2.2.4.548-96 ГОСТ 12.1.005-88 СП 60.13330.2016 |
| 2.Превышение уровня шума | + | ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.029-80 СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 |
| 3.Недостаточная освещенность рабочей зоны | + | ГОСТ Р 55710-2013 СП 52.13330.2016 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 |
| 4.Превышение уровня электромагнитных излучений | + | СанПиН 2.2.4.3359-16 ГОСТ 12.1.006-84 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 |
| 5.Электрический ток | + | ГОСТ 12.1.019- ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.038–82 ПУЭ ПОТЭЭ |
| 6.Пожароопасность | + | ГОСТ 12.1.004-91 СП 12.13130.2009 СП 112.13330.2011 |

2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов, и мероприятия по их устранению в камеральных условиях

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Особое влияние на микроклимат оказывают источники согласно СанПиН 2.2.4.548-96 температуры воздуха и поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения. Влияние параметров микроклимата на человека осуществляется постоянно при нахождении человека в производственном помещении. Неблагоприятное воздействие на человека микроклиматических параметров

производственного помещения возможно только при отклонении их значений от установленных норм СанПиН 2.2.4.548–96.

Действие на человека высоких температур и теплового излучения может явиться причиной перегревания. Охлаждение и переохлаждение на производстве возникают в результате действия на организм низких и пониженных температур воздуха, иногда в сочетании с высокой влажностью. Местное и общее охлаждение организма является причиной ряда заболеваний. Переохлаждение организма ведет к заболеваниям простудного характера – ангине, острым респираторным заболеваниям, пневмонии. При этом снижается и общая иммунологическая сопротивляемость организма.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в ГОСТ 12.1.005-88, СанПиН 2.2.4.548-96. Наши работы в помещении относятся к категории Ib - работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/час, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры - обычными системами вентиляции и отопления. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха помещений проектируется в соответствии с требованиями СП 60.13330.2012.

Параметры микроклимата согласно СанПиН 2.2.4.548 приведены в табл. 2. В течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах параметры не должны выходить за пределы указанных значений, указанных в таблице.

Таблица 45 - Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне

| Сезон года | Категория работ | Температура, °С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/сек |
|------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|
| Холодный | Iб | 21 - 23 | 60-40 | 0,2 |
| Теплый | Iб | 22 - 24 | 60-40 | 0,3 |

Для поддержания оптимальных значений микроклимата используется система отопления и кондиционирования воздуха, для повышения влажности

воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха с дистиллированной или кипяченой питьевой водой, а также не забывать про проветривания помещения во время перерывов и делать влажную уборку.

Превышение уровня шума

Основным источником шума в зданиях различного назначения является технологическое и инженерное оборудование.

Шум, возникающий при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха. Шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека - затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. В данном случае шум может создаваться работающим оборудованием (установками воздуха (воздуходувка), преобразователями напряжения).

Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Защита от шума должна достигаться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты (оградительные устройства; звукоизолирующие, звукопоглощающие устройства; глушители шума; устройства автоматического контроля и сигнализации; устройства дистанционного управления) и индивидуальной защиты (вкладыши, наушники и шлемофоны), а также строительно-акустическими методами. Основные мероприятия по борьбе с шумом: экранирование шума преградами, использование средств индивидуальной защиты против шума согласно ГОСТ 12.1.029-80.

В аудиториях ТПУ уставлены перегородки экранирующие шум.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Рабочее место при камеральных работах, как правило, должно быть оборудовано совместным освещением. Искусственное

освещение обеспечивается электрическими источниками света и применяется для работы в темное время суток, а днем при недостаточном естественном освещении. Источниками света при искусственном освещении являются газоразрядные лампы низкого и высокого давления и лампы накаливания.

Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами СП 52.13330.2016 - требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютерное оборудование, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно. Рекомендуемая освещённость для работы с экраном дисплея составляет 200 лк, а при работе с экраном в сочетании с работой над документами - 400 лк.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 в табл.46. представлены нормируемые количественные и качественные параметры освещения.

Таблица 46 - Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения

| Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО освещенности и высота плоскости над полом, м | Естественное | | Совмещенное | | Искусственное | | | | |
|---|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--|
| | КЕО e_n , % | | КЕО e_n , % | | Освещенность, лк | | | Показатель дискомфорта, М, не более | Коэффициент пульсации освещенности, Кл, % не более |
| | при верхнем или комбинированном | при боковом | при верхнем или комбинированном | при боковом | при комбинированном | | при общем | | |
| | | | | | всего | от общего | | | |
| Горизонтальная-0,8 | 3,5 | 1,2 | 2,1 | 0,7 | 500 | 300 | 40 | 15 | 10 |
| Экран дисплея: Вертикальная-1 | - | - | - | - | - | - | 20 | - | - |

В помещении используются люминесцентные лампы общего освещения, на столах применяются светильники - показатели освещенности находятся в норме. Для поддержания нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Превышение уровня электромагнитных излучений

Источником электромагнитного и ионизирующего излучения в помещении является ПЭВМ (компьютер). Наибольшую опасность для здоровья пользователя компьютера представляет электромагнитное излучение монитора, что является причиной появления в пространстве перед дисплеем электростатического, а вокруг дисплея – электромагнитного поля, спектральные составляющие которого сосредоточены в диапазоне частот 5 Гц – 400 кГц.

