



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 20.04.02. Природообустройство и водопользование  
Отделение геологии

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА

| Тема работы  |
|--|
| Гидрологическое и гидрохимическое обоснование проектов нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в водосборе реки Чу (Кыргызская Республика) |

УДК 628.394:006(575.2)

Обучающийся

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 2ВМ11  | Садовская Кристина Дмитриевна |         |      |

Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО                   | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Кащук Ирина Вадимовна | к.т.н., доцент         |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО                        | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Сечин Андрей Александрович | к.т.н., доцент         |         |      |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП/ОПОП, должность                | ФИО                      | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Инженерные изыскания в строительстве, профессор | Савичев Олег Геннадьевич | д.г.н., профессор      |         |      |

## Результаты освоения ООП

| Код компетенции | Наименование компетенции   | Подготовка и защита ВКР |
|-----------------|--|-------------------------|
| УК(У)-1         | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий   | +                       |
| УК(У)-2         | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла  | +                       |
| УК(У)-3         | Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели   | +                       |
| УК(У)-4         | Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия   | +                       |
| УК(У)-5         | Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия   | +                       |
| УК(У)-6         | Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки  | +                       |
| ОПК(У)-1        | способность и готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия   | +                       |
| ОПК(У)-2        | способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности                                | +                       |
| ОПК(У)-3        | готовность к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования  | +                       |
| ОПК(У)-4        | способность использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов | +                       |

| Код компетенции | Наименование компетенции   | Подготовка и защита ВКР |
|-----------------|--|-------------------------|
| ОПК(У)-5        | способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства  | +                       |
| ОПК(У)-6        | способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию  | +                       |
| ОПК(У)-7        | способность обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ  | +                       |
| ПК(У)-7         | способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов                            | +                       |
| ПК(У)-1         | способность определять исходные данные для проектирования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов   | +                       |
| ПК(У)-2         | способность использовать знания методики проектирования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования   | +                       |
| ПК(У)-3         | способность обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам  | +                       |
| ПК(У)-6         | способность формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности | +                       |
| ПК(У)-7         | способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов                            | +                       |
| ПК(У)-8         | способность делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и  | +                       |

| Код компетенции | Наименование компетенции  | Подготовка и защита ВКР |
|-----------------|---|-------------------------|
|                 | организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности  |                         |
| ПК(У)-9         | способность проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования | +                       |
| ДПК(У)-1        | способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки  | +                       |



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 20.04.02 Природообустройство и водопользование  
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Савичев О.Г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 2ВМ11  | Садовская Кристина Дмитриевна |

Тема работы:

Гидрологическое и гидрохимическое обоснование проектов нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в водосборе реки Чу (Кыргызская Республика)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

12.01.2023 №12-13/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(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.).*

Опубликованные и фондовые источники о состоянии водных объектов и водопользовании в водосборе реки Чу (включая материалы, собранные в период прохождения производственной практики).

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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"> <li>1. Анализ условий водопользования в водосборе реки Чу.</li> <li>2. Анализ условий самоочищения поверхностных вод в водосборе реки Чу и оценка параметров расчетной модели.</li> <li>3. Расчет предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ в г. Кант Чуйской области.</li> </ol> |
|--|--|

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема размещения водопользования в водосборе реки Чу.</li> <li>2. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика реки Чу.</li> <li>3. Условия водопользования в водосборе реки Чу (таблицы).</li> <li>4. Методика расчета нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ.</li> <li>5. Результаты расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ со сточными водами МУП «Водоканал» г. Кант Чуйской области.</li> </ol> |
|--|---|

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

| Раздел   | Консультант                |
|--|----------------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | Кашук Ирина Вадимовна      |
| Социальная ответственность                                       | Сечин Андрей Александрович |
| Иностранный язык(английский)                                     | Терре Дина Анатольевна     |

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Methodology for Maximum Permissible Discharges

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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 2ВМ11  | Садовская Кристина Дмитриевна |         |      |

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

Студенту:

|                            |                               |                                  |  |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|
| <b>Группа</b>              | <b>ФИО</b>                    |                                  |  |
| 2ВМ11                      | Садовская Кристина Дмитриевна |                                  |  |
| <b>Школа</b>               | <b>ИШПР</b>                   | <b>Отделение Школа</b>           | <b>Отделения геологии</b>                            |
| <b>Уровень образования</b> | магистр                       | <b>Направление/специальность</b> | 20.04.02<br>Природообустройство<br>и водопользование |

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

|   |  |
|---|--|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | <i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска<br/>Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i> |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>   | <i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>  |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>                                  | <i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>   |

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

|  |   |
|--|---|
| 1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>               | <i>Расчет конкурентоспособности<br/>SWOT-анализ</i>   |
| 2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>   | <i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>  |
| 3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>               | <i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>  |
| 4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i> | <i>Интегральный финансовый показатель.<br/>Интегральный показатель ресурсоэффективности.<br/>Интегральный показатель эффективности.</i> |

**Перечень графического материала**

|  |
|--|
| 1. <i>Оценка конкурентоспособности ИП</i>      |
| 2. <i>Матрица SWOT</i>                         |
| 3. <i>Диаграмма Ганта</i>                      |
| 4. <i>Бюджет НИ</i>                            |
| 5. <i>Основные показатели эффективности НИ</i> |

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

**Задание выдал консультант:**

|                     |                          |                               |                |             |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b>    | <b>ФИО</b>               | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Доцент<br>ОСГН ШБИП | Кашук Ирина<br>Вадимовна | к.т.н<br>доцент               |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                               |                |             |
|---------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                    | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 2ВМ11         | Садовская Кристина Дмитриевна |                |             |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|                            |              |                                  |   |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|---|
| <b>Группа</b>              |              | <b>ФИО</b>                       |   |
| 2ВМ11                      |              | Садовская Кристина Дмитриевна    |   |
| <b>Школа</b>               | <b>ИШПР</b>  | <b>Отделение (НОЦ)</b>           | <b>Отделение геологии</b>                           |
| <b>Уровень образования</b> | магистратура | <b>Направление/специальность</b> | 20.04.02<br>«Природообустройство и водопользование» |

Тема ВКР:

***Гидрологическое и гидрохимическое обоснование проектов нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в водосборе реки Чу (Кыргызская Республика)***

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul> | <p><i>Объект исследования: водосбор реки Чу</i><br/> <i>Область применения: инженерно-гидроэкологические изыскания</i><br/> <i>Рабочая зона: офис</i><br/> <i>Размеры помещения: 20*30 м</i><br/> <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: 1ПК, 1 специальный телефон, 1 лазерный принтер</i><br/> <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: исследование на ПК</i></p> |
|--|---|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|   |  |
|---|--|
| <p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul> | <p>–ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.<br/>         –ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.<br/>         –Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (с изменениями на 25 февраля 2022 года).</p>   |
| <p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</li> </ul>   | <p><b>Вредные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышенный уровень шума;</li> <li>– Недостаток освещения;</li> <li>– Электромагнитное излучение;</li> <li>– Динамические нагрузки,</li> <li>– Статические нагрузки</li> </ul> <p><b>Опасные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Неисправность оборудования;</li> <li>– Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования;</li> <li>– Ветер и вихри.</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
|   | <i>Расчет: Расчет нормативно-допустимых сбросов загрязняющих веществ</i>  |
| <b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации:</b>            | <p><b>Воздействие на Атмосферу:</b> выброс парниковых газов автотранспортом</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> разлив нефтепродуктов (бензина, масел) и др. хим. веществ на воду, сбросов сточных вод.</p> <p><b>Воздействие на Литосфера:</b> загрязнение почвы хим. веществами и бытовыми отходами.</p> |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:</b> | <p><b>Возможные ЧС:</b> ураганный ветер, очень сильный снег, чрезвычайная пожарная опасность, автомобильная авария</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> автомобильная авария, бытовые пожары</p>   |
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>       |   |

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО                        | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Сечин Андрей Александрович | К. Т. Н., доцент       |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 2ВМ11  | Садовская Кристина Дмитриевна |         |      |



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: 20.04.02. Природообустройство и водопользование  
Отделение геологии  
Уровень образования: магистр  
Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 2ВМ11  | Садовская Кристина Дмитриевна |

Тема работы:

|  |
|--|
| Гидрологическое и гидрохимическое обоснование проектов нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в водосборе реки Чу (Кыргызская Республика) |
|--|

|  |                  |
|--|------------------|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | до 02.06.2023 г. |
|--|------------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)              | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|--|------------------------------------|
| 30.01.2023    | Литературный обзор по теме исследования                            | ...                                |
| 13.02.2023    | Обработка полученных данных  |                                    |
| 06.03.2023    | Анализ условий водопользования в водосборе реки Чу                 |                                    |
| 15.03.2023    | Меры для улучшения состояния водных ресурсов в районе исследований |                                    |
| 03.04.2023    | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение    |                                    |
| 23.04.2023    | Социальная ответственность   |                                    |
| 28.04.2023    | Раздел на английском языке   |                                    |
| 30.05.2023    | Заключение   |                                    |

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП/ОПОП**

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

**Обучающийся**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 2ВМ11  | Садовская Кристина Дмитриевна |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 143 с., 7 рис., 49 табл., 36 источников, 1 прил.

Ключевые слова: предельно допустимые сбросы, река Чу, предельно допустимые выбросы.

Объектом исследования является водосборная территория реки Чу для оценки предельно допустимых сбросов веществ.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в оценка современного контроля выбросов в реку Чу.

В процессе исследования проводился отбор тектитового материала по теме выпускной квалификационной работе, проанализированы данные лабораторных исследований по вредным выбросам в реку Чу.

В результате исследования весь отобранный материал был переработан и проанализирован, информация была представлена в текстовом и графическом исследовании.

Область применения: результаты исследования являются частью инженерно-экологического обоснования реки Чу в Кыргызской Республики.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения, для составления таблиц и построения графиков использован офисный пакет Microsoft Excel 2010.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

ГОСТ – государственный стандарт;

ИШПР – Инженерная школа природных ресурсов;

НДС – налог на добавочную стоимость;

НИ ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

ОГ – Отделение геологии;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ПК – персональный компьютер;

КР – Кыргызская Республика;

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормы;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПДС – предельно допустимые сбросы;

ИЗ - индекс загрязнения;

ПДВ – предельно допустимые выбросы;

БПК - биохимическое потребление кислорода;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| Введение .....  | 16 |
| Глава 1. Физико-географическое положение .....  | 18 |
| ГЛАВА 2. Нормативные требования для установления предельно-допустимых сбросов в Кыргызской Республики .....                       | 20 |
| 2.1. Нормативные документы, регулирующие сбросы загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в Кыргызской Республике ..... | 20 |
| 2.1.3. Подзаконные нормативные правовые акты в области охраны водных объектов .....   | 22 |
| ГЛАВА 3. Методика расчета нормативов предельно-допустимых сбросов   | 24 |
| 3.1. Порядок расчета, установления и пересмотра ПДС .....   | 24 |
| 3.1 Расчет ПДС для водотоков .....  | 28 |
| 3.2. Проведение гидрологических и гидрохимических исследований в водосборе реки Чу .....  | 40 |
| 3.3. Оценка качества воды в поверхностных водных объектах в водосборе реки Чу .....   | 41 |
| 3.3. Содержание азота аммонийного в поверхностных водах Чуйского бассейна.....  | 46 |
| ГЛАВА 4. Описание Чуйского водного бассейна.....  | 50 |
| 4.1 Описание характеристик водного объекта и водосбора реки Чу.....   | 50 |
| Водный режим .....  | 52 |
| 4.2 Анализ состояния загрязнения поверхностных водных объектов в водосборе реки Чу .....  | 63 |
| Глава 5. Расчет предельно допустимых сбросов .....  | 69 |
| 5.1 Расчет ПДС для водотоков .....  | 72 |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 5.1   | Рекомендации по минимизации выбросов вредных веществ в водные объекты.....   | 78  |
| ГЛАВА 6. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» ..... |  |     |
| 6.1   | Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения . | 79  |
| 6.1.1   | Анализ конкурентных технических решений .....  | 80  |
| 6.1   | SWOT-анализ .....  | 81  |
| 6.1.1   | Оценка готовности проекта к коммерциализации.....  | 86  |
| 6.2   | Планирование научно-исследовательских работ .....  | 89  |
| 6.2.1   | Структура работ в рамках научного исследования .....   | 89  |
| 6.2.2   | Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....  | 90  |
| 6.3   | Бюджет научно-технического исследования.....   | 95  |
| 6.3.1   | Расчет материальных затрат научно-исследовательскую работу   | 95  |
| 6.3.2   | Расчет амортизации специального оборудования .....   | 96  |
| 6.3.3   | Расчет основной заработной платы.....  | 97  |
| 6.3.4   | Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)  | 100 |
| 6.3.5   | Накладные расходы.....   | 100 |
| 6.3.6   | Бюджет НИР .....   | 101 |
| 6.4   | Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования       | 102 |
| ГЛАВА 7. Раздел «Социальная ответственность» .....                                      |  |     |
| 7   | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...  | 107 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 7.1.1 | Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя ..... | 108 |
| 7.2   | Производственная безопасность .....  | 109 |
| 7.2.1 | Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования .....          | 112 |
| 7.2.2 | Повышенный уровень шума.....   | 113 |
| 7.2.3 | Недостаточная освещенность рабочей зоны.....   | 114 |
| 7.2.4 | Электромагнитное излучение.....  | 117 |
| 7.2.5 | Динамические нагрузки .....  | 118 |
| 7.2.6 | Статические нагрузки .....   | 118 |
| 7.2.7 | Неисправность оборудования.....  | 119 |
| 7.2.8 | Ветер и вихри .....  | 120 |
| 7.2.9 | Расчет нормативно-допустимых сбросов загрязняющих веществ.<br>120                                  |     |
| 7.3   | Экологическая безопасность.....  | 120 |
| 7.4   | Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....  | 121 |
|       | Заключение .....   | 123 |
|       | Приложение А .....   | 129 |

## **Введение**

Кыргызская Республика является водонасыщенной страной в Центральной Азии, поставляет водные ресурсы соседним странам. Река Чу является одной из трансферов поставки воды в Республику Казахстан. Для обеспечения водопользователей и водопотребителей обязательен контроль стока и мониторинг допустимых сбросов загрязняющих веществ. Актуальность исследования данной выпускной квалификационной работы заключается в распространении водных ресурсов реки, а также в всецелом мониторинге допустимых сбросов вредных веществ в водосбор реки Чу.

В пределах водосбора Чу находятся населённые пункты, заводы и предприятия г. Кант и г. Токмок которые производят выпуски производственных и хозяйственно-бытовых стоков в реку. В настоящее время это всё контролируется инстанциями и производится контроль, так как данная река используется государством для сельского хозяйства с забором водных ресурсов в весенний летний период.

Целью выпускной квалификационной работы является гидрологическое и гидрохимическое обоснование нормативов допустимых нагрузок на сброс загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты реки Чу.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Провести литературный анализ по теме выпускной квалификационной работе
- изучить закономерности и особенности водного режима в Кыргызской Республики
- Выбор расчетной схемы определения нормативно допустимых сбросов в р. Чу
- Анализ выбросов в водосбор р. Чу и разработка рекомендаций по оптимизации водопользования.

В качестве исходной информации использованы многолетние данные среднемесячных расходов р. Чу, данные гидрометеорологии КР.

Личный вклад студента в решения поставных вопросов заключается в изучении и обосновании основных выводов по работе.

## Глава 1. Физико-географическое положение

Кыргызская Республика расположена в северо-восточной части Центральной Азии, в пределах горных систем Памиро-Алая и Тянь-Шаня, разделенных высокогорными долинами и котловинами. Государство граничит: на севере и северо-западе - с Казахстаном, на востоке и юго-востоке – с Китаем, на юге – с Таджикистаном, на западе – с Узбекистаном. Площадь территории – 198,5 тыс.км<sup>2</sup>. Преобладает горный рельеф местности, в пределах абсолютных геодезических отметок от 400 до 7400м. Около половины территории страны расположено на высоте более 3000 м над уровнем моря.

Климат страны – резко континентальный. Среднегодовое температуры января составляют от (-1)<sup>0</sup>С до (-8)<sup>0</sup>С в долинах и до (-27)<sup>0</sup>С в высокогорье; июля от (+15÷27)<sup>0</sup>С в долинах до (+5)<sup>0</sup>С в высокогорье. Среднегодовое количество осадков составляет от 180÷250 мм/год на Восточном Тянь-Шане, до 900÷1000 мм/год на юго-западных склонах Ферганского хребта.

Среднегодовой многолетний сток рек Кыргызской Республики составляет 48,7 км<sup>3</sup>. Водные ресурсы в Кыргызской Республике сформированы полностью. Кыргызская Республика является одной из самых богатых стран по водным ресурсам и является стокообразующей территорией рек Тарим (частично), Амударья (3%), Шире (около 80%), Чу (78%) и Талас (90%). Внутри Центральной Азии находится замкнутый недренированный бассейн, который принадлежит территории Кыргызской Республики. Большинство речной сети приходится на бассейн Аральского моря, являющегося частью гидрологической системы крупнейших рек Центральной Азии - Сырдарья, Амударья и Чу. [15]

Горы занимают площадь 1 718 000 квадратных километров, или 78% от общей площади Кыргызской Республики, в то время как бассейн занимает площадь 267 000 квадратных километров, или 13%. Однако основные горные

возвышенности, распределяющие сток великих рек, расположены за пределами республики. [1]

Бассейн реки Чу охватывает большую часть северного Кыргызстана, а административное деление относится к Чуйской области, где река начинается в Нарынской области.

Чуйская область расположена на севере Кыргызстана. Она граничит с Республикой Казахстан на севере и западе, Таласской и Джалал-Абадской областями на юго-западе, Нарынской областью на юге и Иссык-Кульской областью Кыргызстана на юго-востоке. [1]

В среднем течении по Чуйской долине река служит государственной границей между Кыргызстаном и Казахстаном, а в нижнем течении теряется в песках пустыни Мойынкум в южном Казахстане. Средний расход р. Чу равен  $53\text{ м}^3/\text{с}$ . Воды р. Чу интенсивно разбираются на орошение в пределах Кыргызстана и в Казахстане. Остатки их теряются в песках Мойынкум.

Площадь водосборного бассейна р. Чу, включая бессточные участки в низовьях реки и прилегающие пустынные пространства оценивается в 67,5 тыс. км<sup>2</sup>, в том числе площадь водосбора, замыкаемая притоком – р. Курагаты – 38,4 тыс. км<sup>2</sup>, длина реки – 1 186 км, из них по территории Кыргызстана 386 км.

Территория Чуйской области состоит в основном из равнины (около 7 000 км<sup>2</sup>) на левом берегу реки Чуи и расположена на высоте 550-1 300 м над уровнем моря. В южной части равнины имеется зона перколяции и неглубокое залегание грунтовых вод. [10]

Западная и центральная части долины Чу представляют собой почти плоскую равнину, с выраженным уклоном только у подножия Кыргызского Ала-Тоо и в восточной части, закрытой Кыргызским хребтом и хребтом Заилийского Ала-Тоо.

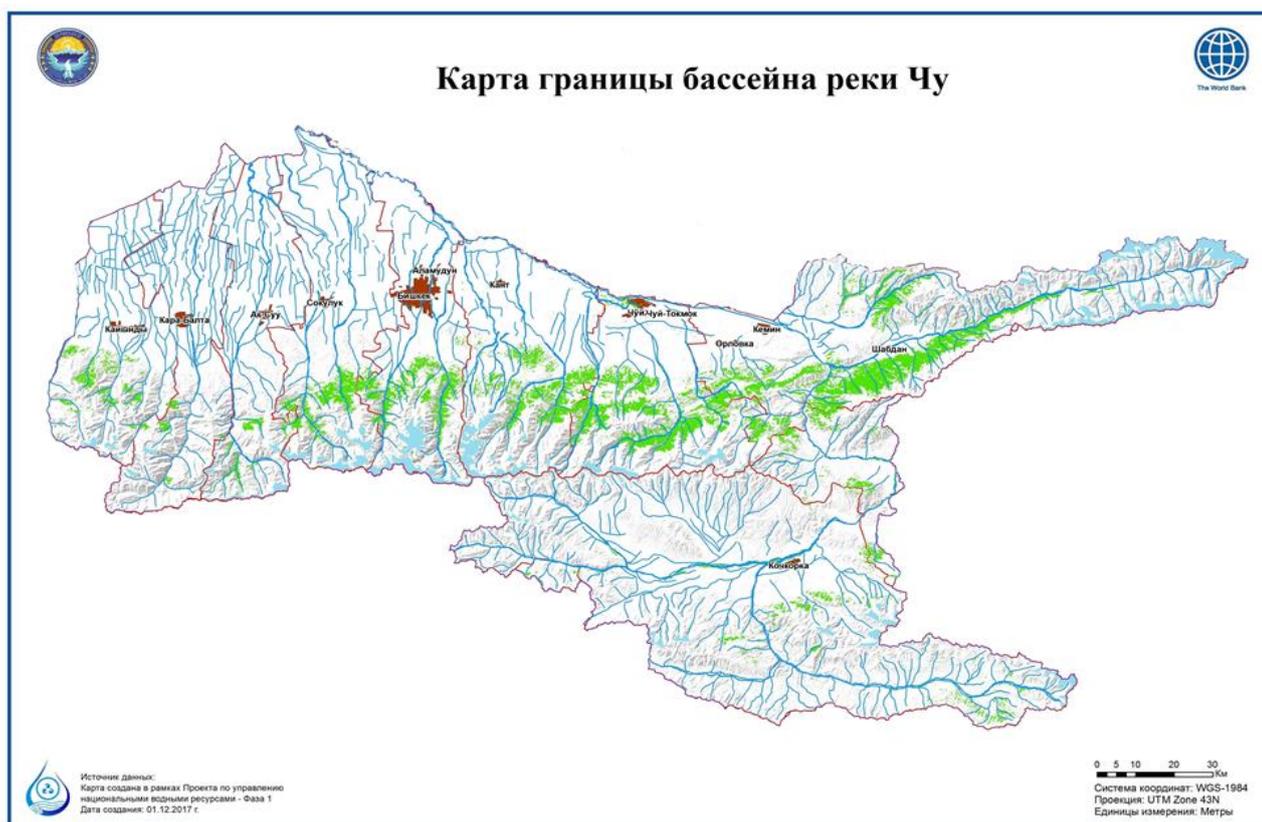


Рисунок 1 - Границы бассейна р. Чу

## **ГЛАВА 2. Нормативные требования для установления предельно-допустимых сбросов в Кыргызской Республики**

### **2.1. Нормативные документы, регулирующие сбросы загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в Кыргызской Республике**

#### **2.1.1. Нормативные требования к качеству поверхностных вод.**

В Кыргызской Республике система национальных мер, направленных на достижение водоохранных целей, включает в себя

- регулирование качества воды в водном объекте. Это выражается в установлении предельно допустимых концентраций в водных объектах;
- регулирование сброса загрязняющих веществ из водных объектов и речных хозяйственных зон при условии соблюдения стандартов качества воды или отсутствия ухудшения состава и характеристик водного объекта при превышении стандартов;

- Внести изменения в нормативы сброса и требования по охране окружающей среды, чтобы обеспечить постоянное снижение загрязнений водных объектов до полного их прекращения;
- Создать запретные территории и зоны для нереста ценной рыбы;
- Экологическая экспертиза нового оборудования и технологий, а также проектов реконструкции предприятий;
- Контроль за сбросом регулирующих веществ и соблюдением требований по качеству воды при различных видах хозяйственной жизни;
- Мониторинг сбросов загрязнителей на различных предприятиях;
- Компенсация за загрязнение водных объектов;
- Преследование нарушителей правил охраны и использования водных ресурсов.

Нормы качества водного ресурса регулируются рядом законов и нормативных документов, в том числе ГОСТами и СанПинами (нормативные документы).

### **2.1.2. Законы**

#### **➤ Конституция КР (2021)**

Конституция Кыргызской Республики является основным законом, направленным на защиту качества окружающей среды. Статья 49 предусматривает, что каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, и та же статья устанавливает обязанность каждого охранять окружающую среду. [9]

#### **• Водный кодекс (2005)**

В главе 9 Водного кодекса «Охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения», прописываются регулятивные меры, направленные на охрану вод. [2]

В Водном кодексе определены водоохранные зоны.