Поглощение организмом человека энергии электромагнитного излучения вызывает тепловой эффект. Начиная с определенного предела организм человека, не справляется с отводом теплоты от отдельных органов, и их температура может повышаться. В связи с этим воздействие электромагнитное излучение особенно вредно для тканей и органов (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевой пузыри). Облучение глаз может привести к ожогам роговицы, а облучение ЭМИ СВЧ-диапазона — к катаракте.

Предельно допустимые уровни ионизирующего облучения в диапазоне радиочастот определяются ГОСТ 12.1.006-84, безопасные уровни излучений регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в табл. 47 показаны допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений.

Таблица 47 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений

| Наименование параметров | | Уровни электромагнитных полей |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| Напряженность электрического поля | в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц м | 25 В/м |
| | в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц | 2,5 В/м |
| Плотность магнитного потока | в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц | 250 нТл |
| | в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц | 25 нТл |
| Электростатический потенциал экрана видеомонитора | | 500 В |

Основными методами защиты от электромагнитных излучений являются рациональное размещение излучающих объектов, ограничение места и времени

нахождения работающих в электромагнитном поле, защита расстоянием, т.е. удаление рабочего места от источника излучений.

В работе над ВКР методом защиты от электромагнитных излучений было уменьшение времени нахождения за ПК.

Электрический ток

Работа проводилась с использованием портативного персонального компьютера. Поэтому необходимо обеспечить электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое, биологическое, световое воздействие.

Наибольшую опасность представляют электрические удары. Электрический удар представляет собой возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся резкими судорожными сокращениями мышц, в том числе мышцы сердца, что может привести к остановке сердца.

Также возможен электрический шок, электрические ожоги, металлизация кожи, электрические знаки или электрические метки, электроофтальмия (воспаление наружных оболочек глаз под действием потока ультрафиолетовых лучей, испускаемых электрической дугой).

Опасность поражения людей электрическим током появляется при несоблюдении мер безопасности, а также при отказе или неисправности электрического оборудования.

В данном случае существует опасность электрического поражения в следующих случаях: при непосредственном соприкосновении с токоведущими частями во время ремонта ПК; при соприкосновении с токоведущими частями,

оказавшимися под напряжением; при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением. Имеется опасность короткого замыкания.

Безопасность при работе с электроустановками регламентирована ГОСТ 12.1.019-2017, правилами эксплуатации электроустановок, ГОСТ 12.1.030-81 и ГОСТ 12.1.038–82.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 секунд – 2 мА, при 10 секунд и менее – 6 мА.

Перед началом работы необходимо проверить исправность заземления, включить рубильник, электрическое питание компьютера, на котором планируется выполнение работы. Оборудование должно иметь изоляцию токопроводящих частей.

Применение защитных мероприятий регламентируется Правилами устройства и правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок. В этих документах приведены требования к персоналу, производящему работы в электроустановках, определены порядок и условия производства работ, рассмотрены организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

Наиболее простыми и достаточно эффективными средствами защиты являются заземление или зануление. В здании система питания осуществляется через трехфазное напряжение с глухо-заземленной нейтралью, существует контур заземления.

Пожароопасность

Источниками возгорания могут быть электрические схемы от ПЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать возгорание горючих материалов. Для отвода избыточной теплоты в ПК существуют системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Пожарная безопасность в помещении регламентируется СП 112.13330.2011 и ГОСТ 12.1.004-91.

Помещение для работы по пожарной и взрывной опасности относится к категории Г (умеренная пожароопасность) согласно СП 12.13130.2009.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. Основные средства пожаротушения электроустановок под напряжением являются хладоны, порошки, диоксид углерода. Пожарный датчик, расположенный в помещении, реагирует на появление дыма (дымовой извещатель).

3 Экологическая безопасность

Исследуемые образцы не представляют опасности окружающей среде. Никакого отрицательного воздействия на окружающую среду не оказывается.

4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В условиях рабочего помещения при работе на ПЭВМ с наибольшей вероятностью возможно возникновение пожара.

Пожарная безопасность зданий должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Здания должны иметь системы пожарной безопасности, направленные на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений. Также в зданиях необходимо предусмотреть технические средства (лестничные клетки, противопожарные стены, лифты, наружные пожарные лестницы, аварийные люки и т.п.), имеющие устойчивость при пожаре и огнестойкость конструкций не менее времени, необходимого для спасения людей при пожаре, и расчетного времени тушения пожара.

За невыполнение требований по вопросам предупреждения ЧС, защиты персонала и материальных ценностей от ЧС работники отдела могут привлекаться к материальной и административной ответственности.

Для уменьшения риска возникновения пожара в рабочем помещении необходимо систематически проверять целостность изоляционных покрытий электрических проводок, а также курить только в специально отведенных местах и несомненно проводить раз в год инструктаж по пожарной безопасности.

Источником возникновения пожара может являться неисправность электрической проводки.

В соответствии с п.109 ППБ-01-03 каждый гражданин при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) должен:

- незамедлительно сообщить об этом по городскому телефону 01, при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию;
- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара (воспользоваться огнетушителем) и сохранности материальных ценностей;
- в случае неучастия в пожаротушении эвакуироваться за пределы опасной зоны.

Выводы

Исследование не оказывает прямого влияния на здоровье человека и загрязнение экологии. При камеральной работе возможно влияние вредных факторов на здоровье работника. В результате работы над разделом были рассмотрены возможные опасные факторы и методы по их снижению составлено обоснование мероприятий по техносферной безопасности, и предотвращению ЧС при выполнении комплекса работ по изучению гидрологических условий реки Чузик.

Выявлены вредные и опасные факторы воздействия. Рассмотрены действия при возникновении ЧС и даны рекомендации по предотвращению и устранению их.

Заключение

В ходе проделанной работы был выполнен анализ водопотребления и водоотведения района исследования; статистический анализ данных гидрологических наблюдений; произведен расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах; была сделана проверка на однородность, случайность и на соответствие теоретической и эмпирической кривых распределения вероятностей. Описан водный режим реки Чузик, и хозяйственная деятельность района исследования.

Основываясь на результатах исследования можно сделать вывод, о том, что, загрязненность вод обусловлена токсичными веществами антропогенного происхождения. Основную часть степени загрязненности вносят нефтепродукты, железо общее, ХПК. Состояние реки Чузик остается неизменным на протяжении многих лет, вода остается. Большую роль играет заболоченность исследуемой территории, вследствие чего наблюдается высокое содержание органических веществ. Эколого-геохимическое состояние реки Чузик зависит от периода года. Весной состояние ухудшает большое количество органических веществ, а зимой достаточно плохие условия разбавления.

Рассмотренные воды реки Чузик, могут быть использованы по согласованию с органами санитарно-эпидемиологических служб.

Список литературы:

1. Букаты М.Б. Гидрогеологическое строение западной части сибирской платформы. Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Геология и геофизика, 2009, т. 50, № 11, с. 1201—1217.
2. Геологическая карта «Сибирский Федеральный округ. Геологическая карта», ответственный редактор А.А. Смыслов, 1995 г.
3. Геологическое строение окрестностей г.Томска (территории прохождения геологической практики) учебное пособие /С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 84с.
4. Геология СССР. Том 14. Западная Сибирь (Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская области, Алтайский край). Ч. 1. Геологическое описание / под ред. В. Д. Фомичева, И. Н. Звонарева. – 1967. – 664 с.
5. ГН 2.2.5.1313 – 03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
6. Годовой отчет ОАО «Востокгазпром» за 2014 год, 2015. – 54 с.
7. ГОСТ 12.0.003-2015 Межгосударственный стандарт. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
8. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
9. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
10. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
11. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности
12. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
13. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление
14. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
15. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация
16. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
17. ГОСТ 27574-87. ССБТ. Костюмы женские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Технические условия
18. ГОСТ 27575-87. Костюмы мужские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Технические условия

19. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений
20. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2017 году» / глав. ред. Ю. В. Лунева; редкол. : Ю. В. Лунева, Н. А. Чатурова ; сост. Н. А. Чатурова ; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». — Томск: Дельтаплан, 2018. — 158 с., ил.
21. Дзюбо В.В. Водоснабжение, канализациф, строительные системы охраны водных ресурсов – Томск: Вестник ТГАСУ №2,2010
22. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1. Речки и каналы. Том 1. Выпуск 10. РСФСР. Бассейны Оби. Новосибирск, 1984 г.
23. Инженерно-гидрометеорологические изыскания и гидрологические расчёты: Материалы лекционных и практических (практических и лабораторных работ) занятий: сост. О.Г. Савичев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томско-го политехнического университета, 2017. – 253 с.
24. Карта районирования нефтегазоносности, составлена по материалам ФГУП СНИИГГиМС (В.С. Старосельцев и др., 2005).
25. Льготин В.А., Савичев О.Г., Савичева О.Г. Эколого-геохимическое состояние ненарушенных болотных систем на территории Томской области (Западная Сибирь) – Томск: Издательство: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2008. – 97 с.
26. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / под ред. А.В. Рождественского и А.Г. Лобановой. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
27. Приказ Минздрава России от 21.03.2014 N 125н «Об утверждении национального календаря профилактических прививок и календаря профилактических прививок по эпидемическим показаниям»(ред. от 19.02.2019)
28. Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н (ред. от 15.11.2018) «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»
29. ПУЭ «Правила устройства электроустановок», издание 6. – М.: Минэнерго РФ, 2000
30. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. Средняя Обь. Монография. - Гидрометеиздат, 1972 г.
31. Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области / О.Г. Савичев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 248 с.