Виды охранных зон следующие

- Зоны санитарной охраны
- Зоны формирования стока
- Зоны охраны подземных вод;
- водоохранные зоны;
- Зоны чрезвычайных экологических ситуаций и экологического бедствия.

### **2.1.3. Подзаконные нормативные правовые акты в области охраны водных объектов**

#### **➤ Правила охраны поверхностных вод (2016)**

Положение об охране поверхностных вод в Кыргызской Республике регулирует охрану поверхностных вод от загрязнения, заражения и истощения.

Эти правила также регулируют различные виды хозяйственной деятельности, включая гидротехническое строительство, что влечет за собой негативные последствия для состава поверхностных вод. Эти правила применяются ко всем водным путям и водным объектам, включая озера и водохранилища. [19]

Эти правила предусматривают стандарты ПДК в отношении водоемов для управления рыболовством, хозяйством и питьевой водой.

#### **Методика по установлению нормативов предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты**

Метод предназначен для использования при подготовке проектов нормативов действующих, проектируемых и реконструируемых ПДС с учетом хозяйственной и иной деятельности операторов независимо от их организационно-правовой формы.

Метод также предназначен для использования национальными органами власти для разработки и утверждения нормативов ПДВ при реализации национальной политики в области охраны окружающей среды и здоровья населения.

Данный метод применяют организации, объекты которых относятся к I и II классам опасности согласно Общему техническому регламенту Кыргызской Республики по обеспечению экологической безопасности. [23]

### **2.1.3. Классификация вод по интегральным показателям качества**

В Кыргызской Республике в целях гармонизации стандартов охраны качества воды и обеспечения экологического здоровья водных объектов они разделены на три категории использования: хозяйственно-бытовые, коммунальные и рыбохозяйственные.

Основой для установления стандартов качества воды является система классификации водопользования. Почти все воды Кыргызстана классифицируются как рыбохозяйственные и подлежат самому строгому регулированию.

Требования к качеству воды для коммунального водоснабжения устанавливаются для всех частей водных объектов, расположенных в границах населенных пунктов, независимо от их использования.

Управление рыболовством - это использование водных объектов для обитания, воспроизводства и перемещения рыбы и других водных организмов.

Рыбохозяйственные водоемы или участки можно отнести к одной из трех категорий:

- Высшая категория включает нерестилища, обширные районы нагула и места зимовки ценных видов рыб представляющих особую ценность.

- К первой категории относятся водоемы, используемые для сохранения и размножения ценных видов рыб, чувствительных к кислороду;

- ко второй категории относятся водоемы, используемые для других целей рыболовства.

#### **✓ Индекс загрязнения воды**

Шесть показателей химии воды (растворенный кислород, биологическое потребление кислорода и четыре загрязняющих вещества с наиболее высокими концентрациями относительно референтного

значения). Индекс загрязнения (ИЗ), рассчитываемый как среднее арифметическое значение фракций ПДК, используется для оценки общего качества воды в Кыргызской Республике. Согласно классификации, принятой в этой стране, поверхностные воды делятся на семь классов

- очень чистые (ИЗВ — 0,3 и менее);
- чистые (ИЗВ — 0,31-1,0);
- умеренно загрязненные (ИЗВ — 1,1-2,5);
- загрязненные (ИЗВ — 2,51-4,0);
- грязные (ИЗВ — 4,1-6,0);
- очень грязные (ИЗВ — 6,1-10,0);
- чрезвычайно грязные (ИЗВ — более 10,0).

### **ГЛАВА 3. Методика расчета нормативов предельно-допустимых сбросов**

#### **3.1. Порядок расчета, установления и пересмотра ПДС**

Расчет нормативов предельно-допустимых сбросов ведется в соответствии с Методикой, утвержденной ППКР №102 от 17.02.2017г.

Предельно допустимый сброс загрязняющего вещества - это норматив, установленный для обеспечения стандартов качества воды, то есть максимальная масса вещества, которая может быть сброшена в единицу времени в данном режиме в контрольной точке водного объекта.

Для сбросов в водные объекты, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения или в рекреационных целях, критерии ПДВ должны быть предварительно утверждены государственным органом, уполномоченным на реализацию национальной политики в сфере здравоохранения.

Критерии ПДВ представляются на утверждение в двух экземплярах (включая соответствующие приложения), один экземпляр хранится у компетентного национального органа по охране окружающей среды, а другой - у хозяйствующего субъекта.

Критерии ПДВ используются для контроля за соблюдением требований к составу и характеристикам стоков, сбрасываемых в водные объекты, и являются основной целью при разработке планов охраны водных ресурсов.

Нормативы ПДС разрабатываются и утверждаются для водопользователей, осуществляющих хозяйственную и иную деятельность. При этом установленный ПДС должен соответствовать достижимому уровню очистки, независимо от ассимилирующей способности водного объекта.

Проект договорных критериев для ПДК может быть подготовлен профессиональным органом ("разработчиком") или экономической организацией (самими водопользователями).

При определении ПДК для каждого параметра управления учитывается фоновая концентрация, классификация водного объекта, принимающего очищенные стоки, критерии качества воды водного объекта, ассимилирующая способность водного объекта и оптимальное распределение массы веществ, сбрасываемых со стоками.

При определении ПДВ в качестве расчетного объема стоков используется максимальный среднечасовой расход за время фактического сброса.

При определении сброса и коэффициента разбавления воды в канале в контрольной точке водопользования принимаются следующие расчетные условия

- Для нерегулируемых водотоков - расчетный минимальный среднемесячный расход в данном пункте.

- Для регулируемых водотоков - гарантированный сброс (санитарный сброс), определенный ниже по течению от плотины с учетом исключения возможного обратного потока в хвостовой части водотока.

При определении коэффициента разбавления сброса в контрольной точке должны учитываться следующие расчетные условия

- Минимальное расстояние от точки сброса до границы водопользования (контрольной станции) и минимальный расход воды.

- Минимально благоприятный режим открытых и незамерзающих водоемов, определяемый путем сравнения расчетов ветрового, просадочного и наполнительного режимов;

- Среднемесячные характеристики уровня воды в расчетной точке.

Если стандарт качества воды для водного объекта не может быть выполнен из-за нерегулируемых природных факторов (например, поступление атмосферных загрязняющих веществ из-за склонового и наносного стока, подпитка реки подземными водами и т.д.), стандарты ПДВ будут разработаны с учетом этих условий.

К естественным причинам формирования фонового качества воды относятся факторы, не относящиеся к хозяйственной части водного цикла, в том числе все виды сточных вод (включая сбросы, стоки и т.д.). Для веществ, для которых нормируется увеличение естественного фона (например, ионы меди, селена, теллура, фтора), ПДВ следует определять с учетом допустимого увеличения естественного фона.

В тех случаях, когда фоновое загрязнение водного объекта вызвано хозяйственной деятельностью, ПДК определяется в соответствии с нормативными требованиями по составу и характеристикам водного объекта, к которому относятся сточные воды.

Для сооружений, расположенных в районах с высокой минерализацией природных вод, в качестве предела минерализации поверхностных вод при расчете ПДК допускается использовать фоновую концентрацию природных вод.

Для сбросов теплообменных вод (ТЭЦ) и других организаций, использующих воду для охлаждения, требования к составу сбрасываемых вод при определении ПДС представляют собой допустимое увеличение концентрации эталонного вещества в воде в точке забора (диапазон водопользования водного объекта).

При расчете норматива ПДС следует учитывать тот факт, что, за исключением нитритов и нитратов, если фактические выбросы меньше

рассчитанного норматива ПДС, то ПДС будет равен фактическим выбросам загрязняющего вещества.

Стандарты ПДС для проектируемых, строящихся или реконструируемых сооружений должны быть установлены в рамках строительства (реконструкции) этих сооружений и утверждены национальным природоохранным органом на стадии утверждения проектной документации. На основании утвержденных критериев ПДС компетентным государственным органом охраны окружающей среды выдается разрешение на сброс загрязняющих веществ в окружающую среду.

Для принятия и утверждения проекта ПДС хозяйствующий субъект - водопользователь должен представить следующие документы

- Описание водного объекта в месте расположения существующего или предполагаемого дренажного выпуска, включая его гидрологические и гидрохимические характеристики.

- Данные о качестве воды в водных объектах; значения и обоснование, используемые для расчета фоновых концентраций ПДК

- Расчет ПДК;

- План действий по достижению ПДК. План должен отражать время реализации, стоимость плана и преимущества для качества воды, которые должны быть достигнуты (скорость потока и контрольные концентрации сточных вод после каждого этапа плана).

План действий должен предусматривать достаточные финансовые, материальные, технические и трудовые ресурсы.

Для вновь вводимых (реконструируемых) установок соответствие стандартам ПДВ должно быть обеспечено при вводе этих установок в эксплуатацию.

Если срок действия утвержденного ПЗВ истекает, или если проектные условия (гидрологическая система, забор и сброс, качество стоков, фоновая концентрация, вид и количество продукции, потребляемое сырье, изменения в технологии производства и соответствующий состав стоков, изменения

критериев качества воды как экологических факторов, например, ПДК) или ПЗВ длятся более одной недели, то в течение двух недель должен быть проведен обязательный пересмотр.

Во всех случаях, когда рассматриваются установленные ПДВ, конечной целью должно быть достижение ПДВ и устойчивых сокращений до полного устранения долгосрочного характера сбросов загрязняющих веществ в водные объекты.

### 3.1 Расчет ПДС для водотоков

Нормативы ПДС определяются для всех категорий водопользования как максимальный часовой расход сточных вод  $q$  ( $\text{м}^3/\text{час}$ ) на допустимую концентраций загрязняющего вещества  $C_{\text{ПДК}}$

$$\text{ПДС} = q + C_{\text{ПДК}}, \text{ г/час}; \quad (1)$$

При расчете условий сброса сточных вод сначала определяется ПДС. Основная формула для определения ПДС без учета сохранения веществ выглядит:

$$C_{\text{ПДК}} = n \times (C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}}; \quad (2)$$

где:

$C_{\text{ПДК}}$  - предельно-допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водного объекта,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;

$C_{\text{ф}}$  - фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке выше выпуска сточных вод,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;

$n$  - кратность общего разбавления сточных вод в водотоке, определяемая в зависимости от условий выпуска сточных вод.

С учетом консервативности загрязняющего вещества расчетная формула 2. имеет вид:

$$C_{\text{ПДС}} = n \times (C_{\text{ПДК}} \times e^{kt} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}}; \quad (3)$$

где:

$e$  - основание натурального логарифма, равно 2,72;

$k$  - коэффициент неконсервативности, 1/сут.;

$t$  - время добегания от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут.

Коэффициент неконсервативности -  $k$  зависит от скорости течения воды в водотоке:

$$k = \alpha k_1 \quad (4)$$

где:

$k_1$  - статистический коэффициент неконсервативности вещества, определяется по Таблице 1.;

$\alpha$  - коэффициент учитывающий влияние скорости течения  $v$ ;  $\alpha = 1$  при  $v = 0$ ,  $\alpha = 5$  при  $v \geq 0,2$  м/с, для промежуточных значений скорости течения  $\alpha$  находится интерполяцией.

При установлении ПДС по БПК расчетная формула 2 имеет вид:

$$C_{\text{ПДС}} = n \times [(C_{\text{ПДК}} - C_{\text{СМ}}) \times e^{k_0 t} - C_{\text{ф}}] + C_{\text{ф}} \quad (5)$$

где:

$k_0$  - осредненное значение коэффициента неконсервативности органических веществ, обуславливающих БПК<sub>полн.</sub> фона и сточных вод, 1/сут.;

$C_{СМ}$  - БПК<sub>полн.</sub> обусловленная метаболитами и органическими веществами, смываемыми в водоток атмосферными осадками с площади водозабора перед контрольным створом;

$C_{СМ}$  принимается:

для горных рек -  $0,6 \div 0,8$  г/м<sup>3</sup>, для равнинных рек -  $1,7 \div 2$  г/м<sup>3</sup>;

Если расстояние от выпуска сточных вод до контрольного створа меньше 0,5 суточного пробега, то  $C_{СМ}$  принимается равной нулю.

**Таблица 1 - Коэффициенты не консервативности органических веществ в статистических условиях при температуре 20°C, в сут<sup>-1</sup>**

| № | Вещество             | к <sub>1</sub> , при расчете по логарифмам |             |
|---|----------------------|--|-------------|
|   |                      | натуральному                               | десятичному |
| 1 | Азот аммонийный      | 0,069                                      | 0,03        |
| 2 | Азот нитритов        | 10,8                                       | 4,7         |
| 3 | Азот нитратов        | 0,112                                      | -           |
| 4 | Нефтепродукты        | 0,044                                      | 0,019       |
| 5 | Фенолы               | 0,32                                       | 0,14        |
| 6 | СПАВ                 | 0,046                                      | 0,02        |
| 7 | БПК <sub>полн</sub>  | 0,23                                       | -           |
| 8 | Растворимый кислород | 0,46                                       | -           |

Разбавление сточных вод в реках рассчитывается по следующему методу.

Кратность общего разбавления сточных вод в реках определяется по формулам:

$$n = n_H \times n_0 \quad ; \quad (6)$$

где:

$n_H$  - кратность начального разбавления;

$n_0$  - кратность основного разбавления.

$$n_H = (q + jQ) / \quad (7)$$

где.

$q$  - расход воды, м<sup>3</sup> /с.

$j$  - коэффициент водоизмещения, определяется по уравнению 9;

$Q$  - расход воды в реке, м<sup>3</sup> /с.

Для выемок на расстоянии  $l > l_0$  от водовыпуска учитывается основной коэффициент разбавления, определяемый по уравнению:

$$n_0 = \frac{\beta \times q + Q}{\beta \times q} ; (8)$$

где

$\beta$  - коэффициент вытеснения, показывающий степень смешивания дренажа с речной водой, определяется по уравнению 19.

Коэффициент вытеснения  $j$  также определяется следующим уравнением:

$$j = \frac{1 - e^{-1\alpha^{\frac{3}{7}}}}{1 + (Q/q) \times e^{-1\alpha^{\frac{3}{7}}}} ; (9.)$$

где

$l$  - расстояние от водовыпуска до расчетного положения по руслу, м;

$e$  - основание натурального логарифма, равное 2,72; ; (10.)

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий гидравлические условия реки:

$$\alpha = \varphi \times \xi \times \sqrt[3]{D/q} ; (10.)$$

где

$\varphi$  - коэффициент изгиба реки (или ее русла);

$\xi$  - коэффициент, зависящий от водовыпуска:

- Если водовыпуск сбрасывается близко к берегу,  $\xi = 1$ ;
- Если сброс осуществляется в реку,  $\xi = 1,5$ .

D - коэффициент турбулентной диффузии, полученный из уравнения:

$$D = q \times v \times H / 37 \times n_{ш} \times C^2 ; \quad (11.)$$

где:

q - ускорение свободного падения,  $q = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

v - скорость течения реки, м/с;

H - глубина реки в зоне смещения сточной и речной воды, м;

$n_{ш}$  - коэффициент шероховатости ложа реки, определяется по следующей таблице:

Таблица 2

| № | Характеристика русла  | Коэффициент шероховатости |
|---|---|---------------------------|
| 1 | Естественные русла в весьма благоприятных (чистое, прямое, не засоренное, земляное, со свободным течением русло)  | 0,025                     |
| 2 | Периодические водотоки (большие и малые) при очень хорошем состоянии поверхности и формы ложа   | 0,033                     |
| 3 | Сравнительно чистые русла постоянных равнинных водотоков в обычных условиях, извилистые, с некоторыми неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни). Земляные русла периодических водотоков (сухих логов) в относительно благоприятных условиях                                      | 0,040                     |
| 4 | Периодические (ливневые и весенние) водотоки, несущие во время паводка заметное количество насосов, с крупногалечниковым или покрытым растительностью (травой и пр.) ложем. Поймы больших и средних рек, сравнительно разработанные, покрытые нормальным количеством растительности (травы, кустарники) | 0,050                     |
| 5 | Русла периодических водотоков, сильно засоренные и извилистые. Сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарники, деревья, с наличием заводей). Порожистые участки равнинных рек. Галечно-валунные русла горного типа с неправильной поверхностью водного зеркала    | 0,067                     |
| 6 | Реки и поймы, значительно заросшие (со слабым течением) с большими, глубокими промоинами. Валунные, горного типа русла с неправильной поверхностью водного зеркала (с летящими вверх брызгами воды)   | 0,080                     |
| 7 | Поймы таких же, как и в предыдущей категории, но с сильно неправильным косоструйным течением, заводями. Русла водопадного типа с крупновалунным извилистым строением ложа. Пенистость настолько сильна, что вода потеряла прозрачность, имеет белый цвет  | 0,1                       |
| 8 | Поймы с очень большими мертвыми пространствами, с местными озерами-углублениями и пр. Русла болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода)  | 0,133                     |

C - коэффициент Шези,  $m^{1/2}/c$ , определяемый по формуле 12. (при  $H \leq 5$  м).

$$C = R^y/n_{ш} ; \quad (12.)$$

где:

R - гидравлический радиус потока, м ( $R \approx H$ ).

$$Y = 2,5 \sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R} (\sqrt{n_{ш}} - 0,1); \quad (13.)$$

Для зимнего времени (периода ледостава).

$$D = g \times v \times \frac{R_{пр}}{37} \times n_{пр} \times C_{пр}^2; \quad (14)$$

где:

$R_{пр}$ ,  $n_{пр}$ ,  $C_{пр}$  - приведенные значения гидравлического радиуса, коэффициента шероховатости и коэффициента Шези.

$$R_{пр} = 0,5H; \quad (15.)$$

$$n_{пр} = n_{ш} \times \left[ 1 + \left( \frac{n_{л}}{n_{ш}} \right)^{1,5} \right]^{0,67}; \quad (16.)$$

где:

$n_{л}$  - коэффициент шероховатости нижней поверхности льда по следующей таблице:

Таблица 3.

| № | Период                          | $n_{л}$    |
|---|---------------------------------|------------|
| 1 | Первые 10 суток после ледостава | 0,15-0,05  |
| 2 | 10-20 суток после ледостава     | 0,1-0,04   |
| 3 | 20-60 суток после ледостава     | 0,05-0,03  |
| 4 | 60-80 суток после ледостава     | 0,04-0,015 |
| 5 | 80-100 суток после ледостава    | 0,025-0,01 |

$$C_{пр} = \frac{R_{пр}^{0,4}}{n_{пр}}; \quad (17.)$$

$$Y_{np} = 2,5 \sqrt{n_{np}} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R_{np}} (\sqrt{n_{np}} - 0,1) ; \quad (18.)$$

Коэффициент смещения определяется по формуле:

$$\beta = \frac{1 - e^{-\alpha(\sqrt[3]{L} - \sqrt[3]{L_0})}}{[1 + q \times e^{-\alpha(\sqrt[3]{L} - \sqrt[3]{L_0})}] / Q} ; \quad (19.)$$

где:

$\ell_0$  - расстояние от выпуска сточных вод, на котором загрязненная струя распространяется по всей ширине реки, м;

$$\ell_0 = \left( \frac{2,3}{\alpha} - \ell g \frac{q}{Q} \right)^3 ; \quad (20.)$$

Метод рассмотрения расчета базового коэффициента разбавления применим, если выполняется следующее неравенство

$$0,0025 \leq q/Q \leq 0,1.$$

Если применимые условия не выполняются или если при расчетах необходимо учитывать данные о накоплении загрязняющих веществ в нижележащих отложениях, рекомендуется использовать метод скорости разбавления ( $n$ ) для нижней зоны Стирлинга, которая определяется содержанием загрязняющих веществ в стоковых водах и относительными характеристиками фонового химического состава воды в реке.

Когда фоновая концентрация загрязняющих веществ в потоке равна или не равна нулю, для расчета ( $n$ ) от точки сброса стоков до точки сброса или точки потока используются следующие соотношения соответственно.:

$$n = \frac{C_{ст} - S_e}{C_{макс.} - S_e} ; \quad (21.)$$

$$n = \frac{C_{ст}}{C_{макс.}} ; \quad (22.)$$

где:

$n$  - кратность разбавления;

$S_e$  - фоновая концентрация загрязняющего вещества, мг/л;

$S_{cm}$  - концентрация загрязняющего вещества в сточной воде, мг/л;

$S_{макс.}$  - максимальная концентрация вещества в конечном створе, мг/л.

Величина обратной кратности разбавления выражается следующим равенством:

$$\frac{1}{n} = \frac{S_{макс.}}{S_{cm}} ; \quad (23.)$$

Концентрация загрязняющего вещества в данном сечении характеризуется так называемым индексом разбавления  $\lambda$ , который определяется следующим уравнением:

$$\lambda = \left( \frac{S_{макс.}}{S_{cm}} - \frac{S_n}{S_{cm}} \right) ; \quad (24.)$$

где:

$S_{макс.}$  - максимальная концентрация загрязняющего вещества, мг/л;

$S_{cm}$  - концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, мг/л;

$S_n$  - средняя концентрация вещества в створе достаточного перемешивания, мг/л.

С учетом неконсервативности:

$$S_n = \frac{S_{cm} \cdot Q_{cm} + S_e \cdot Q_e}{Q_{cm} + Q_e} \cdot e^{-\frac{k_n \cdot x}{V_{\sigma}}} ; \quad (25.)$$

где.

$Q_{cm}$  - расход сточных вод, кубических метров в секунду;

$S_e$  - концентрация вещества в потоке выше по течению от сброса сточных вод, мг/л

$Q_e$  - расход стока выше по течению от выпуска сточных вод, м<sup>3</sup>/с;

$e$  - основание натурального логарифма;

$k_n$  - коэффициент неконсервации;

$V_{cp}$  - средняя скорость потока на контрольной станции, км/ч;

$x$  - расстояние от водовыпуска до контрольной станции, км.

Если концентрация загрязняющего вещества уменьшается, т.е. учитывая значение

$$S_{max.прв.} = S_{max} - S_e;$$

$$C_{см.прив.} = C_{см} - S_e; \text{ т.е.}$$

$$S_{n.adj.} = S_n - S_e.$$

то формула 3.24. преобразуется к виду:

$$\lambda = \frac{S_{max} - S_{n.прив.}}{S_{ст}}; \quad (26.)$$

На основе разработки была проанализирована связь между интенсивностью снижения индекса разбавления  $\lambda$  вдоль реки и гидрологическими характеристиками последней. Была получена аналитическая зависимость между этими величинами:

$$X = \frac{0,14 \cdot Q_{ст} \cdot \sqrt{\frac{N}{H}}}{\lambda \cdot (Q_{ст} + Q_e) \cdot \varphi} \cdot B; \quad (27.)$$

где:

$X$  - расстояние, отсчитываемое вдоль потока от источника загрязнения до створа, на котором показатель разбавления принимает конкретное значение  $\lambda$ ;

$\varphi$  - параметр извилистости;

$N$  - характеристическое число;

$H$  - безразмерная глубина.

Решая равенство по формуле 27., относительно величины, обратной кратности разбавления по формуле 23., получим:

$$\frac{s_{max}}{s_{cm}} = \frac{s_n}{s_{cm}} + \frac{0,14 \cdot Q_{cm} \cdot \sqrt{\frac{N}{R}}}{X \cdot (Q_{\theta} + Q_{cm}) \cdot \varphi} \cdot B ; \quad (28.)$$

где:

Характеристическое число N вычисляется по формуле:

$$N = \frac{MC}{q} ; \quad (29.)$$

где:

C - коэффициент Шези, м<sup>1/2</sup>/с;

M - параметр, зависящий от C;

При условии 10 < C < 60 имеет зависимость M = 0,7C + 6, при C > 60 параметр M = 48 = const;

Произведение MC имеет размерность м/с<sup>2</sup>;

q - ускорение свободного падения, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

Коэффициент Шези (C) вычисляется по следующей формуле:

$$C = \frac{1}{n_{ш}} \cdot R^Y ; \quad (30.)$$

где:

R - гидравлический радиус потока, м; для незамерзающих рек R ≈ H глубине потока;

n<sub>ш</sub> - коэффициент шероховатости ложа реки определяется параметрами значениями, приведенными в Таблице 3.2. (пункт 30);

Y - коэффициент, определяемый по формуле:

$$Y = 2,5 \cdot \sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n_{ш}} - 0,1) ; \quad (31.)$$

Значение  $Y$  можно определять и по упрощенным формулам:

$$\text{При } R < 1 \text{ м } \quad Y = 1,5 \sqrt{n_{ш}} ; \quad (32.)$$

$$\text{При } R > 1 \text{ м } \quad Y = 1,3 \sqrt{n_{ш}} ; \quad (33.)$$

Параметр извилистости выражается отношением:

$$\varphi = I_{\text{фарв}} / I_{\text{прямой}} ; \quad (34.)$$

где:

$I_{\text{фарв}}$  - длина участка, измеренная по фарватеру, от выпуска сточных вод рассматриваемого створа;

$I_{\text{прямой}}$  - расстояние между этими двумя пунктами по прямой.