32. Савичев О.Г. Гидрология, метеорология и климатология: гидрологические расчеты: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 223 с.
33. Савичев О.Г. Экологическое нормирование: методы расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты суши: учебное пособие. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 3-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 100 с.
34. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий
35. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
36. СанПиН 2.2.4.3359-16.Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах
37. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
38. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
39. СНиП 12-03–2001. Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования : утв. постановлением Госстроя России от 23.07.2001 № 80. – Москва : Госстрой России, 2001. – 49 с.
40. СП 112.13330.2011. Пожарная безопасность зданий и сооружений. СНиП 21-01-97
41. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1)
42. СП 131.13330.2012 Строительная климатология.
- 43 СП 3.1.3.2352-08. Профилактика клещевого энцефалита
44. СП 33-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 72 с.
45. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
46. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003
47. Схема водоснабжения, водоотведения муниципального образования «Город Кедровый»

48. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
49. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
50. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.
51. Чемоданов С.Г. Средний сток рек Западной Сибири и его распределение в году. Труды Транспортного института ЗСФАН, вып. III. Новосибирск, 1952
52. Экологическое сопровождение разработки нефтегазовых месторождений. Вып. 1. Инженерно-экологические изыскания территории нефтяных и газовых месторождений, инвентаризация и рекультивация нефтезагрязненных земель: аналит. обзор / А.Г. Гендрин, Г.А. Надоховская, Т.Н. Сидоренко, Ю.П. Мыльников, В.А. Кондыков, А.А. Искрижитский, Е.С. Русинова, Л.А. Собанина, О.В. Ротарь; Гос. публ. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния Рос. акад. наук; ТомскНИПИнефть ВНК. Новосибирск, 2005. . 112 с., ил. . (Сер. Экология. Вып. 78).
53. Электронный ресурс: https://en.wikipedia.org/wiki/Activated_sludge
54. Электронный ресурс: <http://parabel.tomsk.ru/nature.html>
55. Электронный ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/Парабельский_район
56. Электронный ресурс: <https://ru.wikipedia.org/Чузык>
57. Электронный ресурс: <https://www.researchgate.net>
58. Электронный ресурс <http://www.wastewatersystem.net/2011/08/ion-exchange-application-in-wastewater.html>
59. D.M. Mahapatra, H.N. Chanakya, T.V. Ramachandra, Bioremediation and lipid synthesis through mixotrophic algal consortia in municipal wastewater, Bioresour. Technol. 168 (2014) 142–150. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2014.03.130>.
60. EPA, Environmental Regulations and Technology: The National Pretreatment Program, July 1986
61. F.M. Marshall, J. Holden, C. Ghose, B. Chisala, E. Kapungwe, J. Volk, et al., Contaminated irrigation water and food safety for the urban and peri-urban poor: appropriate measures for monitoring and control from field research in India and Zambia, Inception Report DFID Enkar R8160, SPRU, University of Sussex, 2007.
62. Olga Ergunova (a), Ronél Ferreira (b), Alisa Ignatenko (c), Vladislav Lizunkov (c)*, Elena Malushko (d), USE OF ION EXCHANGE FILTERS IN WASTEWATER TREATMENT. International Conference «Responsible Research and Innovation» 2016.

63. P. Rajasulochana *, V. Preethy. Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewage water – A comprehensive review. Department of Genetic Engineering, Bharath Institute of Higher Education and Research, Bharath University, Selaiyur, Chennai, India Received 1 September 2016.

Приложение А

Раздел 1

Various techniques in wastewater treatment

Студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------------|
| 2ВМ72 | Кузьмина Наталья Андреевна | | 20.05.2019 |

Руководитель ВКР:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------|------------|
| Профессор отделения геологии | Савичев Олег Геннадьевич | д.г.н., профессор | | 20.05.2019 |

Консультант – лингвист отделения ОИЯ ИШПР:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|-----------------------------|---------------------------|---------|------------|
| Доцент отделения иностраннных языков | Гутарева Надежда Юрьевна | к.п.н. | | 20.05.2019 |

Water is one of the most important substances on the earth. All the plants and animals must have water to survive. If there is no water there would be no life on the earth. It covers about 71% of the Earth's surface, and is important for all forms of life [61]. Due to industrialization and urbanization, it is becoming more polluted and risk of this polluted water consumption and its sanitation problem is increasing day to day in most of the developing countries. Hence it has become an essential need for today's environment to protect water from getting polluted or to develop cost effective remedial method for its protection. It is estimated that approximately 1.1 billion people usually drink unsafe water.