Безразмерная глубина  $\tilde{H}$  представляет собой следующую дробь:

$$\tilde{H} = \frac{H}{B} ; \quad (35.)$$

где:

$H$  - глубина реки, м;

$B$  - ширина потока, м.

Формулы 27.-35. позволяют вычислять расстояние до створов с заданными значениями максимальных концентраций (27.) или решать обратную задачу - находить максимальные концентрации на любых расстояниях  $X$  от места выпуска сточных вод (28.).

### 3.2. Проведение гидрологических и гидрохимических исследований в водосборе реки Чу

Управление, мониторинг и необходимые исследования бассейна реки Чу осуществляются государственными органами в соответствии с функциональными положениями, утвержденными Правительством Кыргызской Республики:

- Департамент гидрометеорологии Министерства чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики регулярно проводит мониторинг качества воды реки Чу и ее притоков;

- Государственные органы, наделенные специальными полномочиями по охране окружающей среды и экологической инспекции, осуществляют мониторинг антропогенных источников загрязнения, утверждают нормативы ПДВ и выдают разрешения на сброс загрязняющих веществ в водные объекты.

Река Чу является крупнейшим водоемом в бассейне реки Чу. Наблюдение за загрязнением воды в водоемах и водотоках осуществляется Гидрографической службой Кыргызстана. Наблюдения за химическим составом воды в бассейне реки Чу проводятся в водохранилищах Чу, Чонкемин, Красная, Нуруз, Аламедин, Западный БЧК и Нижнее Ала-Алча.

Качество воды оценивалось путем сравнения полученных данных со значениями предельно допустимых концентраций; значения БПК<sub>5</sub>, аммонийного азота и фосфатов приведены в таблице

Таблица 4 - Предельно допустимые концентрации в воде водоемов коммунально-бытового и рыбохозяйственного водопользования

| Показатель       | ПДК р-х, мг/л | ПДК к-б, мг/л |
|------------------|---------------|---------------|
| БПК <sub>5</sub> | 3,0           | 6,0           |
| Азот аммонийный  | 0,39          | 2,0           |
| Азот нитритный   | 0,02          | 1,0           |
| Азот нитратный   | 9,0           | 10,0          |

Для оценки степени загрязнения воды гидрографическая служба Кыргызстана традиционно использует составной относительный индекс (WPI

- Water Pollution Index), который оценивает долю эффектов загрязнения в общей степени загрязнения воды как безразмерное число. Для того чтобы отразить тенденции в качестве воды за несколько лет, оценка уровня загрязнения воды сравнивается с уровнем загрязнения в предыдущем году.

Химический состав воды углеводородно-кальциевый, с сульфат-ионами, увеличивающимися в среднем и нижнем течении.

### **3.3. Оценка качества воды в поверхностных водных объектах в водосборе реки Чу**

Химический состав воды в реке Чу сформировался под влиянием природных факторов и антропогенной деятельности. Состав воды в бассейне реки Чу представляет собой зону стока, сформированную под влиянием природных факторов (зона Нарынской) и зону движения и распределения потоков, сформированную под влиянием антропогенных факторов (зона Чуйской). В химическом отношении вода реки представляет собой углеводородно-кальциевые соли, с повышенным содержанием сульфат-ионов в среднем и нижнем течении.

В зависимости от гидрологической системы соленость воды реки Кууй в течение года колеблется от 173 мг/л до 412 мг/л. Количество ионов увеличивается в нижнем течении, а самое высокое значение, зафиксированное в Нижне-Чуйском, составляет 412 мг/л. Жесткость воды варьировалась от 2,69 до 5,19 ммоль/л. Уровень растворенного кислорода варьировался от 8,57 до 11,94 мг/л (0,70-0,50 ПДК), с хорошими кислородными условиями в течение всего года. Уровень насыщения воды кислородом колеблется в пределах 88-129%.

#### **3.3.1. Содержание кислорода**

Кислородный режим оказывает большое влияние на организмы в толще воды. Минимальная концентрация растворенного кислорода составляет 5 мг/куб. см, и когда она снижается до 2 мг/куб. см, рыба гибнет в больших количествах. Недостаточное перемешивание водного слоя из-за

перенасыщения кислородом, вызванного процессами фотосинтеза, оказывает негативное влияние на водные организмы.

В период с 2015 по 2018 год состояние системы растворенного кислорода в реке было удовлетворительным.

Таблица 5 Среднегодовое содержание растворенного кислорода, мг/куб. дм

| Водоемы      | Среднегодовое содержание растворенного кислорода, мг/куб. дм |         |         |         |
|--------------|--|---------|---------|---------|
|              | 2015 г.  | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
| р.Чу         | 10,1   | 8,52    | 9,74    | 9,32    |
| р.Кара-Балта | 10,42  | 11,26   | 10,50   | 9,51    |
| р.Аламедин   | 10,70  | 9,83    | 11,43   | 10,9    |
| р.Ара-Арча   | 11,51  | 10,14   | 11,35   | 10,8    |

### 3.3.2. Биохимическое потребление кислорода

Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) является одним из наиболее важных показателей качества воды. Он определяет степень загрязнения поверхностных вод, вызванного легко окисляемыми органическими веществами. В водах с высоким содержанием органических веществ большая часть растворенного кислорода расходуется на биохимическое окисление, лишая другие организмы кислорода.

Значение БПК<sub>5</sub> 3,00-3,90 мгО<sub>2</sub>/л считается загрязненной водой, а 4,00-10,0 мгО<sub>2</sub>/л - загрязненной водой.

В Кыргызской Республике максимально допустимое значение БПК<sub>5</sub> для оценки загрязнения речной воды органическими веществами составляет 3,00 мгО<sub>2</sub>/л. Биохимическое потребление кислорода определяется как количество кислорода (БПК<sub>5</sub>), потребляемого на единицу окисления загрязняющих веществ в водоеме при температуре 20°C и отсутствии света в течение определенного периода времени (обычно 5 дней). Он рассчитывается как разница между концентрацией растворенного кислорода в пробе воды сразу после отбора пробы и концентрацией растворенного кислорода во время инкубации.

Существуют сезонные и суточные колебания БПК<sub>5</sub>. Сезонные колебания зависят от изменений температуры и начальной концентрации растворенного кислорода, а суточные - от концентрации растворенного кислорода. Колебания БПК<sub>5</sub> напрямую связаны с уровнем загрязнения водоема.

Таблица 6 - Величины БПК<sub>5</sub> в водоемах с различной степенью загрязненности

| Степень загрязнения (классы водоемов) | БПК, мг О <sub>2</sub> /л |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Очень чистые                          | 0,5-1,0                   |
| Чистые                                | 1,1-1,9                   |
| Умеренно-загрязненные                 | 2,0-2,9                   |
| Загрязненные                          | 3,0-3,9                   |
| Грязные                               | 4,0-10,0                  |
| Очень грязные                         | 10,0                      |

Оценка состояния поверхностных вод в бассейне реки Чу проводится по результатам анализа среднегодовых величин БПК<sub>5</sub>, среднегодовых концентраций азота аммонийного и биогенных веществ. Данные представлены Агентством по гидрометеорологии при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики, который проводит систематический мониторинг на 10 водных объектах бассейна реки Чу, в 23 створах (рисунок 2).

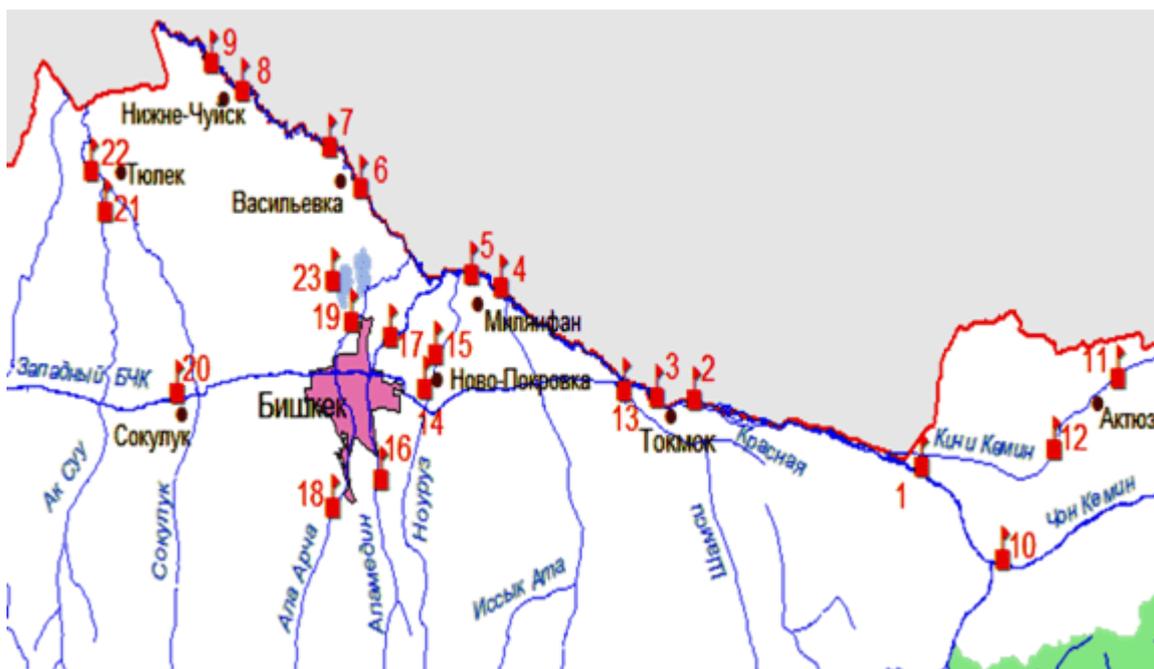


Рисунок 2. Карта-схема пунктов наблюдений за качеством поверхностных вод [14]

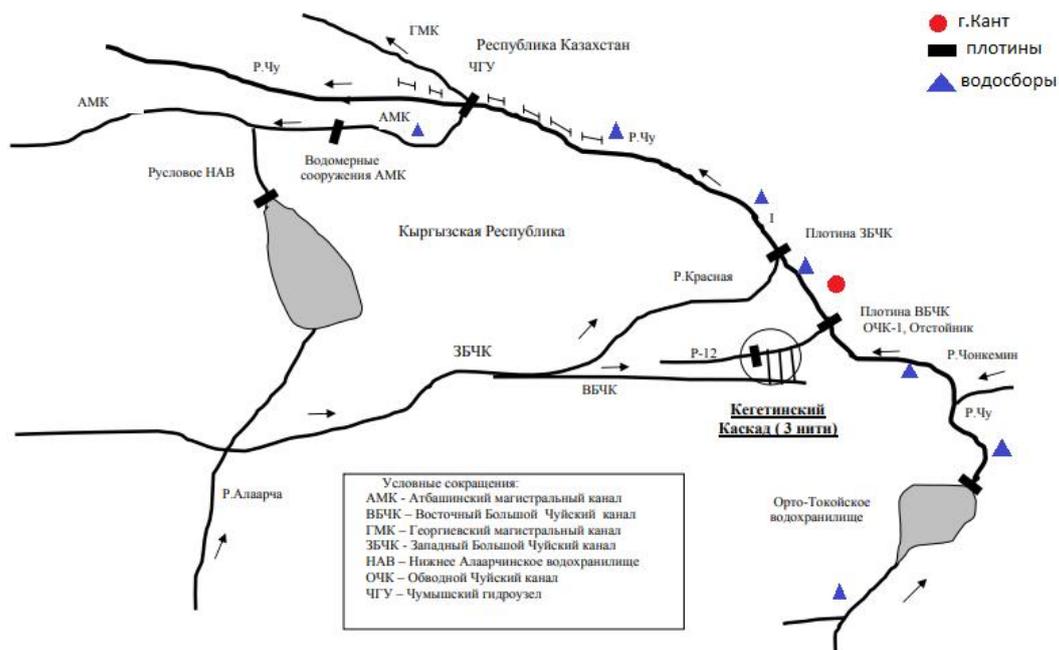


Рисунок 3 – Гидрографическая схема бассейна реки Чу

Таблица 7 - Степень загрязненности реки Чу по ИЗВ, в баллах

| ИЗВ,<br>баллах |      |      |          |
|----------------|------|------|----------|
| 201<br>1       | 2012 | 2013 | 201<br>4 |

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 0,57 | 0,41 | 0,85 | 0,84 |
|------|------|------|------|

Увеличение БПК<sub>5</sub> от верхнего течения к нижнему является характерной особенностью реки Чу. Самые низкие значения наблюдались ниже 1 ПДК в верхнем и среднем течении реки Чу. В серии многолетних наблюдений среднегодовые значения БПК<sub>5</sub> выше ПДК были определены для участка воды реки Чу ниже села Васильевка и поселка Нижне-Чуйский. В 2015-2018 гг. содержание органического БПК<sub>5</sub> колебалось в пределах 0,87-3,76 мгО<sub>2</sub>/л (по сравнению с 0,29-1,3 ПДК (ПДК для водоемов, имеющих важное рыбохозяйственное значение).

Наибольшее среднегодовое значение -3,76 ПДК было зарегистрировано на станции ниже по течению от с. Васильевка. (рисунок 3).



Рисунок 4. Биохимическая потребность в кислороде за 5 суток реки Чу, мгО<sub>2</sub>/л (среднегодовые значения). [14]

В створах ниже села Васильевка, и ниже поселка Нижне-Чуйский наблюдается высокий процент повторяемости превышений санитарно-гигиенических нормативов. Повторяемость превышения одного ПДК (П1) по БПК<sub>5</sub> приведена в таблице 8

Таблица 8-Повторяемость превышений одного ПДК по БПК5, в процентах

|              | П1 в %  |         |         |         |
|--------------|---|---------|---------|---------|
|              | 2015 г.   | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
| <b>БПК 5</b> | р.Чу,с. Васильевка,0,3 км ниже села                   |         |         |         |
|              | 25  | 50      | 25      | 66,6    |
| <b>БПК 5</b> | р.Чу – пос. Нижне-Чуйский, 0,7 км ниже поселка; 0,2 м |         |         |         |
|              | 25  | 0       | 0       | 50      |

Анализ данных таблицы показывает увеличение повторяемости превышения одного ПДК по БПК 5 в створе ниже села Васильевка с 25 до 66,6 %; в створе ниже поселка Нижне-Чуйский, с 25 до 50 %. Анализ случаев повторяемости превышений ПДК с 2015 показал, что в 2018 году в створах с. Васильевка ниже сброса сточных вод канализации г. Бишкек и пос. Нижне-Чуйский ситуация по содержанию органических веществ (БПК5) из года в год ухудшается.

### **3.3. Содержание азота аммонийного в поверхностных водах Чуйского бассейна**

Аммонийный азот. Основными источниками ионов аммония в водоемах являются стоки с животноводческих ферм, бытовые сточные воды, сельскохозяйственные угодья, где используются аммонийные удобрения, а также сточные воды пищевой и химической промышленности. Предел токсичности аммонийной формы азота - это предел токсичности.

Азот в форме аммония входит в список приоритетных загрязняющих веществ для реки Чу и ее притоков. Измерение концентрации загрязняющих веществ может помочь определить степень изменения качества воды в реке. С точки зрения состояния поверхностных вод, наиболее "проблемными" являются антропогенно загрязненные участки реки Чу вниз по течению от городских очистных сооружений в городе Токмак и вниз по течению от села Васильевка (вниз по течению от очистных сооружений Бишкека). Загрязнение аммонийным азотом более выражено на участке ниже по течению от села

Васильевка, где наблюдалось ежегодное увеличение уровня аммонийного азота.

Среднегодовые значения азота аммонийного в реке Чу в 2015-2018 годах варьировали в пределах 0,01-1,26 мг/л (0-3,1 ПДК), при этом наибольшее значение было зафиксировано в марте 2018 года на участке ниже села Васильевка (2,84 мг/л, 7 ПДК). Следует отметить, что на метеостанции Васильевское ниже села аммонийный азот превышал ПДК с возрастающей частотой в 2018 году. Бишкекский сброс сточных вод и Васильевское ниже с. Нижне-Чуйское.

Таблица 9 Повторяемость превышений одного ПДК по азоту аммонийному, в процентах

|                 | П 1 в %   |         |         |         |
|-----------------|---|---------|---------|---------|
|                 | 2015 г.   | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
| Азот аммонийный | р.Чу,с. Васильевка,0,3 км ниже села                   |         |         |         |
|                 | 50  | 50      | 75      | 75      |
| Азот аммонийный | р.Чу – пос. Нижне-Чуйский, 0,7 км ниже поселка; 0,2 м |         |         |         |
|                 | 25  | 25      | 50      | 58      |

Проблема загрязнения речной воды биогенными веществами становится все более важной для защиты водных экосистем от эвтрофикации, которая может привести к экологическим изменениям в водных экосистемах и оказать негативное влияние на бытовое водоснабжение и экономическую деятельность человека. Данный показатель включает среднегодовые концентрации нитритов, нитратов и минерального фосфора по сравнению со стандартами качества воды (СКВ).

Нитрит-азот. Индикаторы содержания питательных веществ в пресных водах позволяют определить состояние пресных вод (рек, озер и подземных вод) по содержанию питательных веществ. Проблема биогенного загрязнения речных вод возрастает с каждым годом и является важным вопросом в защите водных экосистем от эвтрофикации.

Загрязнение питательными веществами приводит к значительным изменениям в водных экосистемах и в конечном итоге делает воду непригодной или малопригодной для нужд человека и экономической деятельности. Этот показатель используется для описания текущего уровня концентрации питательных веществ и долгосрочных тенденций.

Содержание нитратного азота в реке Чу находилось в пределах допустимой концентрации с 2015 по 2018 год. Наиболее характерными для реки Чу и ее притоков являются

Загрязнение нитритным азотом осенью и зимой; среднегодовые концентрации нитритного азота в 2015-2018 гг. колебались от 0,2 до 5,6 ПДК. Минерализация фосфора Величина минерального фосфора в реке Чу и ее притоках колеблется от 0,002 до 0,073 мг/л (ПДК). Максимальные концентрации нитритного азота были зарегистрированы в 0,3 км ниже по течению от села Васильевка в 2013 году.

Значения нитритного азота и фосфора в реке Чу выше города Токмок за период 2010-2018 гг. представлены в таблице

**Таблица 10 - Средние показатели загрязнения р. Чу за период с 1990 по 2018годы [14]**

|   |  |             |             |             |             |             |             |             |
|---|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Название станции мониторинга  | с. Васильевка 1,3 км ниже села, 1,7 км ниже сброса сточных вод канализации города Бишкек |             |             |             |             |             |             |             |
| Расстояние до устья реки или вниз по течению до границы ее пересечения с другим государством (км) | 941 км до устья реки   |             |             |             |             |             |             |             |
|   |  | <b>1990</b> | <b>1995</b> | <b>2000</b> | <b>2005</b> | <b>2010</b> | <b>2015</b> | <b>2018</b> |
| Наименование загрязняющего вещества   | мкг/л  |             |             |             |             |             |             |             |
| БПК <sub>5</sub>  | мкг/л  | 5.43        | 0.90        | 0.83        | 0.79        | 0.37        | 1.06        | 0.87        |
| Азот аммонийный   |  | 2,10        | 0,06        | 0,08        | 0,08        | 0,03        | 0,01        | 0,00        |
| Общее содержание фосфора (P)  | мкг/л  | 0,160       | 0,053       | 0,150       | 0,090       | 0,007       | 0,004       | 0,004       |
| Нитраты (NO <sub>3</sub> )  | мкг/л  | 1,97        | 1,57        | 2,41        | 2,48        | 0,83        | 1,76        | 1,34        |

## **ГЛАВА 4. Описание Чуйского водного бассейна**

Бассейн Чу можно разделить на три части в соответствии с топографией потока и условиями стока: Верхняя часть от ущелья Боом до выхода, средняя часть с долиной Чу, и нижняя часть незатопляемой территории в пустынном регионе Казахстана. Верхняя часть представлена Кочкорской долиной, Боомским ущельем, а также водосборным бассейном крупного правобережного притока – р. Чон-Кемин.

Река Чу образуется от слияния рек Кочкор и Джуанарык, приняв ряд притоков в пределах Кочкорской долины р. Чу выходит в Иссык-кульскую межгорную впадину. В замыкающем Кочкорскую долину створе находится плотина Ортокойского водохранилища  $W=470,0$  млн.м<sup>3</sup>. В пределах Иссык-Кульской межгорной котловины река протекает по слабо разработанной долине. Водораздел между бассейнами р. Чу и озера Иссык-Куль выражен нечетко. Причем еще в начале 50-ых годов прошлого столетия в сторону озера по рукаву Кутемалды отмечался сброс паводковых вод из р. Чу в озеро Иссык-Куль. В районе г. Балыкчи р. Чу протекает по урочищу Капчигай, затем вступает в Боомское ущелье. После выхода из Боомского ущелья река выходит в собственно Чуйскую долину. На участке от с. Кемин до г. Токмак река протекает по широкой до 800 м по дну долине, в отложениях своего конуса выноса, значительная часть стока теряется на фильтрацию, испарение. На участке г. Токмак – Чумышские скалы долина реки заболочена, отмечается множество «карасу», наиболее крупная из которых р. Красная. В пределах Чуйской долины в р. Чу впадают ряд притоков – справа Кичи-Кемин, слева – Кызылсу, Шамси, Кегеты, Иссыката, Аламедин, Алаарча, Аксу, Карабалты, Чон-Каинды, Аспара[17]

### **4.1 Описание характеристик водного объекта и водосбора реки Чу**

Таблица 11- Гидрологические характеристики бассейна р. Чу[5]

| Река | Длина (км)  | Площадь водосбора (км <sup>2</sup> ) | Притоки длиной менее 10 км |                  | Озера на водосборе |         |
|------|-------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|---------|
|      |             |                                      | Кол-во                     | Общая длина (км) | Количество         | Площадь |
| Чу   | 1186*/489** | 38400***                             | 80                         | 192              | 806                |         |

\* длина приводится до впадения в оз. № 395

\*\* - длина до впадения притока р. Курагаты

\*\*\* - площадь бассейна, включая последний приток р. Курагаты

Для бассейна р. Чу характерно наличие ледников, в основном, это горно-долинные ледники, отмечаются и висячие ледники. Для северного склона Киргизского хребта также характерны погребенные под моренными отложениями участки «мертвого» льда, площадь которых оценивается до 25% от общей площади оледенения.

Таблица 12 - Распределение площади оледенения в бассейне р. Чу[13]

| Бассейн реки | Участок, приток                          | Площадь оледенения |                        |
|--------------|--|--------------------|------------------------|
|              |  | км <sup>2</sup>    | % от площади водосбора |
| Чу           | Верховья р. Чу (выше устья р. Чон-Кемин) | 94,7               | 1,3                    |
|              | Северный склон Киргизского хребта        | 350                | -                      |
|              | Бассейн р. Чон-Кемин)                    | 152,3              | 6,0                    |

За период 1997-2000 годы в данных бассейнах произошло существенное сокращение количества ледников. [3] Причем, наблюдаемая тенденция несколько выше (29%), отмечаемой в целом по стране, составляющей 25%.