There are different chemical pollutants, such as:

- heavy metals;
- detergents;
- pesticides;
- nitrogen;
- phosphorus.

There are the most frequent limiting nutrients in eutrophication.

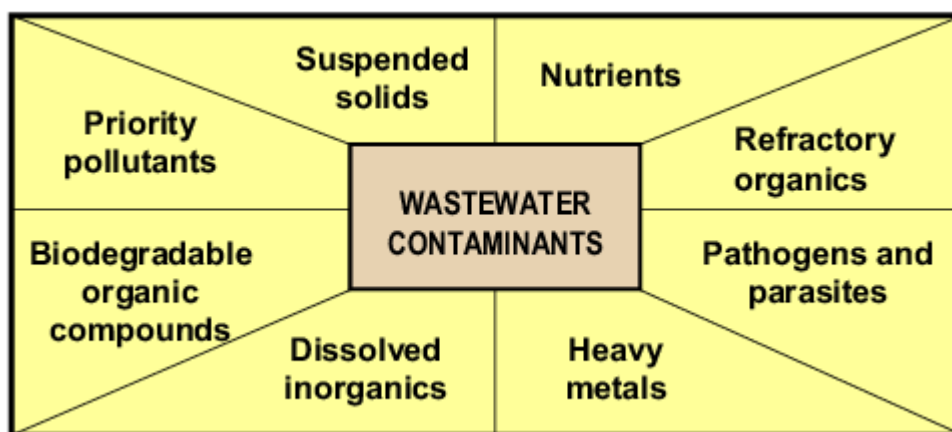


Figure 11 - Wastewater contaminants [57]

Human development and rapid population growth exert numerous pressures on the quality and access to water resources. This is felt strongest at the interface between water and human health; wherein infectious, water borne diseases remain the leading causes of human morbidity and mortality worldwide. Some techniques deal

with reduction of heavy metals whereas other techniques deal with reduction of nitrogen and phosphorus. It is found that the conventional techniques are not efficient in reducing the toxic, heavy metals, nitrogen, phosphorous etc. [63].

Methods of wastewater treatment were first developed in response to the adverse conditions, which affected people's health. Further, as cities became larger, limited land was available for wastewater treatment and disposal, principally by irrigation and intermittent filtration. Also, as populations grew, the quantity of wastewater generated rose rapidly and the deteriorating quality of this huge amount of wastewater exceeded the self-purification capacity of the streams and river bodies [63]. Therefore, other methods of treatment were developed to accelerate the forces of nature under controlled conditions in treatment facilities of a comparatively smaller size. Removal of metals by ion exchange resins, filtration, flocculation and activated charcoal are traditionally methods employed for wastewater remediation.

The wastewater (commonly referred to as “domestic sewage”) receives much less attention than drinking water. Most people take it for granted that once down the drain, wastes will be handled appropriately. In fact, this attitude has carried over to industry as well, as can be seen by reading the labels of many household products. These labels often recommend that waste or excess product be disposed of down the drain. Publicly owned treatment works collect wastewater from homes, commercial buildings, and industrial facilities and transport it via a series of pipes, known as a collection system, to the treatment plant. Ultimately, the collection system delivers this sewage to the treatment plant facility. Here, the publicly owned treatment works remove harmful organisms and other contaminants from the sewage so it can be discharged safely into the receiving stream. Without treatment, sewage creates bad odors, contaminates water supplies, and spreads disease [60].

The fundamental reason for the treatment of wastewater is to circumvent the effect of pollution of water sources and protect public health through safeguarding of water sources against the spread of diseases. This is carried out through a variety of treatment systems, which could be onsite treatment systems or offsite treatment

systems. This section is therefore aimed at describing the offsite (activated sludge, trickling filters, stabilization ponds, constructed wetlands, membrane bioreactors) wastewater treatment system [63].

Activated sludge

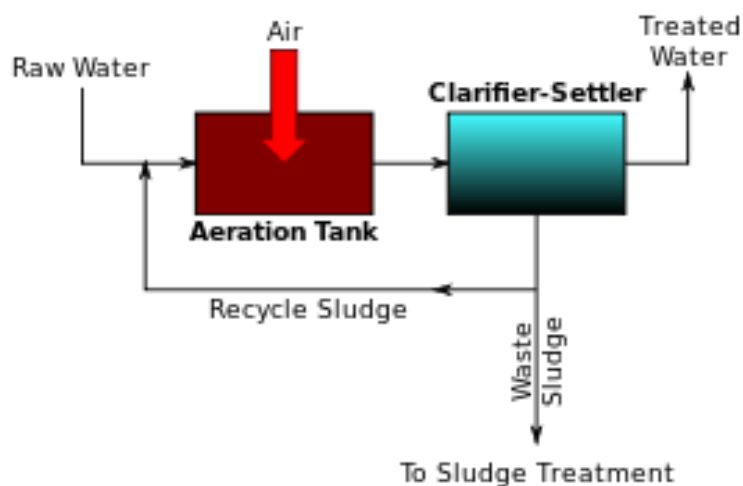


Figure 12 - A generalized, schematic diagram of an activated sludge process [53]

The activated sludge is a process with a high concentration of microorganisms, basically bacteria, protozoa and fungi, which are present as loose clumped mass of fine particles that are kept in suspension by stirring, with the aim of removing organic matter from wastewater. In recent years, biosorption has emerged as a cost-effective and efficient alternative for the removal of heavy metals from wastewaters.

The term bio refers to the life which here means the microorganism that can be potentially used to treat waste water treatment. Several microorganisms were employed to remove nutrients and toxic chemicals. The treatment of wastewater using the different biological treatments and efficiency of those systems in removing the inorganic matter which serves as the nutrient for them. They are anoxic tanks, hydroponic tanks, and aerated tanks and algae tanks with the planted sand filters [63].

A combined treatment involving the microbiological processes and hydroponics was given for treatment of domestic water. The treatment is found to be effective and the limitation is significant recycling of nitrogen and phosphorus through harvested biomass.

The microorganism's vital role in removing the pollutants by consuming the inorganic nutrients in the polluted environment. The microbe cleans the pollutants by assimilation, consumption of organic material, and adsorption. The biofilm formed by the microbes plays a major role in removing the heavy metals, organic matter, phenol, nitrates, pentachlorophenol, trichlorophenol, sulfates and quinolone.

Heavy metal treatment

The important functional groups:

- carboxyl;
- hydroxyl;
- sulfate;
- phosphate;
- amine.

As heavy metals are non-biodegradable, clean-up of contaminated water and soil is rather challenging. It is an emerging need to develop cost-effective technologies that can remove heavy metals from contaminated soil and water.

The currently practiced contaminated water and soil technologies are precipitation, adsorption, reduction, coagulation, and membrane filtration. Their execution is generally acceptable; however, they have several drawbacks. In particular, they cannot work very well in treating heavy metals, particularly when concentrations are very high. A sorption process has been extensively used to remove the toxic metals from an aquatic medium using the low cost adsorbents such as the agriculture wastes and activated carbon developed from the agriculture wastes.

Among the most promising biomaterial is algal biomass. The presence of carboxylic ($-\text{COOH}$), sulfonic ($-\text{SO}_3\text{H}$) and hydroxyl ($-\text{OH}$) groups in the marine

algae polysaccharides is observed to be responsible for impressive metal uptake by marine algae. Moreover, the macroscopic structures for marine algae present a convenient basis for the production of biosorbent particles suitable for sorption process. Algae are found to absorb heavy metals while treating the waste water. The treated algae are found to be efficient in removing cadmium II. The limitation is treatment with alkaline, which is difficult for an industrial process. Ghorbanzadeh Mashkani has made Azolla as a biosorption material by a chemical modification and tested to remove the Cs and Sr solutions. The toxicity of those metals in normal algae growth was studied. Micro particle induced X ray emission and FTIR were used to study the absorption isotherm. A new method for a chemical mapping at an atomic level micrometer size level was used. The best result was obtained at pH 8.8. Even though the results are encouraging every time chemical modification is quite difficult at industry level.

The algae biomass Macro and Micro algae were immobilized or encapsulated in the silica sols of three different types by U. Soltmann. The efficiency of the immobilized biocers was tested for absorbance of nickel, chromium, copper and lead in drinking water. The structure of biocers was analyzed by SEM and light microscope. The gels have good mechanical strength and have high capacity to absorb the metals in gel condition. Hence it is the easy and cost effective method.

Treatment especially for endocrine disrupting chemicals (EDC)

Waste water treatment is advanced towards the elimination of the specific toxic chemicals in the waste water even after water is purified by several chemicals, filters, and osmosis. An activated sludge process cannot remove a complicated chemical structure which causes serious health hazards in humans especially in aquatic and animals in terrestrial. The effects are in the hormone systems especially in endocrine systems where these compounds mimic the natural hormone and cause severe reproductive health hazards, and breast. These compounds are present in plastics, and personal care products like dyes, shampoos etc which are released daily. EDC compounds travel in organism and cause biological and physiological changes.

The commonly used waste water treatment does not remove those chemicals. The ordinary effluent treatment is also found to have efficiency in treating the endocrine disrupting compound. Still the toxicity of the compounds and concentration of the compound prevail. Treatment is costly and requires three level processing treatments.