Таблица 13 - Динамика количества ледников[3]

| Бассейн реки | 1977 г. | 2000 г. | %  |
|--------------|---------|---------|----|
| Чу           | 1012    | 715     | 29 |

Река Чу и ее притоки в большинстве своем относятся к горным рекам, которые характеризуются большими уклонами и высокой потенциальной мощностью, оцененной равной 1186 тыс.квт. [12]

Для рассматриваемых бассейнов рек характерны горные и равнинные озера. Горные озера представляют собой небольшие водоемы ледникового и завального происхождения. Озера завального происхождения расположены в верховьях рек Чу - Кельукок, Чон-Кемин - Келькогур, Кегеты - Кельтор, Сокулук – Кендыкучкач и др. Для северного склона Киргизского хребта характерны ледниковые озера, являющиеся частью ледниково-моренных комплексов,

### **Водный режим**

Водный режим реки в условиях Кыргызстана во многом определяется высотой бассейна реки, направлением уклона бассейна относительно влагоносных воздушных масс и другими факторами. Река Чу на водосборной площади имеет среднюю высоту  $H_{ср.пл.}=2,82$  км над уровнем моря и может быть названа снегово-ледниковой рекой, основным источником воды которой являются сезонные снеговые и ледниковые талые воды. [4]

В годовом стоке этой реки можно выделить три основных фазовых периода

- Снеговое половодье: происходит в основном при сезонном таянии снега в нижнем и среднем слоях, и величина половодья хорошо коррелирует с непосредственно предшествующими осенними и зимними осадками. Начало паводка определяется наступлением устойчивых положительных температур. Снежные и ледовые паводки происходят в период с апреля по июнь.

- Снеговые и ледовые паводки состоят в основном из талых вод высокогорных снегов, снежников и ледников. Это самое теплое время года, и его сток хорошо коррелирует со снеговыми и ледовыми паводками, происходящими в июле-сентябре при положительной сумме температур.

- Период низкой температуры воды осенью и зимой — это период, когда река питается водой, накопленной на активной поверхности бассейна, т.е.

грунтовыми водами. Этот период характеризуется низким стоком, который плавно снижается к началу следующего паводкового сезона без суточных колебаний. Период низкого стока осенью и зимой длится с октября по март.

Естественный режим р. Чу в изучаемом створе является нарушенным:

- после ввода в строй Орто-Токойского водохранилища в 1958 году (сезонное регулирование,  $W=470,0$ млн./м<sup>3</sup>), плотина которого расположена в 100км выше по течению
- водозаборами на орошение в пределах Кочкорской долины
- водозаборами в канал Аколэн, насосной станцией Таш-Мойнок
- водозаборами в каналы из р. Чон-Кемин, общим проектным расходом порядка 6,0 м<sup>3</sup>/с.

Для иллюстрации на рисунке 2 приводятся Гидрографы стока р. Чу в створе Бурулдайского моста: до (1950г) и после строительства Орто-Токойского водохранилища (1981г.), показывающие что с вводом в строй водохранилища осенне-зимний сток р. Чу сокращен практически в три раза. Т.к. в этот период производится аккумуляция стока в водохранилище и сток р.Чу формируется стоком р. Чон-Кемин и небольших рек, впадающих в р. Чу в пределах Боомского ущелья. В весенне-летний период осуществляются попуски из водохранилища, режим которых определяется потребностью в поливной воде в Чуйской долине.

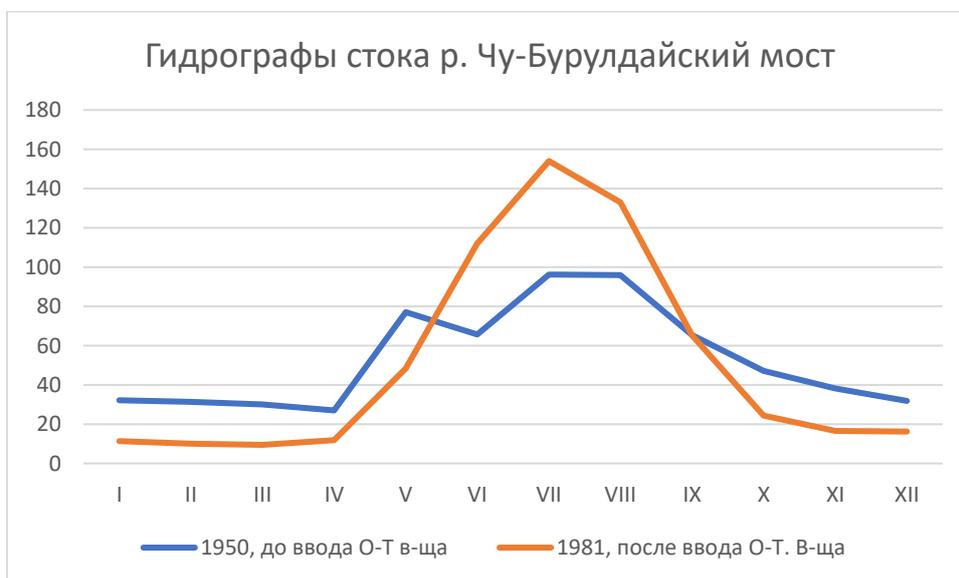


Рисунок 5 - Гидрографы стока р. Чу – Бурулдайский мост

**Норма и изменчивость годового стока**

Количество водных ресурсов для рассматриваемого створа р.Чу из зоны формирования определено:

- на основании материалов наблюдений Гидрометеослужбы КР на р. Чу в створе Бурулдайского моста за период наблюдений 1947-1956 г.г., т.е. до ввода в строй Орто-Токойского водохранилища [4]
- расчетным путем и приводится в таблице 14.

Таблица 14 - Норма и изменчивость годового стока[12]

| Участок                           | Река-пост                  | Площадь водосбора, А км <sup>2</sup> | Период осреднения, годы | Норма стока м <sup>3</sup> /с | Cv/Cs        |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------|
| Р.Чу-Орто-Токойское водохранилище | Каракуджур-с. Сарыбулак    | 1240                                 | 1932-99                 | 8,22                          | 0,16/<br>2Cv |
|                                   | Тюлек - аул Тюлек          | 382                                  | 1934-99                 | 2,15                          | 0,21/<br>2Cv |
|                                   | Суек - устье р. Ичкесай    | 470                                  | 1937-96                 | 6,77                          | 0,19/<br>2Cv |
|                                   | Каракол - устье р. Ирисай  | 391                                  | 1929-99                 | 4,98                          | 0,18/<br>2Cv |
|                                   | Итого изученный сток       |                                      |                         | 22,1                          |              |
|                                   | Чолай (Биже)- выход из гор | 138                                  | -                       | 0,83                          |              |
|                                   | Кашкасу                    | 39,7                                 | -                       | 0,51                          |              |
|                                   | Кызарт                     | 75,5                                 | -                       | 0,42                          |              |
|                                   | Шамси                      | 165                                  | -                       | 1,07                          |              |
|                                   | Кольтор                    | 41,0                                 | -                       | 0,57                          |              |
|                                   | Коморчек                   | 27,6                                 | -                       | 0,28                          |              |
|                                   | Талдыбулак                 | 18,6                                 | -                       | 0,22                          |              |
|                                   | Тюндюк                     | 134                                  | -                       | 0,84                          |              |
|                                   | Мукан (Корумду)            | 59,4                                 | -                       | 0,57                          |              |
| Чонтуз                            | 36,7                       | -                                    | 0,18                    |                               |              |
| Кольукок                          | 44                         | -                                    | 2,02                    |                               |              |
| Арсы                              | 40,0                       | -                                    | 0,09                    |                               |              |

|                                 |                               |      |               |      |              |
|---------------------------------|-------------------------------|------|---------------|------|--------------|
|                                 | Мазарукок                     | 54,2 | -             | 0,86 |              |
|                                 | Чиранбулак                    | 8,10 | -             | 0,10 |              |
|                                 | Ангисай (Анырта)              | 23,1 | -             | 0,45 |              |
|                                 | Каракунгей                    | 87,5 |               | 1,36 |              |
|                                 | Итого<br>неизученный сток     |      |               | 10,4 |              |
|                                 | Суммарно<br>Кочкорская долина |      |               | 32,5 |              |
| Р.Чу -<br>Бурулдайс<br>кий мост | Ширгый-выход из<br>гор        | 65,4 | -             | 0,20 |              |
|                                 | Какпак-Кыркоо                 | 57,8 | -             | 0,14 |              |
|                                 | Тюндюк                        | 95,1 | -             | 0,01 |              |
|                                 | Байламтал                     | 95,8 | -             | 0,29 |              |
|                                 | Коморчек                      | 230  | -             | 0,80 |              |
|                                 | Чакпак-Карасу                 | 33,9 | -             | 0,07 |              |
|                                 | Четынды-Курюк                 | 26,6 | -             | 0,05 |              |
|                                 | Сулутерек                     | 24,2 | -             |      |              |
|                                 | Итого<br>неизученный сток     | -    |               | 1,46 |              |
|                                 | Чон-Кемин-устье               | 1890 | 1929-<br>2018 | 22,1 | 0,12/<br>2Cv |
|                                 | Джилъарык                     | 72,2 |               | 0,08 |              |
| Сток на данном<br>участке       |                               |      | 25,3          |      |              |
| Сток<br>нарастающим итогом      |                               |      | 57,8          |      |              |
| Р.Чу                            | Бурулдайский<br>мост          | 9370 | 1947-<br>1956 | 52,8 | -            |

В целях повышения точности и обоснованности величины нормы стока р.Чу в расчетном створе были проанализированы:

- среднемноголетние данные наблюдений за стоком р. Чон-Кемин в створе гидрометрического поста «устье» (1929-2018г.г.)
- и фактические сбросы /попуски из Ортокойского водохранилища (1994-2016г.г.), таблица 15

Таблица 15 - Параметры годового стока р. Чу – Бурулдайское водохранилище

| Способ<br>определения | Площадь | Сред<br>невзвеше<br>нная | Q <sub>0</sub> ,<br>м <sup>3</sup> /с | C<br>v/Cs | Среднемноголет<br>ние<br>годовые<br>расходы,<br>м <sup>3</sup> /с |
|-----------------------|---------|--------------------------|---------------------------------------|-----------|---|
|-----------------------|---------|--------------------------|---------------------------------------|-----------|---|

|   | водосбора,<br>А км <sup>2</sup> | высота<br>водосбор<br>а, Н, км |          |                  | обеспеченностью<br>%: |          |          |
|---|---------------------------------|--------------------------------|----------|------------------|-----------------------|----------|----------|
|   |                                 |                                |          |                  | 5<br>0                | 7<br>5   | 9<br>5   |
| По материалам наблюдений                                      | 9370                            | 2,82                           | 52,<br>8 | 0,<br>12/2С<br>v | 5<br>2,6              | 4<br>9,1 | 4<br>4,4 |
| Расчетным путем   |                                 |                                | 57,<br>8 | 0,<br>12/2С<br>v | 5<br>7,6              | 5<br>3,8 | 4<br>8,6 |
| По сумме р. Чон-Кемин и попусков Ортотокойского водохранилища |                                 |                                | 56,<br>8 | -                | -                     | -        | -        |

Проведенный анализ показал, что за указанные периоды, среднегодовой расход Чу в створе Бурулдайского водохранилища составил  $Q=55,3+1,46$  (притоки Боомского ущелья) = 56,8 м<sup>3</sup>/с. Т.е. полученная величина практически равна норме стока, определенной расчетным путем. Что позволяет рекомендовать для дальнейших расчетов принять норму стока  $Q=57,8$  м<sup>3</sup>/с (выделено жирным курсивом)

### Внутригодовое распределение стока

Как было уже отмечено, естественный режим стока р. Чу в данном створе является искаженным. Поэтому для получения реального внутригодового стока был проведен анализ режима работы Орто-Токойского водохранилища и р. Чон-Кемин в створе «устье», Таблица 12. Планируется, что наполнение Бурулдайского водохранилища будет осуществляться зимним стоком р. Чон-Кемин, и фактическим стоком р. Чу, формирующимся за счет боковой приточности на участке: «нижний бьеф Ортотокойского водохранилища» - Бурулдайское водохранилище, а также попусков из Ортотокойского водохранилища в зимнее время, если они будут осуществляться. Возможный объем водных ресурсов, которые можно будет аккумулировать в Бурулдайском

водохранилище за период октябрь-апрель месяцы будет равен  $W=425,0$  млн/м<sup>3</sup>.

[4]

Таблица 16 - Внутригодовое распределение стока р. Чу– створ Бурулдайский мост, м<sup>3</sup>/с

| 1  | Пе<br>ри<br>од<br>ос<br>ре<br>дн<br>ен<br>ия | Месяцы:  |          |          |          |          |           |           |           |          |          |          |          | 0        | W <sub>0</sub><br>млн.<br>м <sup>3</sup> | W<br>х-<br>IV<br>млн.<br>м <sup>3</sup> |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|---|
|  |  | I        | II       | III      | IV       | V        | VI        | VII       | VIII      | IX       | X        | XI       | XII      |          |  |   |
| 1  | 2  | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8         | 9         | 10        | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       | 16                                       | 17                                      |
| Р.Ч<br>он-<br>Кем<br>ин -<br>усть<br>е               | 19<br>29<br>-<br>20<br>18<br>г               | 10,<br>1 | 9,6      | 9,3      | 11,<br>2 | 22,<br>9 | 40,<br>9  | 47,<br>9  | 43,<br>8  | 26,<br>7 | 17,<br>7 | 13,<br>9 | 11,<br>3 | 22,<br>1 | 69<br>7                                  | 22<br>8,9                               |
| При<br>ток<br>и<br>Боо<br>мск<br>ого<br>уще<br>лья   | -  | 0,6<br>7 | 0,6<br>3 | 0,6<br>1 | 0,7<br>4 | 1,5<br>1 | 2,7<br>0  | 3,1<br>6  | 2,8<br>9  | 1,7<br>6 | 1,1<br>7 | 0,9<br>1 | 0,7<br>5 | 1,4<br>6 | 46,<br>0                                 | 14,<br>3                                |
| Поп<br>уск<br>и из<br>Орт<br>ото<br>кой.<br>в-<br>ща | 19<br>94<br>-<br>20<br>16<br>г               | 0        | 1,4<br>5 | 12,<br>4 | 16,<br>4 | 51,<br>5 | 81,<br>4  | 82,<br>9  | 68,<br>73 | 52,<br>7 | 24,<br>2 | 5,9<br>5 | 0        | 33,<br>1 | 10<br>44                                 | 18<br>1,6                               |
| Все<br>го  |  | 10,<br>8 | 11,<br>7 | 22,<br>3 | 28,<br>3 | 75,<br>9 | 12<br>5,0 | 13<br>4,0 | 11<br>5,4 | 81,<br>2 | 43,<br>1 | 20,<br>8 | 12,<br>1 | 56,<br>7 | 17<br>87                                 | 42<br>4,8                               |

### Максимальные расходы воды

В данном разделе рассмотрено формирование максимальных расходов р. Чу в естественном и искажённом режиме. В естественных условиях формирование максимальных расходов обычно отмечается во время половодья в июне-августе месяцах в зависимости от климатических условий периода половодья, которые определяют сроки начала, продолжительность и дружность таяния сезонных снеготазпасов. Выдающиеся максимальные расходы формируются также при совокупном воздействии жидких осадков и высокого талого стока. [4]

После строительства Орто-Токойского водохранилища максимальные расходы формируются за счет совокупности попусков из Ортокойского водохранилища, максимальных расходов р. Чон-Кемин и боковых притоков. При этом, максимальные попуски из водохранилища обусловлены, как требованиями на поливную воду, так и приточностью в Орто-Токойское водохранилище. Для характеристики максимальных расходов р. Чу в заданном створе был построен совмещенный хронологический График максимальных срочных расходов за период наблюдений на р. Чу-устье р. Чон-Кемин (1946-1991г.г., 46 лет), р. Чу-Бурулдайский мост (1947-1988 с перерывами, 24 года) и р. Чу-с. Кочкорка, рисунок 6.

Как видно из данного Графика наиболее высокий максимальный расход в створе Бурулдайский мост был зафиксирован в 1955 году (1.VI), величина которого составила  $Q = 267,0 \text{ м}^3/\text{с}$ , также высокие максимальные расходы отмечались в 1950 году –  $257,0$ , 1981 –  $253,0$ , 1958 –  $243,0 \text{ м}^3/\text{с}$ . Среднеголетний –  $Q = 189,0$ , наименьший –  $97,6 \text{ м}^3/\text{с}$  (1947г), таким образом, амплитуда колебания максимальных расходов составляет –  $169,0 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Что касается максимальных расходов на р. Чу-с.Кочкорка, то наиболее высокий был зафиксирован в 1988 году и составил  $Q = 283,0$ , также высокие расходы были отмечены в 1966г. –  $Q = 242,0$  и в 1958г. –  $Q = 210,0 \text{ м}^3/\text{с}$ .

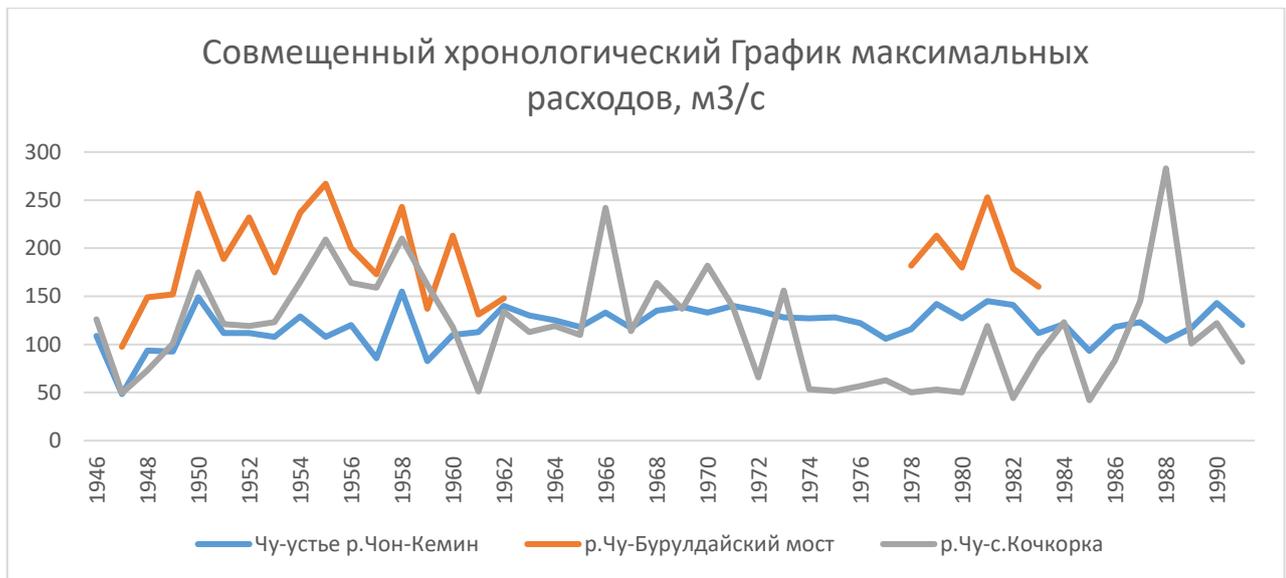


Рисунок 6. Совмещенный хронологический График срочных максимальных расходов



Рисунок 7. Хронологический График срочных максимальных расходов р.Чу-с. Кочкорка

Что касается максимальных попусков из Орто-Токойского водохранилища, то это обычно  $Q=110-120 \text{ м}^3/\text{с}$ , что обусловлено тем, что при попусках свыше  $Q>110 \text{ м}^3/\text{с}$  существует угроза проезему автодорожному мосту ниже плотины и затопления части территории г. Балыкчи в западной части. [16] Проектный максимальный расход попуска составляет  $Q=170,0 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Кроме того, приведенный График показывает синхронность прохождения максимальных расходов на р. Чу в створах: с. Кочкорка и Бурулдайский мост за период параллельных наблюдений, что позволило для определения максимальных расходов заданном створе выбрать в качестве реки – аналога. Данный пост р.Чу-с. Кочкорка, расположен в 107 км выше по течению, ряд наблюдений составляет 75 лет (имеются перерывы), а средневзвешенная высота практически одинакова с таковой в изучаемом створе.

В целях более точного определения величины максимальных расходов последние были определены и по аналогии с р.Чон-Кемин, ( $A=1890 \text{ км}^2$ , Нср.взв.=3,4 км, ряд наблюдений 1929-2018г.г с перерывами, всего 78 лет). На рисунке 6 приводится Хронологический график максимальных расходов р. Чон-Кемин-устье. За весь период наблюдений наиболее высокий расход отмечался  $Q=189 \text{ м}^3/\text{с}$  в 1958 году, также высокие расходы наблюдались в 1966г. -  $Q=185$ , в 1934 -  $Q=156 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В целях более точного определения величины максимальных расходов последние были определены и по аналогии с р.Чон-Кемин, ( $A=1890 \text{ км}^2$ , Нср.взв.=3,4 км, ряд наблюдений 1929-2018г.г с перерывами, всего 78 лет). На рисунке 6 приводится Хронологический график максимальных расходов р. Чон-Кемин-устье. За весь период наблюдений наиболее высокий расход отмечался  $Q=189 \text{ м}^3/\text{с}$  в 1958 году, также высокие расходы наблюдались в 1966г. -  $Q=185$ , в 1934 -  $Q=156 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Таблица 17 - Максимальные расходы воды р. Чу

|                 | А,<br>км <sup>2</sup> | Q <sub>max0</sub> ,<br>м <sup>3</sup> /с | Cv/Cs        | Максимальные расходы,<br>обеспеченностью, % |     |     |     |     |  |
|-----------------|-----------------------|--|--------------|---|-----|-----|-----|-----|--|
|                 |                       |  |              | 0,1   | 1   | 2   | 3   | 5   |  |
| Чу-с.Кочкорка   | 5370                  | 116                                      | 0,44/2<br>Cv | 317   | 251 | 239 | 226 | 202 |  |
| Чон-Кемин-устье | 1890                  | 92,3                                     | 0,33/2<br>Cv | 202   | 168 | 162 | 155 | 142 |  |
| Чу-Бурулдайский |                       | 215,0                                    | 0,44/2<br>Cv | 587   | 465 | 443 | 420 | 374 |  |

|  |      |              |                      |            |            |            |            |            |  |
|--|------|--------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| мост Аналог<br>р.Чу-Кочкорка)  | 9370 |              |                      |            |            |            |            |            |  |
| Чу-<br>Бурулдайский<br>мост Аналог<br>р.Чон-Кемин)                             |      | <b>190,0</b> | <b>0,33/2<br/>Cv</b> | <b>416</b> | <b>346</b> | <b>333</b> | <b>319</b> | <b>293</b> |  |
| Естественные<br>условия (без<br>учета влияния<br>Орто-<br>Токойского в-<br>ща) |      |              |                      | -          | 370        | -          | -          | 302        |  |
| С учетом<br>влияния Орто-<br>Токойского в-ща                                   |      |              |                      | -          | 354        | -          | -          | 323        |  |

### Минимальный сток

В связи с тем, что наполнение Бурулдайского водохранилища будет осуществляться в зимнее время, когда практически отсутствуют попуски из Орто-Токойского водохранилища, минимальные среднемесячные расходы воды в это время будут определяться стоком р. Чон-Кемин и боковой приточностью. [4]

Минимальные среднемесячные расходы воды р. Чон – Кемин отмечаются обычно в марте месяце,  $Q_{0min}=8,90 \text{ м}^3/\text{с}$ , таблица 18.

Таблица 18 - Параметры минимальных среднемесячных расходов воды р.Чу-Бурулдайский мост

| Q <sub>0</sub> | C <sub>v</sub> /C <sub>s</sub> | Минимальные среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /с обеспеченностью % |      |      |      |
|----------------|--------------------------------|--|------|------|------|
|                |                                | 80   | 90   | 95   | 99   |
| 8,90           | 0,12/0,30                      | 4,23   | 3,99 | 3,85 | 3,52 |

Минимальные среднесуточные расходы могут быть определены из соотношения  $M_{мин.сут}=0,80 * M_{мин.сп.месяч}=7,12 \text{ м}^3/\text{с}$ .

## Мутность и расходы взвешенных наносов

На р. Чу в створе Бурулдайский мост наблюдения за твердым стоком проводились всего лишь два года 1978, 1948г.г. средний расход  $R=15,0$  кг/с. Более продолжительные наблюдения за стоком взвешенных наносов на р.Чу- устье р. Чон-Кемин в течение 1976-1980г.г. и на р. Чон-Кемин-устье. Поэтому среднемноголетний сток взвешенных наносов определен на основе данных наблюдений, таблица 19. Многолетняя изменчивость среднегодовых расходов наносов принята по аналогии с р. Чу-с. Кочкорка. [4] При этом, максимальный среднесуточный наблюденный расход взвешенных наносов составил  $R=310,0$  кг/с (р.Чу-устье р.Чон-Кемин, 28.06. и 12.07.1979г.)