D. Balabanic collected the pilot plant samples installed in a paper mill before and after treatment for the estimation of seven endocrine disrupting chemicals before and after treatment of GCMC. The pilot plant A consists of an anaerobic biodegradation and aerobic biodegradation followed by ultra-filtration and a reverse osmosis filtration. The pilot plant B consists of an anaerobic reactor followed by Membrane reactor and Reverse osmosis. They also used a lab scale treatment like Fenton reaction, Photo Fenton reaction, Photocatalysis with TiO₂ and Ozonation. The reverse osmosis, Photo Fenton reaction and membrane bioreactor are found to be effective in removing the EDC compounds effectively. The activated sludge was also found to be efficient in treating these chemicals. The treatment is costly and cannot be implemented in the industries. A large scale establishment of photo Fenton reaction is very difficult.

Z. Liu made the comparison of wastewater treatment both biodegradation and chemical oxidation in removing the EDC compounds. Thus, the biological degradation is most efficient, safe and less costly when compared to a chemical method which is costly and gives toxic byproducts.

G.-G.Ying used four microalgae *Chlamydomonas reinhardtii*, *Scenedesmus obliquus*, *Chlorella pyrenoidosa* and *Chlorella vulgaris* to treat waste water to remove the organic compounds, metals and estrogenic compounds along with the combination of an activated sludge. The results showed good removal of all the organic compounds, metals and estrogenic compound and various other contaminants when combined with activated sludge. The *Scenedesmus* was found to be efficient in treating the estrogenic compounds completely. Thus harmful EDC compounds can also be removed by algae remediation which is easy and cost an efficient method.

Among various micro algae, *Chlorella minutissima*, *Scenedesmus* spp. and BGA (*Nostoc*) and their consortium proved to be very effective in reduction of BOD₅, COD, NO₃, NH₄, PO₃ and TDS in sewage wastewater.

Algae use

The advantage of using algae is that some compounds can be produced which are potentially useful for the environment. Thus there is a mutual benefit while treating the waste water with algae. The nutrient removal efficiencies and lipid content were studied using Gas chromatography and mass spectrometry (GC–MS). The nutrient removal efficiencies are 86%, 90%, 89%, 70% and 76% for TOC, TN, NH₄-N, TP and OP, respectively, and lipid content varied from 18% to 28.5% of dry algal biomass. Biomass productivity of 122 mg/l/d (surface productivity 24.4 g/m²/d) and lipid productivity of 32 mg/l/d were recorded. The decomposition of algal biomass and reactor residues with an exothermic heat of 123.4 J/g provides the scope for further energy derivation. Development of a lipid production from the single species study is still lacking [59].

Recently, the biological treatments have gained popularity to remove toxic and other harmful substances. From the literature, it is noted that the new methods of waste water treatment are due to microalgae and they are prone to be efficient in reducing the toxic components. It is found that the conventional techniques are not efficient in reducing the toxic, heavy metals, nitrogen, phosphorous etc. There is no unique method to treat most of the compounds in a single step.

It is suggested that algae can be used in wastewater treatment for (i) reduction of BOD, (ii) removal of N and/or P, (iii) inhibition of coliforms, and (iv) removal of heavy metals. Further, algal biomass can be employed for (i) methane production, (ii) composting, (iii) production of liquid fuels (pseudovegetable fuels), (iv) as animal feed or in aquaculture, and (v) production of fine chemicals [63].

Issues of modernization of the existing system of the electroplating wastewater after treatment

Electroplating is characterized by high prevalence, a considerable variety of the processes, the compositions of the solutions and electrolytes, the formation of sufficiently toxic waste of various compositions. The main set of electrolytes and the technological solutions can be considered as prevailing and is unlikely to radically change in the near future, which would have caused a sudden jump in the development of electroplating [62].

The main supplier of the toxic substances in the electroplating industry is washings. The volume of waste water is very high due to the imperfect method of washing the components, which requires a large flow rate (up to 2 m³ or more per 1 m² of detail surface). The sources of pollution in electroplating are not just washings and waste concentrated solutions. Failure of the working solutions occurs due to the accumulation of the organic and inorganic substances in extraneous electrolytes and irregularity of the ratio of the main components in the electroplating baths. Emissions of waste solutions make up 0.2-0.3% of the total amount of waste water in terms of volume and up to 70% in terms of the total content of discharged pollutants [62].

Entering of untreated or inadequately treated wastewater and other waste containing non-ferrous and heavy metals into water objects causes damage to the environment due to their huge negative environmental impact. The metal compounds which are taken out with electroplating production wastewater adversely affect the ecosystem of a pond - soil - a plant - animal world - a man. Chromium compounds (VI) exert general toxic, irritant, cumulative, allergenic, carcinogenic and mutagenic effects on any living organism, as well as detrimentally influence the flora and fauna of the ponds in general and thereby hinder the processes of self-purification.