Таблица 19 - Среднемноголетний сток взвешенных наносов лет различной обеспеченности

|                      | A, км <sup>2</sup> | R <sub>0</sub> , кг/с | C <sub>vR</sub> /C <sub>s</sub> | R <sub>0</sub> , кг/с различной обеспеченности % |      |     |
|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------|--|------|-----|
|                      |                    |                       |                                 | 5  | 25   | 75  |
| Чу-Бурулдайский мост | 9370               | 15,0                  | 0,66/2C <sub>v</sub>            | 35,4   | 20,4 | 7,2 |

Таким образом, среднегодовой расход взвешенных наносов  $R=15,0$  кг/с или  $W_R= 473$  тыс. тонн в год. Для внутригодового хода стока взвешенных наносов характерным является то, что основной сток взвешенных наносов отмечается в период апрель-сентябрь месяцы.

Что касается объема влекомых наносов, то это остается слабоизученной областью гидрологии в республике. По результатам наблюдений на отдельных реках Чуйского бассейна (р.Шамси, Аламедин и Алаарча), проведенным в 60-ые годы прошлого года, объем влекомых наносов составляет порядка 77% от общего твердого стока.

## **4.2 Анализ состояния загрязнения поверхностных водных объектов в водосборе реки Чу**

Экономический рост жизненно важен для развития страны. Некоторые виды хозяйственной деятельности вступают в противоречие с основными потребностями экологической устойчивости и наносят ущерб окружающей среде и природным ресурсам.

Чуйская область и г. Бишкек являются наиболее густо заселенной территорией бассейна р. Чу и имеют достаточно развитое промышленное и сельскохозяйственное производство.

Размещение промышленных предприятий, близкая расположенность животноводческих объектов, недостаточное инженерное обустройство городов и сел, неэффективная очистка и обеззараживание сточных вод способствуют загрязнению токсическими веществами, микробной контаминации водоемов.

С начала 90-х годов промышленность республики пережила тяжелейший кризис, который сопровождался резким падением производства. В связи со значительным сокращением водопотребления на промышленные нужды, сократился и объем сбрасываемой воды. Однако в последние годы наметилось увеличение горнодобывающих предприятий и рост предприятий малого и среднего бизнеса. Поэтому, можно предположить увеличение сброса промышленных сточных вод уже в ближайшие годы.

Муниципальное загрязнение оказывает локальное воздействие на водотоки на коротких участках (см. состояние городских очистных сооружений в главе "Водоснабжение и санитария").

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к росту неэффективных потерь воды в ирригационном секторе. Причинами этого являются плохое техническое состояние ирригационных систем, износ оборудования и использование некачественных методов орошения. Существующая ирригационная сеть находится на очень низком эксплуатационном уровне и более 70 процентов ее требует срочной реконструкции и переоснащения. В результате по пути к потребителям теряется

большое количество чистой воды (более 20 процентов от общего годового забора воды из природных источников). Животноводческие объекты в настоящее время имеют мало систем сбора, хранения и очистки, что делает их одним из самых опасных источников загрязнения в водосборном бассейне.

Отходы и потери в сельском хозяйстве классифицируются как неорганизованные и нерегулируемые отходы и потери.

Одним из важных факторов, влияющих на состояние водных объектов, является вопрос образования и хранения твердых бытовых и промышленных отходов.

Техническое состояние сетей гидрологических и гидрохимических наблюдений в последние годы значительно ухудшилось, и тенденция ухудшения становится необратимой.

Недостаточный мониторинг качества поверхностных вод не позволяет получать достоверную информацию.

Важными факторами, влияющими на качество водных ресурсов, являются поверхностные воды и нерегулируемая хозяйственная деятельность региона, а также несовершенное состояние зон санитарной охраны подземных водоносных горизонтов. В результате источники питьевой воды все чаще загрязняются токсичными веществами и патогенными микроорганизмами.

В бассейне р. Чу в настоящее время действующими являются небольшие ГЭС, построенные в середине прошлого века – каскад Аламединских ГЭС на Западном Большом Чуйском канале, Быстровская ГЭС на Обводном Чуйском канале, в последние годы ведется строительство малых ГЭС, как например, действующие в верховьях р. Чон-Кемин, на р. Иссык-Ата. Помимо этого, для Бишкекской ТЭЦ, вырабатывающей электрическую энергию и обеспечивающей тепловое и горячее водоснабжение населения города, в целях охлаждения котлов подается вода из Западного Чуйского канала.

### **Промышленность.**

В Чуйской области и городе Бишкек сосредоточен основной потенциал промышленности, о чем свидетельствуют данные Национального

статистического комитета. В Чуйской области сосредоточено более трети промышленного производства всей Кыргызской Республики (35,8%), 28,% в городе Бишкек.

Общий рост промышленного производства, увеличивающийся ежегодно, приводит к увеличению потребления энергетических ресурсов, объемов сброса и выбросов в окружающую среду загрязнений и образования отходов производства.

В течение полувека на территории водосбора проводились интенсивные исследования геологической структуры и месторождений полезных ископаемых. Месторождения включают золото (Тардиблак, Далплан и Каматор), железо, титан, хром, никель, свинец, цинк и редкоземельные элементы (актуз).

Имеются также многочисленные нерудные месторождения песка, глины, мергеля, соли, талька, гранита-диорита, извести, мрамора, гранита и алевролита. Минеральные источники и источники горячей воды (Иссык-Атинское, Аламединское и Ак-Сууйское ущелья) расположены вблизи разломов земной коры.

### **Муниципальные очистные сооружения**

Объемы загрязненных сточных вод в водные объекты бассейна р. Чу в 2008 году составил 11,9 млн.м<sup>3</sup>/год. Объемы загрязненных сточных вод в Таласской области сравнительно невелики и составляют 0,1 млн.м<sup>3</sup>/год.

В настоящее время в среднем по области насчитывается 34 муниципальных и ведомственных очистных сооружений бытовой канализации. Из них 23 имеют удовлетворительную эффективность, остальные очистные сооружения не отвечают требованиям, предъявляемым к станциям биологической очистки. Все очистные сооружения были построены в советский период, и ухудшение экономической ситуации создало серьезные проблемы для эксплуатации канализационных и очистных сооружений.

Отсутствие финансирования для расширения, ремонта или реконструкции этих систем приводит к снижению качества санитарии.

Наиболее крупными являются:

- Очистные сооружения г. Бишкек проектная мощность 350 тыс.м<sup>3</sup>/сут, фактически поступает 280 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Очистка механическая и биологическая, свыше 90% очистки. Сброс в р. Чу.
- Очистные сооружения Карабалтинского Управления коммунального хозяйства - проектная мощность -245 тыс.м<sup>3</sup>/сут., сброс осуществляется в лог Ток-Таш, за последние годы принимаемые сбросы сократились на 70% в связи с остановкой промышленных предприятий.
- Очистные сооружения пгт. Кант - в настоящее время принимает стоки в основном от жилых домов, которые в месяц составляют 3 тыс.м<sup>3</sup>/сут., биологическая и механическая очистка, сброс в дренажный коллектор в районе с. Милянфан.
- Очистные сооружения Шопоковского городского комбината благоустройства - общий годовой объем принимаемых сточных вод 208,0 тыс.м<sup>3</sup>/сут., из них от населения 158,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут., от учреждений и организаций 49,7 тыс.м<sup>3</sup>/сут., система очистки механическая.
- Очистные сооружения ОАО «Пиво-Беловодское» - проектная мощность 4,2 м<sup>3</sup>/сут, годовая нагрузка составляет 311тыс.м<sup>3</sup>/сут., система очистки механическая и биологическая.
- Очистные сооружения г. Токмок, МП «Эколог» - проектная мощность 22 тыс.м<sup>3</sup>/сут, очистка механическая и биологическая.

### **Водоохранные зоны и полосы**

Хозяйственная деятельность в водоохраных зонах и поясах поверхностных водных объектов и ненадлежащее состояние зон санитарной охраны подземных водных объектов наносят значительный ущерб.

Водоохранные зоны и правила их использования регулируются Водным кодексом Кыргызской Республики (2005) и Положением Кыргызской Республики "О водоохраных зонах и водоохраных поясах" (№ 271 от 7 июля 1995 года).

- Установление водоохраных зон в водных объектах, где ограничивается или запрещается следующая деятельность: животноводство; использование и применение пестицидов, органических удобрений и химических удобрений; работа промышленных предприятий; хранение, обработка и утилизация отходов; строительство зданий);

- водоохраные зоны (водоохраные зоны включают в себя прибрежные водоохраные зоны, территории, где хозяйственная деятельность строго ограничена).

Установление водоохраных зон и водных объектов является обязанностью национальных органов охраны окружающей среды, а владельцы водных объектов должны привлечь внимание всех заинтересованных групп, предприятий, организаций, учреждений, хозяйств и граждан к решению о размерах водоохраных зон и водных объектов и действующей на их территории системе охраны вод.

На реках минимальные зоны защиты от наводнений должны устанавливаться по обоим берегам на основе среднегодовых уровней воды в реках длиной 1000 м и более:

| <b>Длина реки</b> | <b>Ширина водоохранной зоны, м</b> |
|-------------------|------------------------------------|
| менее 10 км       | 50 м                               |
| от 10 до 50 км    | 75 м                               |
| от 50 до 100 км   | 100 м                              |
| более 100 км      | 150 м                              |

Учитывая, что длина реки Чу составляет 1 186 км, минимальная ширина водоохранной зоны должна составлять 150 м по обе стороны реки.

Минимальная ширина водоохранной зоны для магистральных и межхозяйственных каналов определяется следующим образом:

| Для каналов пропускной способностью |       |
|-------------------------------------|-------|
| от 5 до 10 куб.м/сек                | 50 м  |
| от 10 до 20 куб.м/сек               | 75 м  |
| свыше 20 куб.м/сек                  | 100 м |

Принимая во внимание, что расход воды в канале ОЧК-2 будет составлять 72,5 м<sup>3</sup>/сек, минимальная ширина водоохранной зоны должна составлять 100 м от бровки канала по обеим сторонам.

С целью оценки соблюдения установленных режимов охранных зон в бассейне р. Чу 29.06.2017г. проведено экспедиционное обследование р. Чу на участке г.Токмок-г. Бишкек.

Которое выявило следующее:

- в пределах водоохранной зоны, а также в прибрежной части р.Чу отмечаются бытовые и производственные отходы, в частности, от скотобойен, расположенных в г.Токмок, с.Пригородное,
- скотомогильники расположены в непосредственной близости к урезу воды р.Чу

Высокая антропогенная нагрузка сосредоточена в районе г.Токмок-Бишкек (выпас скота, следы пожаров, сбросы вод от предприятий и очистных сооружений, бесконтрольная добыча песка и гравия, приводящая к разрушению экосистему реки).

В результате под угрозой оказались различные объекты, такие как объездные дороги, кладбища, защитные дамбы, линии электропередач, газопроводы и сельскохозяйственные угодья. Этой ситуации способствуют выкорчевывание и выжигание пойменных лесов, добыча строительного материала на водотоках, а также многолетнее одностороннее регулирование Казахстаном водных путей и пойм. В результате этих процессов динамическая ось реки общей протяженностью 65 км сместилась к левому берегу.

Кроме того, при расходах попусков из Ортокойского водохранилища порядка 90,0 м<sup>3</sup>/с, р. Чон-Кемин – около 60,0 м<sup>3</sup>/с и общем водозаборе – более

100,0 м<sup>3</sup>/с создается угроза подтопления населенных пунктов ниже г. Токмак, размыва объездной автомобильной дороги Бишкек - Каракол.

Пойменные участки р. Чу в пределах Чуйской долины застраиваются, осваиваются, чем ограничивается пропускная способность русла реки.

В целях предупреждения и сокращения наблюдающихся процессов береговой эрозии, необходимо правильно размещать границы землепользования, оросительные и дорожные сети.

Необходимо отметить также проблемный вопрос, связанный, как с режимом попусков Ортокойского водохранилища, водохозяйственной деятельностью, так и с русловым процессом р. Чу в районе с. Милянфан.

На данном участке русло р. Чу имеет меандрирующий характер, причем данный процесс усугубляется тем, что в районе Чумышского г/у на правом берегу р. Чу построена защитная дамба с. Курдай. Проектом же было предусмотрено строительство подобной дамбы и на левом берегу, которая не была построена. В результате, русло р. Чу и особенно при повышенных расходах смещается на левый берег, наблюдается смыв посевов, подмывается автодорога.

На основании проведенного обследования можно заключить, что режим водоохранной зоны в бассейне не соблюдается ни на притоках, ни вдоль русла р. Чу.

## **Глава 5. Расчет предельно допустимых сбросов**

В качестве расчета взяты проектные очистные сооружения муниципального предприятия «Водоканал» города Кант Чуйской области. На очистные сооружения поступают хозяйственно-бытовые стоки населения и муниципальных бюджетных организаций и городских служб по оказанию различных сервисных услуг населению города.

Население в г. Кант составляет 22 000 человек.

Количество воды, которое поступает на очистные сооружения:

От населения - 498134 м<sup>3</sup>/год

От бюджетных организаций - 213882 м<sup>3</sup>/год

Предприятия по обслуживанию и сервису населения (бани, парикмахерские, мелкие ремонтные мастерские и мойка машин и др.) – 109760 м<sup>3</sup>/год.

Всего на очистные сооружения поступает 821776 м<sup>3</sup> в год или 2251 м<sup>3</sup> в сутки.

В качестве исходных данных взяты следующие материалы:

- Сведения о фоновых концентрациях загрязняющих веществ в р.Чу выше места сброса очистных сооружений города;
- Фактические концентрации загрязняющих веществ в сточных водах после очистки;
- Предельно-допустимые концентрации (ПДК) для р.Чу (как объект рыбохозяйственного водопользования, т.к. сброс осуществляется за чертой населенного пункта).

Нормативы ПДС рассчитаны для 1 (одного) выпуска сточных вод по средним фактическим данным лаборатории муниципального предприятия «Водоканал» г. Кант для загрязняющих веществ.

Таблица 20 - Гидрохимическая характеристика реки Чу[7], [8], [18]

| №<br>пп                                | Наименование<br>загрязняющего вещества          | Фон<br>Мг/дм <sup>3</sup> | Сточные воды<br>Мг/дм <sup>3</sup> | ПДК<br>Мг/дм <sup>3</sup> |
|--|---|---------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Общие требования                       |   |                           |                                    |                           |
| 1                                      | Взвешенные вещества                             | 20,8                      | 24,4                               | 23,95                     |
| 2                                      | БПК полн.                                       | 0,19                      | 39,86                              | 3                         |
| 3                                      | Сухой остаток                                   | -                         | -                                  | 1000                      |
| Токсикологический показатель           |   |                           |                                    |                           |
| 1                                      | Аммоний солевой (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) | 0,03                      | 3,54                               | 0,5                       |
| 2                                      | Нитрит-ион (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )      | 0,022                     | 0,023                              | 0,08                      |
| 3                                      | Железо общее (Fe <sub>общ.</sub> )              | -                         | -                                  | 0,1                       |
| Санитарно-токсикологический показатель |   |                           |                                    |                           |
| 1                                      | Нитрат-ион (NO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )     | 1,35                      | 0,3315                             | 40                        |
| 2                                      | Алкилсульфонат (СПАВ)                           | -                         | -                                  | 0,5                       |
| 3                                      | Хлориды (Cl <sup>-</sup> )                      | 14,5                      | 21,98                              | 300                       |
| 4                                      | Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )       | 62,8                      | 73,36                              | 100                       |
| Рыбохозяйственный показатель           |   |                           |                                    |                           |
|  | Нефтепродукты                                   | -                         | -                                  | 0,05                      |

Таблица 21 - Условия водопользования в водосборе реки Чу [21]

| №<br>№ пп | Показатели                   | Цели водопользования   |                   |
|-----------|------------------------------|--|-------------------|
|           |                              | Рыбохозяйственное  |                   |
|           |                              | высшая и<br>первая категории   | вторая категория  |
| 1         | Взвешенные вещества          | При сбросе сточных вод конкретным водопользователем, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на:   |                   |
|           |                              | 0,25<br>мг/куб.дм  | 0,75<br>мг/куб.дм |
|           |                              | Для водотоков, содержащих в межень более 30 мг/куб.дм природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5%.<br>Возвратные (сточные воды), содержащие взвешенные вещества со скоростью осаждения более 0,2 мм/сек., запрещается сбрасывать в водоемы, а более 0,4 мм/сек. - в водотоки   |                   |
| 2         | Плавающие примеси (вещества) | На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей   |                   |
| 3         | Окраска                      | Вода не должна приобретать посторонней окраски   |                   |
| 4         | Запахи, привкусы             | Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыбы  |                   |
| 5         | Температура                  | Температура воды не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водного объекта, более чем на 5 градусов Цельсия с общим повышением температуры не более чем до 20 градусов Цельсия летом и 5 градусов Цельсия - зимой для водных объектов, где обитают холодноводные рыбы (лососевые и сиговые), и не более, чем до 28 градусов Цельсия летом и 8 градусов Цельсия - зимой в остальных случаях |                   |
| 6         | Водородный показатель (PH)   | Не должен выходить за пределы 6,5-8,5  |                   |
| 7         | Минерализация воды           | Нормируется согласно таксам рыбохозяйственных водных объектов  |                   |

|                                |   |   |                                |                                |
|--------------------------------|---|---|--------------------------------|--------------------------------|
|                                |   | В зимний (подледный) период должен быть не менее:   |                                |                                |
|                                | Растворенный кислород                   | <table border="1"> <tr> <td>6<br/>мг/куб.дм</td> <td>4<br/>мг/куб.дм</td> </tr> </table>  | 6<br>мг/куб.дм                 | 4<br>мг/куб.дм                 |
| 6<br>мг/куб.дм                 | 4<br>мг/куб.дм                          |   |                                |                                |
|                                |   | В летний период (открытый) на всех водных объектах должен быть не менее 6 мг/куб.дм   |                                |                                |
| 8                              | Биохимическое потребление кислорода БПК | При температуре 20 градусов Цельсия не должно превышать:  |                                |                                |
|                                |   | <table border="1"> <tr> <td>3 мг<br/>О<sub>2</sub>/куб.дм</td> <td>3 мг<br/>О<sub>2</sub>/куб.дм</td> </tr> </table>  | 3 мг<br>О <sub>2</sub> /куб.дм | 3 мг<br>О <sub>2</sub> /куб.дм |
| 3 мг<br>О <sub>2</sub> /куб.дм | 3 мг<br>О <sub>2</sub> /куб.дм          |   |                                |                                |
|                                |   | Если в зимний период содержание растворенного кислорода в водных объектах высшей и первой категории снижается до 6,0 мг/куб.м, а в водных объектах второй категории до 4 мг/куб.дм, то допускается сброс в них только тех сточных вод, которые не изменяют БПК воды |                                |                                |
| 9                              | Химические вещества                     | Не должны содержаться в воде водоемов и водотоков в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ  |                                |                                |
| 10                             | Возбудители заболеваний                 | Вода не должна содержать возбудителей заболеваний, в том числе жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосфеты тенниид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших  |                                |                                |
| 11                             | Токсичность воды                        | <p>Сточная вода на выпуске в водный объект не должна оказывать острого токсического действия на тест-объекты.</p> <p>Вода водного объекта в контрольном створе не должна оказывать хронического токсического действия на тест-объекты</p>                           |                                |                                |

## 5.1 Расчет ПДС для водотоков

Расчетный максимальный среднечасовой расход сточных вод - 0,0265 м<sup>3</sup>/с = 95,25 м<sup>3</sup>/ч.

Расстояние от точки сброса до расчетного выравнивания вдоль травяной дорожки составляет  $L_f = 500$  м и  $L_n = 500$  м вдоль выравнивания.

Сброс происходит за пределами населенного пункта. Гидрологические данные для канала показывают расчетный расход 11,9 м<sup>3</sup>/сек.

Средняя глубина воды составляет 1,5 м.

Средняя скорость течения составляет 0,54 м/с.

Шероховатость русла реки составляет  $p_{sh} = 0,067$ .

Категория водотока - рыбохозяйственная.

Гидрологические данные в нижнем течении (фон, целевой расход воды в верхнем течении реки (г/м<sup>3</sup>))

Таблица 22- Средние многолетние данные гидрологических характеристик р.Чу[7]

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| Расход воды в р.Чу м <sup>3</sup> /с | 11,9 |
| Глубина, Н м                         | 1,5м |
| Средняя скорость, V м/с              | 0,54 |

## 5.2. Расчет кратности разбавления

Расчет кратности разбавления в реке производится по методу, представленному в пункте 30 «Методики по установлению нормативов предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты».

Определяется параметр  $y$ :

$$y = 2,5\sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n_{ш}} - 1) \quad (35)$$

Шероховатость ложа реки принимаем по Таблице 3.2. (п.5) «Русла периодических водотоков, сильно засоренные и извилистые.

$$n_{ш} = 0,067(\text{исходные данные});$$

гидравлический радиус потока

$$R = H_{cp} = 1,5 \text{ м}$$

$$y = 2,5\sqrt{0,067} - 0,13 - 0,75\sqrt{1,5}(\sqrt{0,067} - 0,1) = 0,37$$

Коэффициент Шези

$$C = R^y/n_{ш} = 1,5^{0,37}/0,067 = 17,34 \text{ м}^{1/2}/\text{с}$$

Найдем коэффициент турбулентной диффузии:

$$D = \frac{gvh}{37n_{ш}c^2} = \frac{9,81 \cdot 0,54 \cdot 1,5}{37 \cdot 0,067 \cdot 17,34^2} = 0,0035 \text{ м}^2/\text{с}$$

Коэффициент, гидравлические условия смещения

$$\alpha = \varphi_{\xi}^{\xi} \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}} \quad (36)$$

где:

$$\varphi = \frac{L_{\phi}}{L_n} \approx \frac{500}{500} = 1,0;$$

$\xi$  - коэффициент, учитывающий место выпуска сточных вод. Выпуск у берега -  $\xi = 1,0$ .

Имеем

$$\alpha = 1 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0035}{0,0265}} = 0,51$$

Коэффициент смешения

$$\gamma = \frac{1 - e^{-1 \cdot \alpha^3 \sqrt[3]{l\phi}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-1 \cdot \alpha^3 \sqrt[3]{l\phi}}} = \frac{1 - e^{-1 \cdot 0,51^3 \sqrt[3]{500}}}{1 + \frac{6,6}{0,025} e^{-1 \cdot 0,51^3 \sqrt[3]{500}}} = 0,083$$

Кратность основного разбавления

$$n = 1 + \gamma \frac{Q}{q} = 1 + 0,083 \frac{11,9}{0,0265} = 30,78$$

### 5.3 Определение концентраций, допустимых к сбросу $C_{пдс}$

#### 1. Общие требования

1. Взвешенные вещества рассчитываем согласно общим требованиям, установленным в «Правилах» поверхностных вод».

$$C_{\text{фон}} = 20.8 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{\text{ПДС}} = 20,8 + 0,75 = 21,55 \text{ мг/дм}^3.$$

2. БПК<sub>П</sub>

$$C_{\text{ПДС}} = n \times [(C_{\text{ПДК}} - C_{\text{СМ}}) \times e^{k_0 t} - C_{\text{ф}}] + C_{\text{ф}} = 86,68$$

$k_0$  - осредненное значение коэффициента неконсервативности органических веществ, обуславливающих БПК<sub>полн.</sub> фона и сточных вод, 1/сут.; = 0,0651/сут

$C_{\text{СМ}}$  - БПК<sub>полн.</sub> обусловленная метаболитами и органическими веществами, смываемыми в водоток атмосферными осадками с площади водозабора перед контрольным створом;

$C_{\text{СМ}}$  принимается:

для горных рек - 0,6 ÷ 0,8 г/м<sup>3</sup>, для равнинных рек - 1,7 ÷ 2 г/м<sup>3</sup>;

$t$  - время добегаания от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут. = 0,01 сут.

$$C_{\text{ф}} = 0,19 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{\text{ст}} = 39,86 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{\text{ПДК}} = 3 \text{ мг/дм}^3.$$

**2. Токсикологический показатель** (Группа веществ с лимитирующим показателем вредности (ЛПВ) – токсикологический)

Определяем загруженность фона реки по NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, Fe.

$$\sum_1^2 \left( \frac{C_{\text{ф}}}{C_{\text{ПДК}}} \right) = \frac{0,03}{0,5} + \frac{0,022}{0,08} = 0,335$$

Фон реки по группе ЛПВ соответствует

$$\sum_1^2 \left( \frac{C_{\text{ф}}}{C_{\text{ПДК}}} \right) \leq 1.$$

$$C_{\text{ПДС}} = n \times (C_{\text{ПДК}} \times e^{kt} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}}; \quad (37)$$

где:

$e$  - основание натурального логарифма, равное 2,72;

$k$  - коэффициент неконсервативности, 1/сут.;

$t$  - время добегания от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут.=0,01

Коэффициент неконсервативности -  $k$  зависит от скорости течения воды в водотоке:

$$k = \alpha k_1 = 5 * 0,069 = 0,345$$

где:  $k_1$  - статистический коэффициент неконсервативности вещества, =0,069

$\alpha$  - коэффициент учитывающий влияние скорости течения  $v$ ;  $\alpha = 1$  при  $v = 0$ ,  $\alpha = 5$  при  $v \geq 0,2$  м/с, для промежуточных значений скорости течения  $\alpha$  находится интерполяцией.