Wastewater Treatment Process is organized in order to use it in the systems of the circulating, sequential or closed water supply, to ensure reception conditions in the urban systems of drainage or discharge into the water objects [62].

Findings on ion exchange water treatment technique

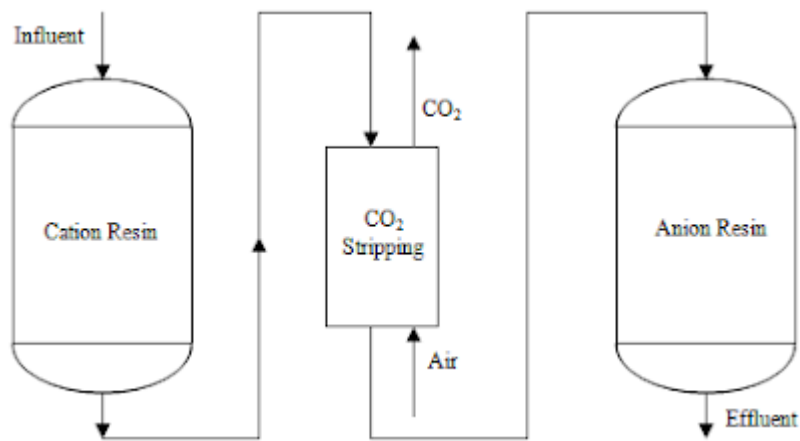


Figure 13 - Ion Exchange Application in Wastewater Treatment [58]

For further post-treatment of wastewater, a variety of the physical and chemical methods can be used based on adsorption and ion exchange. But one of the most effective modern methods of a natural and waste water treatment is associated with the use of ion exchange. This method allows one to clean the water to the maximum admissible concentration of harmful substances, dispose toxic components and use purified water not only for the re-production purposes, but also for drinking needs. An ion exchange method can be used to extract substances from solutions practically at any concentration including very low ones and the cases when other methods are ineffective. Ion exchangers make it also possible to change the ionic composition of the solution, to carry out its full demineralization in the water treatment. The purification process comes to the water passage through the sorbent bed. The relatively high rate of filtration allows reducing the dimensions of the devices. The advantages of ion exchangers include the ability to fully automate systems and regenerate stuff that allow the use of ion exchangers in multiple recurrent filtration cycle.

In order to have ion-exchange column working properly, it is necessary to calculate the load on the ion exchange filters, reagent consumption for advanced treatment and regeneration, as well as water consumption. There are usually 3 filters installed there: 2 operating and 1 spare [62].

A technological scheme of the effluent aftertreatment on ion-exchange stands

Waste water from the intermediate storage vessels are supplied initially to the cation and then to the anion filter with the help of pumps. In this process, resins lose their ability to exchange ions, thus the treatment quality is gradually deteriorating. The operating cycle on cation filter ends at breakthrough of heavy metal ions and Na^+ ions into the filtrate and on anion filter - at breakthrough of Cl^- ions. To restore the exchange capacity of ion exchange resins, filter regeneration is carried out and includes resin backwashing, regenerating and after regeneration washing. After disconnecting the filter, waste water is dumped into the drain pipe from there, discharging effluents into a receiving tank of the sewage pumping station. Then the ion exchanger is loosened with countercurrent water supplied from the industrial water pipe network and is also discharged into the drain pipe. Then the cation exchanger is regenerated with 1N H_2SO_4 solution which is pumped from a tank. Deacidifying is being carried out with the industrial water for 60 minutes at $10\text{m}^3/\text{hr}$. The washings are then discharged back into the drain pipe. The anion exchanger is regenerated with 1N NaOH solution which is pumped from another tank. Then it undergoes alkali removing for 2h. 30 min. with the industrial water which is later dumped in a drain pipe [62].

In the majority of the cases, the solution of merely technical challenges (an increase in productivity of processes, cost reduction and achievement of the required product quality) results in overloading and reducing the efficiency of wastewater treatment plants. Achieving a sustainable development is possible only through the reorientation of the industrial processes of the goods, producing and services onto the new models which will assist in reducing the environmental load and increasing efficiency of the industrial production. It is necessary to implement the environmentally friendly technologies for the creation of the environmentally friendly production preventing nature pollution and ensuring a more efficient use of raw materials.

In order to reduce ecological hazard, it is necessary to replace the most toxic electrolytes. Replacing the chromium plating electrolytes based on hexavalent chromium compounds is facing an acute problem. Its pendency required the development of chromium plating electrolytes based on the trivalent chromium compounds which would replace electrolytes based on hexavalent chromium compounds at least in some cases. An unsystematic and irregular change of the technological solutions as well as their high environmental danger demanded improvement and simplification of the electrolyte purification procedures from contamination, determination of the technological solutions lifetime and development of the ways to recover waste solutions containing the same type of the components [62].