1. Аммоний

$$C_{\text{ПДС}} = 30,78(0,5 \times 2,72^{0,345 * 0,01} - 0,03) + 0,03 = 14,5 \text{ мг/дм}^3$$

2. Нитриты

$$C_{\text{ПДС}} = 30,78(0,08 \times 2,72^{54 * 0,01} - 0,022) + 0,022 = 3,57 \text{ мг/дм}^3.$$

$$k = \alpha k_1 = 5 * 10,8 = 54$$

**3. Санитарно-токсикологический показатель** (Группа веществ с ЛПВ = сан. Токс).

Определяем загруженность фона по  $\text{NO}_3$ , хлоридам и сульфатам:

$$\sum_1^3 \left( \frac{C_{\text{ф}}}{C_{\text{ПДК}}} \right) = \frac{1,35}{40} + \frac{14,5}{300} + \frac{62,8}{100} = 0,04 + 0,048 + 0,627 = 0,716$$

Фон реки по группе ЛПВ соответствует

$$\sum_1^2 \left( \frac{C_{\text{ф}}}{C_{\text{ПДК}}} \right) \leq 1.$$

1. Нитраты

$$C_{\phi} = 1,35 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{\text{ПДС}} = 30,78(40 \times 2,72^{0,56 \times 0,01} - 1,35) + 1,35 = 1191,1 \text{ мг/дм}^3.$$

$$k = \alpha k_1 = 5 \times 0,112 = 0,56$$

## 2. Хлориды

$$C_{\phi} = 14,5 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{\text{ПДС}} = n \times (C_{\text{ПДК}} - C_{\phi}) + C_{\phi} = 30,78(300 - 14,5) + 14,5 = 8802,2 \text{ мг/дм}^3.$$

## 3. Сульфаты

$$C_{\phi} = 62,8 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{\text{ПДС}} = n \times (C_{\text{ПДК}} - C_{\phi}) + C_{\phi} = 30,78(100 - 62,8) + 62,8 = 1207,8 \text{ мг/дм}^3.$$

## 4. Рыбохозяйственный показатель (Группа веществ с ЛПВ - рыб. хоз.)

Нефтепродукты отсутствуют

## 5. Расчет нормативов ПДС (г/час)

$$\text{ПДС} = q \cdot C_{\text{ПДС}}$$

Принимаем  $q = 95,25 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Результат расчета сведен в таблицу 5.4

Таблица 23 – Результаты расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ со сточными водами МУП «Водоканал» г. Кант Чуйской области

| Вещество            | С <sub>ПДС</sub> , мг/дм <sup>3</sup> | ПДС, г/час |
|---------------------|---------------------------------------|------------|
| Взвешенное вещество | 143,92                                | 13708,4    |
| БПК <sub>5</sub>    | 86,68                                 | 8256,27    |
| Аммоний солевой     | 14,5                                  | 428,625    |
| Нитриты             | 3,57                                  | 340,04     |
| Нитраты             | 1191,1                                | 113452,3   |
| Хлориды             | 8802,2                                | 838409,5   |
| Сульфаты            | 1207,8                                | 115042,9   |

## **5.1 Рекомендации по минимизации выбросов вредных веществ в водные объекты.**

Из вышеизложенного следует, что нормирование ПДС при сбросе сточных вод в р. Чу, является обязательной и необходимой мерой. Вместе с тем, учитывая фоновые загрязнения воды в р. Чу и отбор воды на орошение, в т.ч. аккумулярование воды в водохранилище и забор воды на орошение по другим каналам, рекомендуется проведение следующих мероприятий.

Рекомендации приведены ниже:

1. Аккумулярование части стока р. Чу в Орто-Токойском водохранилище и забор воды из р. Чу на ирригацию, осуществлять с учетом сохранения необходимого экологического стока в целях охраны рыбных ресурсов и водного планктона, характерного для р. Чу.
2. Внедрять современные технологии в ирригации, которые будут способствовать предотвращению сбросов с полей орошения и попаданию загрязнённых стоков в р. Чу и ее притоки.
3. Строгое соблюдение водоохраных зон р. Чу и ее притоков согласно Положения о водоохраных зонах в КР.
4. Строго контролировать работу городских очистных сооружений и других объектов, сбрасывающих стоки в реке Чу и ее притоки: соблюдать установленные нормы ПДС, следить за качеством сбросов и их влиянием на реке Чу, модернизировать устаревшие очистные сооружения, избегать аварий и больших сбросов.
5. Государство регулярно контролирует качество воды в реке Чу и ее притоках, уведомляя органы, принимающие решения, и принимая чрезвычайные меры в случае чрезмерного загрязнения.

## **ГЛАВА 6. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Исследования проводились в окрестностях г. Кант на территории Киргизской Республики. Объектом исследования является водосборная территория реки Чу. Целью работы является анализ и оценки допустимых сбросов загрязнённых веществ в реку.

**6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

### 6.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Министерство природных ресурсов экологии и технического надзора Киргизской Республики (МПРЭТКР);
- Научно-исследовательские организации, университеты.
- Граждане.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании, проводится анализ допустимых сбросов в водосбор р. Чу и разработка вариантов оптимизации водопользования.

В таблице 24 приведена оценка конкурентов, где  $\Phi$  – разрабатываемый проект,  $k1$  – первая научная группа,  $k2$  – вторая научная группа.

Таблица 24 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки   | Вес критерия | Баллы      |          | Конкуренто- |          |
|---|--------------|------------|----------|-------------|----------|
|   |              | $B_{\Phi}$ | $B_{k1}$ | $K_{\Phi}$  | $K_{k1}$ |
| 1   | 2            | 3          | 4        | 5           | 6        |
| <b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b> |              |            |          |             |          |
| 1. Объем базы данных                                    | 0,14         | 4          | 2        | 0,7         | 0,58     |
| 2. Точность   | 0,18         | 5          | 4        | 0,52        | 0,52     |
| 3. Экологический контроль                               | 0,15         | 3          | 5        | 0,75        | 0,45     |
| 4. Технологичность                                      | 0,15         | 4          | 3        | 0,49        | 0,51     |
| <b>Экономические критерии оценки эффективности</b>      |              |            |          |             |          |

| Критерии оценки             | Вес критерия | Баллы          |                 | Конкуренто-    |                 |
|-----------------------------|--------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                             |              | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>кл</sub> | К <sub>ф</sub> | К <sub>кл</sub> |
| 1                           | 2            | 3              | 4               | 5              | 6               |
| 1. Конкурентность продукции | 0,12         | 3              | 4               | 0,48           | 0,47            |
| 2. Цена                     | 0,14         | 4              | 3               | 0,57           | 0,45            |
| 3. Время                    | 0,12         | 4              | 5               | 0,49           | 0,63            |
| <b>Итого</b>                | <b>1</b>     | <b>27</b>      | <b>26</b>       | <b>4,00</b>    | <b>3,61</b>     |

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Вес показателей в сумме должен составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j \quad (4.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность проекта;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_j$  – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что наша конкурентная способность основана на базе данных, которая была собрана за многолетние исследования и вскорости проведения работ, но конкурентная способность почти нивелируется дороговизной по сравнению с остальными.

### 6.1 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses(слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой

комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 25

Таблица 25 – Матрица SWOT-анализа

| <b>Сильные стороны</b>   | <b>Слабые стороны</b>  |
|--|--|
| С1. Заявленная рентабельность и высокая эффективность  | Сл1. Удалённость территории исследования                                       |
| С2. Возможность интегрирования данных в другие исследования  | Сл2. Погрешность расчетов  |
| С3. Квалифицированный персонал   | Сл3. Длительный процесс исследования   |
| С4. Экологичность технологии.  | Сл4. Использование не благоприятных природных условий для аналитической работы |
| С5. Прогнозирование последствий загрязнения на исследуемую территорию                              | Сл5. Выбор наиболее подходящей методики расчета                                |
| <b>Возможности</b>   | <b>Угрозы</b>  |
| В1. Появление дополнительного спроса на исследование   | У1. Недостаточное углубление в анализе проблемы                                |
| В2. Прогнозирование гидрологический и экологической обстановки городской среды на локальном уровне | У2. Достоверность начальных данных   |

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта,

а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 26-29

Таблица 26 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

| <b>Сильные стороны проекта</b> |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| <b>Возможности проекта</b>     |    | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|                                | B1 | +  | +  | +  | +  | +  |
|                                | B2 | +  | -  | +  | -  | -  |
|                                | B3 | -  | +  | -  | +  | -  |

Таблица 27 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

| <b>Слабые стороны проекта</b> |    |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Возможности проекта</b>    |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
|                               | B1 | -   | -   | +   | +   | +   |
|                               | B2 | -   | +   | +   | -   | +   |
|                               | B3 | +   | -   | +   | -   | +   |

Таблица 28 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

| <b>Сильные стороны проекта</b> |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| <b>Угрозы проекта</b>          |    | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|                                | У1 | -  | +  | -  | -  | -  |
|                                | У2 | -  | +  | -  | +  | -  |
|                                | У3 | +  | +  | -  | +  | +  |

Таблица 29 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

| <b>Слабые стороны проекта</b> |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|
|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|

|                           |    |     |     |     |     |     |
|---------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Угрозы<br/>проекта</b> |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
|                           | У1 | +   | +   | +   | +   | +   |
|                           | У2 | -   | +   | +   | -   | -   |
|                           | У3 | +   | +   | +   | +   | +   |

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 30.

Таблица 30 – Итоговая таблица SWOT-анализа

|                    |  |  |
|--------------------|--|--|
|                    | <p><b>Сильные стороны</b></p> <p><b>научно-исследовательского проекта</b></p> <p>С1. Заявленная рентабельность и высокая эффективность</p> <p>С2. Возможность интегрирования данных в другие исследования</p> <p>С3. Квалифицированный персонал</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Прогнозирование последствий загрязнения на исследуемую территорию</p> | <p><b>Слабые стороны</b></p> <p><b>научно-исследовательского проекта</b></p> <p>Сл1. Удалённость территории исследования</p> <p>Сл2. Погрешность расчетов</p> <p>Сл3. Длительный процесс исследования</p> <p>Сл4. Использование не благоприятных природных условий для аналитической работы</p> <p>Сл5. Выбор наиболее подходящей методики расчета</p> |
| <b>Возможности</b> | <b>Направления развития</b>  | <b>Сдерживающие факторы</b>  |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>В1. Появление дополнительного спроса на исследование</p> <p>В2. Прогнозирование гидрологического и экологической обстановки городской среды на локальном уровне</p> | <p>В1С3С5. Возрастания спроса на исследование ведет к повышению квалификации персонала для прогнозирования и предотвращения катастроф экологического масштаба</p> <p>В2С1С2С4. Появляется спрос за счет исследования, возможность использования данных не только в этом исследовании.</p> <p>В1С5С4. Прогнозирование последствий загрязнений исследуемой территории повлияет на дополнительный спрос исследования и экологичность технологии</p> | <p>В1Сл2Сл3Сл5.</p> <p>Необходимость дополнительной проверки данных результатов на внешнем и внутреннем контроле.</p>   |
| <p><b>Угрозы</b></p> <p>У1. Недостаточное углубление в анализе проблемы</p> <p>У2. Достоверность</p>   | <p><b>Угрозы развития</b></p> <p>У1С1С2. Обеспечение высокой точности метода и возможности его быстрой реализации позволяют повысить общую эффективность</p>   | <p><b>Уязвимости:</b></p> <p>Из-за длительности анализа, вызванной всеми слабыми сторонами проекта, могут возникнуть проблемы в данной работе исследования.</p> |

|                     |  |  |
|---------------------|--|--|
| начальных<br>данных |  |  |
|---------------------|--|--|

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

### 6.1.1 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальную форму, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 4.8).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 31 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

| №<br>п/п | Наименование | Степень<br>проработанности<br>научного проекта | Уровень<br>имеющихся |
|----------|--------------|--|----------------------|
|----------|--------------|--|----------------------|

|     |  |   | знаний у разработчика |
|-----|--|---|-----------------------|
| 1.  | Определен имеющийся научно-технический задел                                     | 5 | 5                     |
| 2.  | Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела | 3 | 3                     |
| 3.  | Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке        | 4 | 3                     |
| 4.  | Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок  | 3 | 3                     |
| 5.  | Определены авторы и осуществлена охрана их прав                                  | 5 | 4                     |
| 6.  | Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности                        | 5 | 4                     |
| 7.  | Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта                                | 1 | 1                     |
| 8.  | Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки                       | 1 | 1                     |
| 9.  | Определены пути продвижения научной разработки на рынок                          | 3 | 3                     |
| 10. | Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки                      | 2 | 4                     |
| 11. | Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок   | 1 | 1                     |

|     |   |    |    |
|-----|---|----|----|
| 12. | Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот | 2  | 2  |
| 13. | Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки            | 5  | 4  |
| 14. | Имеется команда для коммерциализации научной разработки                           | 4  | 4  |
| 15. | Проработан механизм реализации научного проекта                                   | 5  | 5  |
|     | <b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>   | 49 | 46 |

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (4.2)$$

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

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что разработка является перспективной, а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

## **6.2 Планирование научно-исследовательских работ**

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

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- структура работ проекта в рамках исследования;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

### **6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 32

Таблица 32 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|----------------|-------|------------------|-----------------------|
|----------------|-------|------------------|-----------------------|

|   |    |   |                                     |
|---|----|---|-------------------------------------|
| Разработка<br>технического<br>задания                             | 1  | Составление и утверждение<br>технического задания,<br>утверждение плана-графика | Научный<br>руководитель             |
|   | 2  | Календарное планирование<br>выполнения работ                                    | Инженер,<br>научный<br>руководитель |
| Выбор способа<br>решения<br>поставленной<br>задачи                | 3  | Обзор научной литературы  | Инженер                             |
|   | 4  | Выбор методов<br>исследования   | Инженер                             |
| Теоретические и<br>экспериментальные<br>исследования              | 5  | Планирование<br>эксперимента  | Инженер,<br>научный<br>руководитель |
|   | 6  | Подготовка образцов для<br>эксперимента   | Инженер                             |
|   | 7  | Проведение эксперимента   | Инженер                             |
| Обобщение и<br>оценка результатов                                 | 8  | Обработка полученных<br>данных  | Инженер                             |
|   | 9  | Оценка правильности<br>полученных результатов                                   | Инженер,<br>Научный<br>руководитель |
| Оформление отчета<br>по НИР (комплекта<br>документации по<br>ОКР) | 10 | Составление пояснительной<br>записки  | Инженер                             |

### 6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5}, \quad (4.3)$$

где  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{мин}i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{макс}i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (4.4)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.5)$$

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

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

$k_{кал}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.6)$$

где  $T_{кал}$  – общее количество календарных дней в году;  $T_{вых}$  – общее количество выходных дней в году;  $T_{пр}$  – общее количество праздничных дней в году (2022 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 33.

Таблица 33 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы  | Трудоёмкость работ  |       |                     |       |                      |       | Длительность работ в рабочих днях<br>$T_{pi}$ | Длительность работ в календарных днях<br>$T_{ki}$ |
|--|---------------------|-------|---------------------|-------|----------------------|-------|---|---|
|  | $t_{min}$ , чел-дни |       | $t_{max}$ , чел-дни |       | $t_{ожид}$ , чел-дни |       |   |   |
|  | Исп.1               | Исп.2 | Исп.1               | Исп.2 | Исп.1                | Исп.2 |   |   |
| 1  | 2                   | 3     | 4                   | 5     | 6                    | 7     | 8   | 9   |
| 1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика | 2                   | -     | 4                   | -     | 2,8                  | -     | 2,8   | 4   |

|   |    |    |    |    |      |      |      |     |
|---|----|----|----|----|------|------|------|-----|
| 2. Календарное планирование выполнения работ  | 2  | 4  | 3  | 6  | 2,4  | 4,8  | 3,6  | 7   |
| 3. Обзор научной литературы                   | -  | 8  | -  | 12 | -    | 9,6  | 9,6  | 14  |
| 4. Выбор методов исследования                 | -  | 3  | -  | 5  | -    | 3,8  | 3,8  | 6   |
| 5. Планирование эксперимента                  | 4  | 8  | 6  | 11 | 4,8  | 9,2  | 7    | 10  |
| 6. Подготовка образцов для эксперимента       | -  | 5  | -  | 7  | -    | 5,8  | 5,8  | 9   |
| 7. Проведение эксперимента                    | -  | 15 | -  | 20 | -    | 17   | 17   | 25  |
| 8. Обработка полученных данных                | -  | 14 | -  | 18 | -    | 15,6 | 15,6 | 21  |
| 9. Оценка правильности полученных результатов | 4  | 5  | 7  | 8  | 5,2  | 6,2  | 5,7  | 7   |
| 10. Составление пояснительной записки         |    | 8  |    | 10 | -    | 8,8  | 8,8  | 13  |
| <b>Итого:</b>                                 | 12 | 70 | 20 | 84 | 15,2 | 80,2 | 79,7 | 116 |

*Примечание:* Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 34).

Таблица 34– Диаграмма Ганта

| №  | Вид работ   | Исп          | $T_{ki}$ ,<br>кал.<br>дн. | Продолжительность работ |   |        |      |   |   |     |   |        |     |   |   |   |
|----|---|--------------|---------------------------|-------------------------|---|--------|------|---|---|-----|---|--------|-----|---|---|---|
|    |   |              |                           | февр                    |   |        | март |   |   | апр |   |        | май |   |   |   |
|    |   |              |                           | 1                       | 2 | 3      | 1    | 2 | 3 | 1   | 2 | 3      | 1   | 2 | 3 |   |
| 1  | Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика | Исп1         | 4                         | ▨                       |   |        |      |   |   |     |   |        |     |   |   |   |
| 2  | Календарное планирование выполнения ВКР                                   | Исп1<br>Исп2 | 7                         | ▨<br>■                  |   |        |      |   |   |     |   |        |     |   |   |   |
| 3  | Обзор научной литературы  | Исп2         | 14                        |                         | ■ |        |      |   |   |     |   |        |     |   |   |   |
| 4  | Выбор методов исследования  | Исп2         | 6                         |                         |   | ■      |      |   |   |     |   |        |     |   |   |   |
| 5  | Планирование эксперимента   | Исп1<br>Исп2 | 10                        |                         |   | ▨<br>■ |      |   |   |     |   |        |     |   |   |   |
| 6  | Подготовка образцов для эксперимента                                      | Исп2         | 9                         |                         |   |        | ■    |   |   |     |   |        |     |   |   |   |
| 7  | Проведение эксперимента   | Исп2         | 25                        |                         |   |        |      | ■ | ■ | ■   |   |        |     |   |   |   |
| 8  | Обработка полученных данных   | Исп2         | 21                        |                         |   |        |      |   |   |     | ■ | ■      | ■   |   |   |   |
| 9  | Оценка правильности полученных результатов                                | Исп1<br>Исп2 | 7                         |                         |   |        |      |   |   |     |   | ▨<br>■ |     |   |   |   |
| 10 | Составление пояснительной записки   | Исп2         | 13                        |                         |   |        |      |   |   |     |   |        |     | ■ | ■ | ■ |

Примечание:

▨ – Исп. 1 (научный руководитель), ■ – Исп. 2 (инженер)

### 6.3 Бюджет научно-технического 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 сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

- материальные затраты научно-исследовательскую работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

#### 6.3.1 Расчет материальных затрат научно-исследовательскую работу

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 35)

Таблица 35 – Расчет затрат по статье материальные затраты

| Наименование       | Количество, шт | Цена за единицу, руб. | Сумма, руб. |
|--------------------|----------------|-----------------------|-------------|
| Тетрадь            | 2              | 40,0                  | 80,0        |
| Ручка шариковая    | 3              | 31,0                  | 93,0        |
| Ластик             | 2              | 20                    | 40,0        |
| Печать             | 150            | 3                     | 450,0       |
| Крафт-пакеты       | 38             | 8                     | 304,0       |
| Беззольные фильтры | 1              | 86,60                 | 86,60       |

|                           |    |    |               |
|---------------------------|----|----|---------------|
| Бутылки<br>полиэтиленовая | 25 | 10 | 250           |
| <b>Итого по статье</b>    |    |    | <b>1303,6</b> |

### 6.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

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

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.7)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (4.8)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $m$  – время использования, мес.

Таблица 36– Затраты на оборудование

| №            | Наименование<br>оборудования                   | Кол-<br>во,<br>шт. | Срок полезного<br>использования,<br>лет | Цены единицы<br>оборудования,<br>руб. | Общая<br>стоимость<br>оборудования,<br>руб. |
|--------------|--|--------------------|---|---------------------------------------|---|
| 1            | Samsung<br>Electronics NP<br>300E5A            | 1                  | 3                                       | 35 000                                | 35 000                                      |
| 2            | Программное<br>обеспечение<br>Microsoft Office | 1                  | -                                       | 5500                                  | 5500  |
| <b>Итого</b> |  | 40 500 руб.        |   |                                       |   |

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ - Samsung Electronics NP 300E5A. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.9)$$

где  $n$  – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (4.10)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;

$m$  – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 35000}{12} \cdot 3 = 2887,5 \text{ руб}$$

### 6.3.3 Расчет основной заработной платы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 4.19

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (4.11)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб} \quad (4.12)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}} \quad (4.13)$$

где:  $Z_{м}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,3$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 4.14.

Таблица 37 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Руководитель | Магистрант |
|-----------------------------|--------------|------------|
| Календарное число дней      | 364          | 364        |
| Количество нерабочих дней   | 104          | 104        |
| - выходные дни              | 14           | 14         |
| - праздничные дни           |              |            |
| Потери рабочего времени     | 56           | 56         |

|  |     |     |
|--|-----|-----|
| - отпуск<br>- невыходы по болезни                  |     |     |
| Действительный<br>годовой фонд рабочего<br>времени | 248 | 248 |

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_6 * (k_{np} + k_d) * k_p \quad (4.14)$$

где  $Z_{mc}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

$k_{np}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

$k_p$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_m = Z_6 * K_p \quad (4.15)$$

где

$Z_6$  – базовый оклад, руб.;

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

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 38

Таблица 38 – Расчет основной заработной платы исполнителей

| Исполнители<br>НИ | $Z_{mc}, руб$ | $k_{np}$ | $k_d$ | $k_p$ | $Z_m, руб$ | $Z_{дн}, руб$ | $T_p, раб.дн.$ | $Z_{осн}, руб$ |
|-------------------|---------------|----------|-------|-------|------------|---------------|----------------|----------------|
| Руководитель      | 34800         | 0,3      | 0,2   | 1,3   | 42240      | 1936,2        | 15,2           | 29430,24       |
| Инженер           | 13890         | 0,3      | 0,2   | 1,3   | 18057      | 772,8         | 80,8           | 62442,24       |
| Итого:            |               |          |       |       |            |               |                | 91872,48       |

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп} = 29430,24 * 0,15 = 4414,5 \text{ руб}$$

Для инженера

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп} = 62442,24 * 0,15 = 9366,3 \text{ руб}$$

где

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

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

В таблице 39 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 39 – Заработная плата исполнителей НТИ

| Заработная плата                | Руководитель | Инженер         |
|---------------------------------|--------------|-----------------|
| Основная зарплата               | 29430,24     | 62442,24        |
| Дополнительная зарплата         | 4414,5       | 9366,3          |
| Итого по статье $C_{\text{зп}}$ | 33844,74     | <b>71808,54</b> |

#### 6.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 * (29430,24 + 4414,5) = 10153,4 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 * (62442,24 + 9366,3) = 21542,56 \text{ руб.}$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

#### 6.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5

статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 40 – Группировка затрат по статьям

| Статьи      |                  |                           |                                 |                                |                              |
|-------------|------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1           | 2                | 3                         | 4                               | 5                              | 6                            |
| Амортизация | Сырье, материалы | Основная заработная плата | Дополнительная заработная плата | Отчисления на социальные нужды | Итого без накладных расходов |
| 2887,5      | 1303,6           | 91872,48                  | 13780,8                         | 31695,96                       | 141540,34                    |

Величина накладных расходов определяется по формуле:

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad 141540,34 * 0,2 = 28\,308,68$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

### 6.3.6 Бюджет НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости научно-исследовательской работы «Гидрологическое и гидрохимическое обоснование проектов нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в водосборе реки Чу (Киргизия)» по форме, приведенной в таблице 4.18.

В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 41 – Группировка затрат по статьям

| № | Наименование статьи | Сумма, руб.    |       | Примечание |
|---|---------------------|----------------|-------|------------|
|   |                     | Текущий Проект | Исп.2 |            |
|   |                     |                |       |            |

|                   |  |           |          |                |
|-------------------|--|-----------|----------|----------------|
| 1                 | Материальные затраты НИР                                     | 1303,6    | 2568,3   | Пункт 4.4.1    |
| 2                 | Затраты на специальное оборудование                          | 2887,5    | 45000    | Пункт 4.4.2    |
| 3                 | Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 91872,48  | 127238   | Пункт 4.4.3    |
| 4                 | Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 13780,8   | 19085,8  | Пункт 4.4.3    |
| 5                 | Отчисления во внебюджетные фонды                             | 31695,9   | 43897,4  | Пункт 4.4.4    |
| 6                 | Накладные расходы  | 28 308,68 | 29264,6  | Пункт 4.5.5    |
| Бюджет затрат НИР |  | 169 848,4 | 267054,1 | Сумма ст. 1- 6 |

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

**Интегральный показатель финансовой эффективности** научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.16)$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 169\,848,4$  руб,  $\Phi_{\text{исп.2}} = 267054,1$  руб,

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{169\,848,4}{267054,1} = 0,63$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{267054,1}{267054,1} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

**Интегральный показатель ресурсоэффективности** вариантов выполнения НИР ( $I_{pi}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 42).

Таблица 42– Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

| <b>Объект исследования</b><br><b>Критерии</b> | <b>Весовой коэффициент параметра</b> | <b>Текущий проект</b> | <b>Исп.2</b> |
|---|--------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 1. Достоверность                              | 0,25                                 | 4                     | 5            |
| 2. Стабильность работы                        | 0,05                                 | 4                     | 4            |
| 3. Время выполнения работы                    | 0,25                                 | 5                     | 4            |
| 4. Цена                                       | 0,3                                  | 5                     | 2            |
| 5. Конкурентоспособность подукта              | 0,15                                 | 5                     | 4            |

|       |   |     |     |
|-------|---|-----|-----|
| ИТОГО | 1 | 4,7 | 3,7 |
|-------|---|-----|-----|

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I = 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,15 = 4,7$$

$$\text{Аналог 1} = 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 = 3,7$$

**Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки** определяется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}} \quad (4.17)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,7}{0,97} = 4,84 ; I_{исп.2} = \frac{3,7}{1} = 3,7$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 4.20).

Таблица 43 – Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели  | Текущий проект | Исп.2 |
|-------|---|----------------|-------|
| 1     | Интегральный финансовый показатель разработки           | 0,63           | 1     |
| 2     | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,7            | 3,7   |
| 3     | Интегральный показатель эффективности                   | 4,84           | 3,7   |
| 4     | Сравнительная эффективность вариантов исполнения        | 1              | 0,81  |

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным

является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

## **Выводы по разделу**

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 116 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 108 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 15 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 169 848,4 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,63, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,7, по сравнению с 3,7

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,84, по сравнению с 3,7 и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

## **ГЛАВА 7. Раздел «Социальная ответственность»**

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на процесс исследования, рассмотрены воздействия исследуемого объекта на окружающую среду, правовые и организационные вопросы, а также мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

В данной работе объектом исследования является водосборная территория реки Чу для оценка загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты. Цель работы определения предельно допустимых сбросов.

### **7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

При написании магистерской диссертации помимо офисной работы были произведены полевые работы. Все основные организационные и правовые вопросы работ описывает трудовой кодекс РФ.

Офисная работа относится ко второй категории тяжести труда, полевые работы относятся к третьей категории тяжести. Нормальная продолжительность рабочего времени для работы второй категории не может превышать 40 часов в неделю, для третьей – 36 часов в неделю.

Согласно Трудовому Кодексу Российской Федерации, каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- получение достоверной информации от работодателя об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда;

- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы и среднего заработка во время прохождения осмотра.
- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с Трудовым Кодексом РФ, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

### **7.1.1 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя**

Объектом исследования является водосборная территория реки Чу для оценки загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты. Для процесса изучения объекта необходимо пространство, в котором может находиться человек при выполнении исследовательского процесса.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Конструкцией производственного оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием: высоты рабочей поверхности, сиденья и

пространства для ног; высоты сиденья и подставки для ног (при нерегулируемой высоте рабочей поверхности).

Форму рабочей поверхности различного оборудования следует устанавливать с учетом характера выполняемой работы. Она может быть прямоугольной, иметь вырез для корпуса работающего или углубление для настольных машин и т.д. При необходимости на рабочую поверхность следует устанавливать подлокотники.

## **7.2 Производственная безопасность**

При проведении исследований, при разработке или эксплуатации проектируемого решения существует вероятность возникновения вредных и опасных факторов.

Вредные производственные факторы – факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания.

Опасные производственные факторы – факторы, приводящие к травме, в том числе смертельной.

В таблице 44 представлены возможные вредные факторы, воздействующие на исследователя, работа которого связана с анализом данных на компьютере.

В данном подразделе также предложены решения по снижению влияния каждого фактора на работающего и мероприятия, обеспечивающие безопасность технологического процесса и эксплуатации оборудования.

Таблица 44 – Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы  | Этапы работ    |                   |                       | Нормативные документы   |
|--|----------------|-------------------|-----------------------|---|
|  | Полевые работы | Лаб. исследования | Обработка результатов |   |
| 1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объект исследования | +              | +                 | +                     | СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"  |
| 2. Повышенный уровень шума   | +              | +                 | +                     |   |
| 3. Недостаток освещения  | +              | +                 | +                     | СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*   |
| 4. Электромагнитное излучения  | -              | +                 | +                     | СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»   |
| 5. Динамические нагрузки   | +              | -                 | -                     | ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности  |
| 6. Статические нагрузки  | -              | +                 | +                     | ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования   |
| 7. Неисправность оборудования  | -              | +                 | +                     | ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»; Федеральный закон от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ, Технический регламент о требованиях |

|                  |   |   |   |  |
|------------------|---|---|---|--|
|                  |   |   |   | пожарной безопасности (с изменениями на 30 апреля 2021 года)                 |
| 8. Ветер и вихри | + | - | - | Правила по охране труда при проведении работ в особых климатических условиях |

### **7.2.1 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования**

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования является одним из показателей микроклимата. Микроклимат производственных помещений – это условия внутренней среды помещений, влияющие на тепловое состояние человека и определяющие работоспособность, здоровье и производительность труда.

Установленные показатели для микроклимата в соответствии с Санитарными правилами: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Для обеспечения безопасного производства работ необходимо соблюдать требования микроклимата рабочей зоны, определяемые СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".

В таблице 45 представлены оптимальные меры микроклимата для работ, производимых сидя и сопровождающимся незначительным физическим напряжением.

Таблица 45 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

| Период года | Категория работ по уровню энерготрат, Вт | Температура воздуха, °С           |                                   | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с                                      |                                       |
|-------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|
|             |  | диапазон ниже оптимальных величин | диапазон выше оптимальных величин |                              |                                    | для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более | для диапазонов температур на 1 м выше |
| 1           | 2  | 3                                 | 4                                 | 5                            | 6                                  | 7   | 8                                     |
| Холодный    | Ia (до 139)                              | 20,0-21,9                         | 24,1-25,0                         | 19,0-26,0                    | 15-75                              | 0,1   | 0,1                                   |
| Теплый      | Ia (до 139)                              | 21,0-22,9                         | 25,1-28,0                         | 20,0-29,0                    | 15-75                              | 0,1   | 0,2                                   |

## 7.2.2 Повышенный уровень шума

Источниками звука могут являться: звуки, доносящиеся из соседних помещений или с улицы; звуки возникающие в процессе функционирования оборудования; музыка, разговоры, смех (человеческий фактор).

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

В таблице 46 представлены допустимые уровни шума в рабочей зоне использования ПЭВМ, указанные в СанПиН 1.2.3685-21

Таблица 46 – Значения ПДУ шума

| Уровни звукового давления (Дб) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц |    |     |     |     |      |      |      |      | Уровни звука, дБА |
|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------------------|
| 31,5   | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                   |
| 96   | 83 | 74  | 68  | 63  | 60   | 57   | 55   | 54   | 65                |

Для минимизации воздействия шума используют хорошую звукоизоляцию; производят замену устройств на более качественные или сокращают время их использования; применяют санкции к работникам.

### **7.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

К современному производственному освещению предъявляются требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

При работе на ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Причем светопроемы с целью уменьшения солнечной инсоляции устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранирующие устройства, снабженные светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной пленкой.

В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в темное, но и светлое время суток. Для искусственного освещения помещений хорошо подходят светильники с люминесцентными лампами общего освещения. Диффузный ОД-2-80 светильник имеет следующие технические характеристики: 2 лампы по 80 Вт; длина лампы 1531 мм, ширина 266 мм, высота 198 мм, Коэффициент полезного действия равен 75 %, свето-распределение прямое. Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего

освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии стены с окнами и зрения оператора.

Согласно действующим санитарным правилам и нормам (СП СанПиН 1.2.3685-21) для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест (300-500 лк), а для естественного и совмещенного - коэффициент естественной освещенности (КЕО). При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещенности должна быть больше или равна 1,0 %. Нормирование освещенности производится в соответствии с которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещенности. Нормируемые параметры искусственного освещения представлены в таблице 47.

Таблица 47 - Нормируемые параметры искусственного и естественного освещения

| Помещения   | Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м | Естественное освещение                    |                       | Совмещенное освещение                     |                       | Искусственное освещение       |           |                     |
|---|--|---|-----------------------|---|-----------------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
|   |  | КЕО $e_n$ , %                             |                       | КЕО $e_n$ , %                             |                       | Освещенность, лк              |           |                     |
|   |  | При верхнем или комбинированном освещении | при боковом освещении | при верхнем или комбинированном освещении | при боковом освещении | при комбинированном освещении |           | при общем освещении |
|   |  |   |                       |   |                       | всего                         | от общего |                     |
| 2   | 3  | 4   | 5                     | 6   | 7                     | 8                             | 9         | 10                  |
| Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства | Г-0,8  | 3   | 1                     | 1,8                                       | 0,6                   | 400                           | 200       | 300                 |
| Залы персональных компьютеров, машинописное бюро    | Г-0,8  | 3,5                                       | 1,2                   | 2,1                                       | 0,7                   | 500                           | 300       | 400                 |
|   | Экран монитора: В-1,2  |   | -                     | -   | -                     | -                             | -         | Не более 200        |

## 7.2.4 Электромагнитное излучение

Электромагнитное излучение представляет существенную опасность для человека по сравнению с другими вредными факторами. В рассматриваемом случае источником электромагнитного излучения является компьютерная техника. Длительное воздействие интенсивных электромагнитных излучений может вызывать повышенную утомляемость, появление сердечных болей, нарушение функций центральной нервной системы.

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в таблице 48.

Таблица 48 – Допустимые уровни ЭМП на рабочих местах

| Наименование показателя   | Значение показателя |
|---|---------------------|
| Напряженность переменного магнитного поля промышленной частоты (50 Гц), Н, А/м, или магнитная индукция, В, мкТл (Н/В), не более | 80/100              |
| Напряженность электрического поля промышленной частоты (50 Гц), Е, кВ/м, не более   | 5                   |
| Напряженность постоянного магнитного поля, Н, кА/м, не более  | 8                   |
| Напряженность электрического поля в радиочастотном диапазоне:   |                     |
| - от 0,03 до 3 МГц, В/м, не более;  | 50                  |
| - от 3 до 30 МГц, В/м, не более;  | 30                  |
| - от 30 до 300 МГц, В/м, не более   | 10                  |
| Напряженность магнитного поля в радиочастотном диапазоне:   |                     |
| - от 0,03 до 3 МГц, Н, А/м, не более;   | 5,0                 |
| - от 30 до 50 МГц, Н, А/м, не более   | 0,3                 |
| Напряженность электростатического поля, кВ/м, не более  | 20                  |

Существует ряд рекомендаций, следуя которым можно уменьшить негативное воздействие от компьютерной техники:

- 1) Несколько компьютеров или ноутбуков, постоянно находящихся в одном помещении, следует располагать по периметру комнаты, оставляя центр свободным;
- 2) Выключать компьютер после окончания работы;
- 3) Использование специальной защитной пленки;
- 4) Систематическое вытирание пыли, влажная уборка и применение ионизаторов.

### **7.2.5 Динамические нагрузки**

Динамические нагрузки являются вредным фактором на этапе проведения полевых работ. Основными видами работ являются пробоотбор и погрузочно–разгрузочные работы. Чрезмерные динамические нагрузки вызывают у человека усталость, снижают максимальную работоспособность, а также могут вызвать проблемы с сердцем. Основной документ, регламентирующий эти работы ГОСТ 12.3.009-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности» (с Изменением N 1). Индивидуальными средствами защиты являются спецодежда (перчатки) и специальная обувь.

### **7.2.6 Статические нагрузки**

При работе за персональным компьютером основным негативным фактором является статическая нагрузка. Чрезмерные статические нагрузки вызывают у человека усталость, снижают максимальную работоспособность, а также могут вызвать развитие остеохондроза. Чтобы максимально уменьшить влияние этого фактора рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032-78. «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя». Для минимизации воздействия фактора необходимо соблюдение режима работ.

## 7.2.7 Неисправность оборудования

В настоящее время для исследовательской работы существует большое количество оборудования: компьютеры, принтеры, сканеры и т. д.

Неисправность оборудования может привести к прохождению электрического тока через тело человека, к возникновению пожара. Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, электролитическое, биологическое, механическое и световое воздействие.

Значения напряжения прикосновения и силы тока, протекающего через тело человека при нормальном режиме работы электроустановки, согласно ГОСТ 12.1.038-82, не должны превышать значений, приведенных в таблице 49

Таблица 49 – Предельно допустимые значения напряжения соприкосновения и силы тока

| Род и частота тока | Наибольшие допустимые значение |        |
|--------------------|--------------------------------|--------|
|                    | Uпр, В                         | Ih, mA |
| Переменный, 50 Гц  | 2                              | 0,3    |
| Переменный, 400 Гц | 3                              | 0,4    |
| Постоянный         | 8                              | 1,0    |

При неисправности каких-либо блоков компьютера корпус может оказаться под током, что может привести к электрическим травмам или электрическим ударам. Для устранения этого необходимо обеспечить подсоединение металлических корпусов оборудования к заземляющей жиле.

Организационными мероприятиями по предотвращению неисправности оборудования являются периодические и внеплановые инструктажи, а также регулярная проверка и обновление оборудования. Периодический инструктаж, проводится не менее одного раза в год. Внеплановый инструктаж

проводится руководителем подразделения при введении в эксплуатацию нового технического электрооборудования. Помещение должно быть оборудовано огнетушителем и планом эвакуации при пожаре.

### **7.2.8 Ветер и вихри**

При полевых работах происходят случаи сильного ветра, которые в значительной части могут навредить как оборудованию, так и здоровью, а иногда и жизни работников. Поэтому необходимо чётко соблюдать правила, описанные в ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах» и в «Правилах по охране труда при проведении работ в особых климатических условиях» (пункт 68-73). Для минимизации воздействия 92 фактора необходимо соблюдение правил безопасности выполняемых работ. Наличие спецодежды, специальной обуви.

### **7.2.9 Расчет нормативно-допустимых сбросов загрязняющих веществ.**

Расчет данных нормативных сбросов представлен в основной части выпускной квалификационной работе. Рассчитанные допустимые сбросы показаны в главе 5 «Расчета нормативов предельно допустимых сбросов».

## **7.3 Экологическая безопасность**

Во время проведения работ можно выделить отдельные технологические процессы, которые негативно влияют на окружающую среду.

### **Загрязнение атмосферы**

При проведении полевых работ основным источником загрязнения являются парниковые газ от автотранспорта. В мировой практике существуют прецеденты контроля выбросов парниковых газов от автотранспорта, но в РФ на данный момент отсутствуют документы, регламентирующие это. В приказе Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2015 г. № 300 нет рекомендаций по расчёту парниковых газов для автотранспорта.

### **Загрязнение гидросферы**

Загрязнение гидросферы может проходить в результате разливов нефтепродуктов, сбросов сточных вод в поверхностные воды на акватории исследуемых водных объектов. Документами, нормирующими охрану поверхностных вод, являются ГОСТ 17.1.3.13-86 и СанПиН 2.1.3684-21.

### **Загрязнение литосферы**

Загрязнение литосферы в основном вызвано утилизацией бытовых отходов, а также отходами, образованными в результате работы на ПЭВМ, оргтехнике и т. д. Утилизация отходов должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р 53692-2009.

## **7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Во время проведения экспедиционных работ, лабораторных исследований, офисной работы возможен большой список возможных чрезвычайных ситуаций: лесной пожар, бытовой пожар, ураганный ветер, автомобильная авария, угроза пандемии, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения и др.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при проведении исследовательской работы является пожар на рабочем месте. Возникновение пожара в рабочем помещении наиболее вероятно по причинам неисправности электрооборудования. Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

В случае возникновения пожара необходимо следовать следующим правилам:

– позвонить в противопожарную службу по телефону 01 или МЧС - 112.

При этом: четко назвать место пожара, что горит, свою фамилию и номер телефона, дожидаться подтверждения вызова;

– оповестить о пожаре окриком работников, находящихся в соседних помещениях;

– сообщить руководству;

– организовать встречу пожарного подразделения противопожарной службы;

– при необходимости отключить питание электроприборов;

– до прибытия пожарного подразделения приступить к ликвидации пожара имеющимися в наличии первичными средствами пожаротушения;

– в случае угрозы жизни покинуть место пожара.

Рабочее помещение оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Имеется порошковый огнетушитель, а также пожарная сигнализация.

### **Вывод:**

В ходе выполнения работы над разделом «Социальная ответственность» выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться сотрудник при проведении исследовательской работы, связанной с моделированием на ПК: шум, недостаточная освещенность, микроклимат, психофизические факторы, поражение электрическим током,

возникновение пожара. На основе законодательных и нормативных документов проведен анализ воздействия факторов на организм человека, приведены допустимые нормы и предлагаемые средства защиты. Установлено, что выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма. Освещенность на рабочем месте и уровни шума находятся в допустимых пределах нормы. Микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования. Вероятность поражения электрическим током сведена к минимуму. Помещение оборудовано согласно требованиям электробезопасности и пожарной безопасности.

В разделе экологическая безопасность рассматривается характер воздействия выполняемых работ на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды влияние их на атмосферу, гидросферу и литосферу.

В заключительной части раздела приведены инструкции при возникновении наиболее вероятной чрезвычайной ситуации и рассмотрены соответствующие средства защиты.

### **Заключение**

Качество воды в бассейне реки Чу формируется под воздействием природных факторов в зоне формирования стока и антропогенных факторов в зонах транзита и распространения стока.

В верховьях р. Чу построено Орто-Токойское водохранилище объемом 400 млн.м<sup>3</sup>. водохранилище предназначено для использования воды в

вегетационный период для ирригационных целей. Зарегулирование части стока воды в реке Чу может отрицательно сказаться на качестве воды в реке в зоне транзита и рассеивания, т.е. там, где располагаются большинство населенных пунктов.

По данным исследования, проведенного в 2021г., ОАО «Кыргызсуудолбоор» естественный режим р. Чу является нарушенным:

- после ввода в строй Орто-Токойского водохранилища в 1958 году (сезонное регулирование,  $W=470,0$ млн./м<sup>3</sup>), плотина которого расположена в 100км выше по течению;
- водозаборами на орошение в пределах Кочкорской долины (Нарынская область);
- водозаборами на орошение в пределах Чуйской области.

Анализ проведенный по предоставленным данным Кыргызгидромета указывают на наличие устойчивых загрязнений в отдельных пунктах наблюдений: река Чу – село Васильевка, 0,3 км ниже села; река Чу – поселок Нижне-Чуйский, выше и ниже поселка: азот аммонийный, БПК<sub>5</sub>, азот нитритны, фосфор.

По проделанным расчетам в данной выпускной квалификационной работе на примере МУП «Водоканал» г. Кант Чуйской области, можно сделать вывод, что допустимые концентрация **взвешенного веществ**, поступающего от «Водоканал» г. Кант в реку Чу, составляют 143,92 мг/дм<sup>3</sup>, а допустимый сброс – 13708,4 г/час;

- допустимая концентрация **биохимического потребления кислорода**, поступающего составляет 86,68 мг/дм<sup>3</sup>, а допустимый сброс – 8256,27 г/час;
- допустимая концентрация **аммония солевого**, поступающего составляет 14,5 мг/дм<sup>3</sup>, а допустимый сброс – 428,62 г/час;

- допустимая концентрация **нитритов**, поступающих составляет 3,57 мг/дм<sup>3</sup>, а допустимый сброс – 340,04 г/час;
- допустимая концентрация **нитратов**, поступающих составляет 1191,1 мг/дм<sup>3</sup>, а допустимый сброс – 113452,3 г/час;
- допустимая концентрация **хлоридов**, поступающих составляет 8802,2 мг/дм<sup>3</sup>, а допустимый сброс – 838409,5 г/час;
- допустимая концентрация **сульфатов**, поступающих составляет 1207,8 мг/дм<sup>3</sup>, а допустимый сброс – 115042,9 г/час данные показатели находятся в пределах нормы для реки Чу.

Исследование по оценке выбросов загрязняющих веществ реку Чу показало, что основными источниками этих загрязняющих веществ в водоемах являются животноводческие фермы, бытовые сточные воды, поверхностный сток с сельскохозяйственных водотоков и стоки перерабатывающих предприятий и заводов пищевой промышленности.

В проделанной работе были приведены рекомендации по улучшению и поддержанию инфраструктуры реки и контроля за возможными в будущем загрязнениями.

Основные рекомендации для улучшения:

1. Аккумулирование части стока р. Чу в Орто-Токойском водохранилище и забор воды из р. Чу на ирригацию, осуществлять с учетом сохранения необходимого экологического стока.
2. Внедрять современные технологии в ирригации.
3. Строгое соблюдение водоохранных зон р. Чу и ее притоков согласно Положения о водоохранных зонах в КР.
4. Строго контролировать работу городских очистных сооружений и других объектов, сбрасывающих стоки в реке Чу и ее притоки.

## Список литературы

1. Атлас Киргизской ССР. НАН КР. 1987 г
2. Водный кодекс, принят 12.01.2005г. №8
3. Второе Национальное сообщение КР по Рамочной Конвенции ООН Об изменении климата
4. Гидрологическая записка для водозаборного узла на р.Чу, выполненная ОАО «Кыргызсуудолбоор» в 2021г.
5. Гидрологическая изученность Том 14 Выпуск 2 Бассейн озера Иссык-Куль, рек Чу, Талас и Тарим, Гидрометеиздат, Ленинград, 1966 г.
6. Данные Агентства по гидрометеорологии при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики (КР)
7. Данные Агентства по гидрометеорологии при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики
8. Данные муниципального предприятия «Водоканал» г. Кант
9. Конституция КР, принята 11.04.2021г.
10. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики, МЧС КР, 2023г.
11. Монография Ресурсы поверхностных вод СССР Том 14 Выпуск 2 Гидрометеиздат 1973
12. Монография. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 14, вып 2, Бассейны озера Иссык-Куль, рек Чу, Талас и Тарим, Гидрометеиздат 1973
13. Монография. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14, вып 2, Бассейны озера Иссык-Куль, рек Чу, Талас и Тарим, Гидрометеиздат, 1973 г.
14. Национальная водная стратегия Кыргызской Республики, утверждена Указом Президента КР №23 от 10.02.2023г.

15. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики за 2015–2018 годы, ГАООСЛХ ПКР.  
<https://ecoreportkg.info/indicators/vodnye-resursy>
16. Обводной Чуйский канал II очередь Общетехническая записка Часть III кн.2 Фрунзе 1985г. Киргизгиприводхоз
17. Отчет по водным ресурсам (Кыргызская часть), Проект ЕС ASREWAM, 2004 г., Исп. Сахваева Е., Калашникова О., Пономарева Э.
18. ПДК нормированных веществ в воде водных объектов, используемых для рыбохозяйственного водопользования, утверждены Постановлением Правительства КР (ППКР) №128 от 14.03.2016г.
19. Положение о мониторинге водного фонда в Кыргызской Республике, утверждено ППКР №19 от 25.01.1995г
20. Правила охраны поверхностных вод Кыргызской Республики, утверждены ППКР №128 от 14.03.2016г;
21. Правила охраны поверхностных вод, утверждены ППКР №128 от 14.03.2016г
22. Утверждена ППКР №102 от 17.02.2017г.
23. Allan, J.D. (2011). "Virtual Water: Tackling the Threat to Our Planet's Most Precious Resource." I.B. Tauris.
24. Allan, J.D. (2018). "Virtual Water: Tackling the Threat to Our Planet's Most Precious Resource." I.B. Tauris.
25. Bartram, J., et al. (eds.) (2018). "Safe Management of Shellfish and Harvest Waters." World Health Organization.
26. Brack, D., and Fong, P. (eds.) (2017). "Ecology of Australian Freshwater Fishes." CSIRO Publishing.
27. Brown, L.R. (2015). "The Great Transition: Shifting from Fossil Fuels to Solar and Wind Energy." W.W. Norton & Company.

28. Gleick, P.H. (ed.) (2019). "The World's Water, Volume 9: The Biennial Report on Freshwater Resources." Island Press.
29. Grey, D., and Sadoff, C.W. (eds.) (2007). "Water for Growth and Development: Challenges and Opportunities." World Bank.
30. King, L., et al. (2016). "Water: A Comprehensive Guide for Brewers." Brewers Publications.
31. Moss, B. (2018). "The Biology of Lakes and Ponds." Oxford University Press.
32. O'Riordan, T., and Lenton, T. (eds.) (2013). "Addressing Tipping Points for a Precarious Future." British Academy.
33. Post, D.M., et al. (eds.) (2018). "The Ecological Role of Invasive Species: Winners, Losers, and Beyond." Springer.
34. Postel, S., and Richter, B. (2003). "Rivers for Life: Managing Water for People and Nature." Island Press.
35. Sharma, S., and Sharma, R. (2019). "Environmental Science and Engineering." CRC Press.
36. UNEP (United Nations Environment Programme) (2016). "Frontiers 2016: Emerging Issues of Environmental Concern." UNEP.

## Приложение А

(справочное)

### Methodology for Maximum Permissible Discharges

Студент:

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 2BM11  | Садовская Кристина Дмитриевна |         |      |

Консультант школы отделения (геологии) ИШПР

| Должность | ФИО                      | Учебная степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------|-------------------------|---------|------|
| Профессор | Савичев Олег Геннадьевич | Д. г. н., профессор     |         |      |

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

| Должность | ФИО                    | Учебная степень, звание      | Подпись | Дата |
|-----------|------------------------|------------------------------|---------|------|
| Доцент    | Терре Дина Анатольевна | Кандидат филологических наук |         |      |

## **Introduction to the Problem of Discharges into the River**

The condition of rivers is one of the most important indicators of the ecological well-being of our planet. However, rivers are currently facing serious threats from discharges of pollutants. River discharges pose significant risks to the environment, aquatic life, and human health that depend on the river as a source of drinking water, for industrial and agricultural activities, and for recreational purposes.

One of the main challenges in the field of river ecology is the development and application of the methodology of maximum permissible discharges. Maximum permissible discharges define the maximum permissible concentrations and amounts of harmful substances that can be discharged into a river without negative impact on the ecological system and human health.

The purpose of this paper is to investigate the methodology of maximum allowable discharges and their impact on river ecology. We will look at what substances can be permitted to be discharged into a river according to established regulations and standards. We will also examine typical discharges that are made by various sectors of society and consider the possible environmental and health effects of such discharges.

This paper has important implications for river ecology and water protection. It will provide a better understanding of the problem of discharges and their impact on the river ecosystem, as well as offer recommendations and measures to reduce the negative impact of discharges and protect river ecology. Along with the increase in population and the development of industry and agriculture, discharges into the river have increased significantly in recent decades. River pollution has become a serious problem that requires immediate attention and decisive action. [28]

The main problem with river discharges is that pollutants entering water bodies can accumulate in plant and animal tissues, penetrate the food chain and accumulate in the organisms of living things. This can lead to a decrease in biodiversity, the mass die-off of fish and other aquatic organisms, and the disruption of natural self-purification processes of rivers.

In addition, many people depend on the river as a source of drinking water. If hazardous substances, such as heavy metals or chemical compounds, are discharged into a river, it can pose a health risk to people who use that water for drinking and household purposes. Discharges can also have negative impacts on fisheries and recreational opportunities, which can negatively impact the economy and quality of life in regions where rivers play an important role.

To address the problem of discharges to the river, a methodology for maximum allowable discharges must be developed and strictly enforced. Such a methodology should define a list of substances that can be discharged into the river, as well as set limits and standards for their content. Monitoring and controlling these discharges is an important part of the methodology as it ensures that established limits are being met and that violations are detected and stopped on a timely basis.

The topic of discharges to rivers and the methodology of maximum allowable discharges are directly related to river ecology and water conservation. Our work is aimed at studying this problem, analyzing the consequences of discharges for the environment and human health, as well as proposing measures and recommendations to protect river ecology and reduce the negative impact of discharges. Through a deeper understanding of the problem and practical action, we can help preserve clean and healthy water resources for future generations.

### **Introducing the categories of substances and materials that can be discharged into a river**

Heavy metals such as mercury, lead, cadmium and others that can be toxic to plants, animals and people.

Organic compounds, including pesticides, herbicides, pharmaceuticals, and industrial chemicals. They can be toxic and cause long-term effects on the ecosystem and human health. [25]

Semisolid and solid waste comprise industrial wastes, including wastewater containing industrial wastes and contaminants.

Agricultural waste include fertilizers, pesticides, and animal fecal matter, which can cause eutrophication and water pollution.

Petroleum products can be divided into petroleum products, including petroleum, gasoline, diesel fuel, and others that can cause spills and water pollution.

Pollution by petroleum products can have serious effects on aquatic organisms and the ecosystem as a whole.

Radioactive substances include radioactive waste that contains radioactive isotopes and can pose a hazard to living organisms and the environment.

Discharges of radioactive substances can have long-term consequences and require special care and control.

Plastic and other wastes include plastic bottles, bags, microplastics and other forms of plastic that can pollute rivers and threaten aquatic life.

Other wastes such as glass, metals, and organic materials that can accumulate in the river and harm the ecological system.

### **Assessment of consequences of discharges**

Assessing the effects of discharges is an important step in the study of the impact of pollution on the ecology of the river. In general, the following aspects should be considered when assessing the effects of discharges:

**Water quality:** Assessing changes in water physical and chemical indicators such as pH, temperature, dissolved oxygen concentrations, toxic substances, and nutrients. Analyzing exceedances of standards and making connections between discharges and changes in water quality.

**Biological Status:** Study of changes in the biological status of the river, including biomass, species diversity and community structure of aquatic organisms. Analysis of the effects of discharges on the survival, reproduction and health of various aquatic species. [24]

**Toxicity:** Assessment of the toxicity of pollutants discharged into a river to organisms and the river ecosystem. Analysis of toxicity levels, concentrations, and duration of exposure to determine potential risk to living organisms.

**Ecological pathways of contaminant transfer:** Study of mechanisms of contaminant transfer through food chains and interactions between different

organisms in the river ecosystem. Analysis of possible accumulations of contaminants in organisms and their effects on the ecosystem.

Long-term effects: Assessing the long-term effects of discharges on the river ecosystem and its ability to recover. Investigation of possible cumulative effects, accumulation of contaminants in bottom sediments, and effects on biodiversity in the long term.

Interaction with other stressors: Analysis of interactions of discharges with other factors such as climate change, infrastructure development, agrochemicals and other pollution sources. Assessment of synergistic effects and amplification of negative effects when different stressors are combined. [29]

Assessing the effects of discharges helps to determine the level of threat to the river ecosystem, human health and society as a whole. This allows the development of effective strategies for the management and protection of water resources, as well as measures to reduce and prevent the negative effects of discharges.

### **Impacts on the ecosystem**

The impact of discharges on a river ecosystem can have a wide range of consequences. Here are some general aspects to consider when assessing these impacts:

Biodiversity: River discharges can have a negative impact on the diversity of living organisms. They can lead to declines in populations of different species, changes in the biological structure of the ecosystem, and loss of habitats.

Changing biotic and abiotic factors: River discharges can cause changes in important factors in an ecosystem, such as water quality, nutrient content, pH and oxygen levels. This can lead to an imbalance in the sustainable functioning of the ecosystem.

Food chains and interactions: River discharges can affect food chains and interactions between different organisms in an ecosystem. They can disrupt eating and feeding as well as predator-prey interactions, which can have further consequences on different levels of the ecosystem.

**River self-purification:** Rivers have some natural ability to self-purify from pollution. However, discharges of high volume or high concentration of pollutants can exceed the natural self-purification capacity of a river, which can lead to a build-up of pollutants and negative impacts on the ecosystem.

**Ecosystem resilience:** Discharges into a river can reduce an ecosystem resilience to other stressors, such as climate change or external influences. This can make the ecosystem more vulnerable to various threats and increase the risk of disruption. [36]

### **Analysis of typical discharges from various sectors and industries**

In agriculture various typical discharges can negatively affect water quality in rivers. Here are some of them:

**Pesticide and herbicide discharges:** The use of chemicals to protect plants from pests and weeds can result in pesticide residues being discharged into rivers. These chemicals can be toxic to aquatic organisms and cause negative impacts on the river ecosystem.

**Fertilizer discharges:** The use of mineral and organic fertilizers in agriculture can result in the discharge of excess nitrates and phosphates into rivers. This can cause water eutrophication, increased algae concentrations, and oppression of other organisms.

**Animal waste discharges:** Livestock operations may discharge manure and animal treatment wastes into rivers. The high concentrations of organic matter and nutrients in these wastes can cause water pollution and negative impacts on aquatic organisms.

**Soil erosion:** Intensive use of soil in agriculture can lead to soil erosion and washout of pesticides, fertilizers and other pollutants into rivers. This can lead to poor water quality and reduced soil fertility.

**Irrigation:** In some cases, irrigating fields uses water from rivers or springs, which can result in excess fertilizers and pesticides being dumped back into rivers.

Good agricultural practices such as managing fertilizers and pesticides, using soil conservation practices, and controlling erosion are needed to reduce the negative

impact of agriculture on rivers. It is also important to monitor water quality and apply wastewater treatment measures for agricultural enterprises.

Industries also contribute significantly to pollutant discharges into rivers. Here are some typical discharges associated with industry:

**Industrial Waste Discharges:** Industrial plants can discharge a variety of wastes, including chemicals, petroleum products, toxic substances, and heavy metals. These pollutants can have serious negative impacts on aquatic ecosystems.

**Organic and inorganic pollutant discharges:** During the manufacturing process, industrial facilities may discharge organic and inorganic pollutants such as acids, solvents, metal oxides, and other substances that can pollute water.

**Heat water and cooling agent discharges:** Some industrial processes require the use of heat water and cooling agents. Discharges of such water can increase the temperature of water in a river, which negatively affects living organisms and the river ecosystem. [35]

**Waste discharges from plastics and textile production:** Plastics and textile production often involve the discharge of wastes such as plastic fragments, fibers, dyes and chemicals. These contaminants can have long-term effects on rivers and their ecosystems.

**Radioactive Material Discharges:** Some industries, such as nuclear power and nuclear facilities, may discharge radioactive materials that pose a particular threat to the environment and human health.

To reduce the negative impact of industrial discharges on rivers, it is necessary to apply modern wastewater treatment and treatment technologies at enterprises and to strictly comply with regulatory requirements for discharges of substances and materials. Regular monitoring of water quality and the impact of industrial enterprises on the river ecosystem is also important.

The energy sector has a significant impact on river water quality. Here are some typical discharges associated with the energy sector:

**Thermal effluent discharges:** Power plants, especially those that use thermal energy, can discharge waste water, coolants and combustion products into rivers.

Thermal discharges can raise the temperature of water in a river, which negatively affects fish and other aquatic organisms, and disrupts the ecological balance.

**Radioactive Material Discharges:** Nuclear power plants and other nuclear facilities can discharge radioactive materials into rivers. This poses a serious threat to aquatic ecosystems and human health. [26]

**Discharges of carbon dioxide and other greenhouse gases:** Fossil fuel burning processes, such as the use of coal, oil and gas, result in emissions of greenhouse gases such as carbon dioxide. These gases can dissolve in atmospheric water and enter rivers, which can change the chemical composition and acidity of water.

**Discharges of petroleum products and chemicals:** Various processes associated with the extraction, transportation, and use of oil and gas can result in the discharge of petroleum products and chemicals into rivers. This pollutes the water and has a negative impact on aquatic organisms and the river ecosystem.

To reduce the negative impact of the energy sector on rivers, it is necessary to introduce cleaner and more efficient energy production technologies. It is also important to strictly control and monitor emissions, and apply appropriate methods to treat wastewater and emissions before they are discharged into rivers. Effective management and regulation in this area is essential to maintain the ecological sustainability of rivers and their biodiversity.

Domestic effluents are discharges that result from everyday domestic and household activities. Here are some typical domestic discharges that can negatively affect rivers:

**Sewage discharges:** Wastewater discharges from household domestic sewer systems are the most common type of domestic discharge. These discharges contain a variety of pollutants, such as organic waste, chemicals from household detergents and medications, and microbiological contaminants.

**Food processing waste discharges:** Discharges from kitchen activities, including food scraps, oils, and fats, can enter rivers through sewage systems or improper disposal.

Discharges of household chemicals: The use and improper disposal of household chemicals, such as dyes, solvents, varnishes, paints and fertilizers, can lead to discharges into rivers. This can cause water pollution and negative impacts on aquatic organisms.

Discharges of sanitary pads and other hygiene products: Improper disposal of sanitary pads, diapers and other hygiene products can lead to their discharge into rivers and create a litter problem.

Electronic and electrical waste: Improper disposal or dumping of electronic devices such as computers, televisions, cell phones and batteries can lead to heavy metals and other harmful substances entering rivers. [31]

To reduce the negative impact of household wastewater on rivers, proper disposal and waste management practices should be followed. This includes proper installation and maintenance of sewage systems, use of environmentally safe household chemicals, separate collection and recycling of waste, and public awareness and education on environmentally responsible behavior.

### **Analysis of the impact of discharges on the health and safety of people**

Discharges of pollutants into a river can have serious impacts on human health and safety, especially when the river is used for drinking water supply, fishing, and recreation. Here are some aspects to consider when analyzing these impacts:

Contamination of drinking water: If the river serves as a source of drinking water for surrounding communities, pollutant discharges can directly affect drinking water quality. This could result in potential health risks to people consuming contaminated water.

Impacts on fisheries: Pollutant discharges into rivers can negatively impact fisheries resources. Toxic substances can build up in fish tissues, which can lead to fish poisoning. This not only affects the ecological sustainability of the river, but also affects the fisheries and fisheries industries that depend on these resources.

Disease Risk: If the river is used for recreational purposes, such as swimming and bathing, discharges of pollutants can pose a health risk to humans. Contact with contaminated water can cause various infectious diseases and skin problems.

Transfer of contaminants through the food chain: Fish and other aquatic organisms contaminated by substances from the river can become a food source for people who fish or consume fish from the river. The health risks caused by discharges can spread through the food chain. [34]

To minimize risks to the health and safety of people using the river for drinking water, fishing, and recreation, measures must be taken to control and prevent pollution in the river. This includes strict compliance with regulations and standards on the discharge of substances and materials, regular monitoring of water quality, and organizing educational programs for the public regarding the safe use of the river.

Consumption of contaminated water resources can have serious risks and problems for human health. Here are some of them:

**Waterborne diseases:** Contaminated water can contain pathogens such as bacteria, viruses and parasites that can cause a variety of infectious diseases. This includes diseases such as cholera, dysentery, hepatitis A and other waterborne diseases.

**Toxic substances:** Discharges of chemicals such as heavy metals, pesticides, pharmaceuticals and industrial waste can be present in contaminated water. Drinking such water can absorb these toxic substances, which can cause a variety of health problems, including poisoning and long-term negative effects on the body.

**Cumulative effects:** Drinking contaminated water over a long period of time can have cumulative effects on the human body. Even if contaminant concentrations are low, the accumulation of contaminants in the body over time can lead to the development of chronic diseases, including cancer, immune system problems, neurological disorders, and more.[27]

**Reproductive problems:** Some pollutants in water can have negative effects on reproductive health. This can manifest as decreased fertility, increased risk of miscarriage, fetal development defects, and other reproductive problems.

**Ecological imbalance:** Contamination of water resources can cause serious problems for the river ecosystem, including the death of fish and other aquatic

organisms, reduced biodiversity and disruption of natural balances. This can lead to ecological consequences that can ultimately affect human well-being.

All these problems and risks underline the importance of keeping water resources clean and ecologically sustainable and taking measures to prevent pollution. This includes effective wastewater management, strict control of pollutant discharges, water quality monitoring, and educating the public about the safe use of water resources.

### **Protecting ecology of rivers**

A number of measures and recommendations are needed to reduce discharges and protect river ecology. Here are some of them:

**Developing effective wastewater treatment systems:** Industries and utilities should use modern methods and technologies to treat wastewater before it is discharged into rivers. This includes the use of filters, biological treatment plants, and chemical processes to remove contaminants.

**Implementation of legislation and control:** Laws and regulations governing discharges into rivers should be developed and strictly enforced. Government agencies should monitor and supervise industrial plants and other pollution sources to prevent unacceptable discharges.

**Encourage the use of clean technologies:** Governmental and international organizations can provide financial support and encourage the use of clean technologies in various industries to reduce the negative impact on rivers. For example, investments in renewable energy and energy efficiency can help reduce emissions from energy plants.

**Expanding recycling:** Promoting separate waste collection and recycling by people and businesses will help reduce the amount of waste entering rivers. Public awareness campaigns and education on the issue of environmentally responsible waste management are needed.

**Education and awareness:** Expanding education programs and public awareness of the importance of protecting the ecology of rivers and the

consequences of improper dumping of substances will help to create an environmental culture and encourage sustainable practices.

**Collaboration and partnerships:** Partnerships need to be established between government agencies, industry, local communities and environmental organizations to work together to protect the ecology of rivers. This includes sharing experiences, developing joint projects, and solving problems together. [33]

These measures and recommendations will help to reduce discharges and protect the ecology of rivers, keeping them clean and biodiverse for present and future generations. The control and monitoring of discharges into rivers are important aspects to ensure the conservation of water resources and the protection of the environment. Here are some basic arguments that emphasize the importance of controlling and monitoring discharges:

**Preventing water pollution:** Controlling and monitoring discharges prevents pollution of rivers and aquatic ecosystems. Discharges of harmful chemicals, bacteria, heavy metals and other pollutants can have serious consequences for aquatic organisms, vegetation and animals, as well as for people who use the river for various purposes.

**Water Quality Assessment:** Discharge monitoring provides an assessment of water quality in a river. This is important for determining pollution levels, identifying pollution sources, and taking appropriate actions to improve water quality. Regular monitoring allows changes and trends in the condition of water resources to be monitored and respond to potential problems in a timely manner.

**Compliance with regulations and standards:** Control and monitoring of discharges helps ensure compliance with established regulations and standards for water quality and maximum permissible discharges. This is especially important for industry, utilities, agriculture and other sectors that can have a significant impact on water resources.

**Early detection of problems:** Systematic control and monitoring of discharges makes it possible to identify problems and potential pollution sources earlier, before they reach critical levels. This enables action to be taken to eliminate

the causes of pollution or to make adjustments to processes to prevent negative effects on water resources and human health. [23]

Accounting for environmental liability: Controlling and monitoring discharges helps establish a system for accounting and controlling the environmental liability of industrial plants and other pollution sources. This promotes an environmental culture and encourages compliance with environmental standards, and raises awareness of the importance of water conservation and protection.

Overall, discharge control and monitoring play a key role in preventing river pollution, ensuring water quality, and protecting the environment. They are an integral part of sustainable water use and an important tool for maintaining the health and safety of people who depend on rivers for their daily lives.

### **Consideration of possible legal and economic instruments for regulating discharges**

Regulating discharges into rivers involves the use of various legal and economic tools. Here are a few possible approaches:

Legislation and licensing: States can develop laws and regulations that establish water quality requirements and discharge limits. Licensing can be used to regulate and control discharges from industries and other pollution sources. Laws and licenses can include fines and penalties for violations.

Economic incentives and penalties: States can use economic instruments, such as pollution allocation systems or market mechanisms, to provide incentives to reduce discharges and use clean technologies. For example, providing financial incentives or tax breaks for reducing pollution, or imposing fines and tax penalties for exceeding discharge limits.

Pollution trading systems: These are mechanisms whereby businesses can trade pollution discharge permits. Businesses that reduce their discharges below the limits can sell their permits to those who exceed the limits. This system creates economic incentives to reduce discharges and encourages innovation in clean technologies.

Contractual agreements and cooperation: States, industry, and environmental organizations can enter into contractual agreements and cooperate to set common standards and measures to regulate discharges. This can include the development of common action plans, exchange of experience and technical knowledge, and joint research and projects. [30]

Public participation and awareness: It is important to include the public in the discharge management process. Public participation allows people to voice their opinions and interests, and to participate in decision-making. Transparency of information about discharges and their impact on the environment allows the public to be informed and more involved in protecting river ecology.

A combination of different legal and economic instruments can provide effective regulation of discharges into rivers, helping to reduce pollution and protect water resources. [32]

This way one may come to the conclusion that protecting the ecology of rivers and controlling discharges are important tasks to ensure a clean and healthy aquatic environment. Discharges into rivers can have serious consequences for the ecosystem, human health and sustainable development.

Various aspects related to discharges to rivers have been considered, including categories of substances and materials, typical discharges in different sectors, impact assessments, ecosystem impacts, human health and safety, and discharge regulation.

Determining discharge limits, control and monitoring, the application of legal and economic instruments are important steps to reduce discharges and protect river ecology. It is necessary to ensure effective interaction between government agencies, industrial enterprises, local communities and environmental organizations to work together to preserve and restore the ecological integrity of rivers.

Protecting the ecology of rivers is a task that requires constant attention and cooperation of all stakeholders. Only through joint efforts can we ensure a clean and sustainable water environment, preserve biodiversity, and ensure well-being for us and future generations.

As part of protecting the ecology of rivers and reducing discharges, it is necessary to pay special attention to education and awareness. It is important to educate the public about the consequences of water pollution and its role in river conservation. This can include information campaigns, educational programs, and activities to raise awareness and environmental literacy.

In addition, research, development of new technologies and effluent treatment methods that can help reduce pollution and optimize water recycling and treatment should be encouraged and supported. Innovations in this area can play an important role in improving the environmental performance of various economic sectors and reducing their negative impact on rivers.

It is also necessary to actively cooperate with international organizations and other countries to develop and implement common standards and agreements to protect water resources. Global problems of river pollution require global solutions, and only through joint efforts can we achieve meaningful results.

Protecting the ecology of rivers should be a priority for society, governments and businesses. This requires the development and implementation of strict regulations, effective control and monitoring, and active participation of citizens and businesses in the process of water conservation. Only by working together can we ensure long-term sustainability and well-being for all who depend on rivers and their ecosystems.