

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

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование  
Отделение геологии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы  |
|--|
| <b>Химический состав и качество вод реки Иртыш на участке сброса сточных вод теплоэлектростанции г. Аксу (Казахстан)</b> |

УДК 556.531.4-021.465:628.31(282.256.16)

Студент

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| 2В41   | Колодина Софья Ильинична |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО             | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Хващевская А.А. | к.г.-м.н.,<br>доцент      |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность             | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Вершкова Е.М. |                           |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО             | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Задорожная Т.А. | к.т.н.                    |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент           | Пасечник Е.Ю. | к.г.-м.н.,<br>доцент      |         |      |

Томск – 2018г.

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование  
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

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

В форме:

|                     |
|---------------------|
| Бакалаврской работы |
|---------------------|

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

Студенту:

| Группа | ФИО                       |
|--------|---------------------------|
| 2В41   | Колодиной Софье Ильиничне |

Тема работы:

|   |
|---|
| Химический состав и качество вод реки Иртыш на участке сброса сточных вод теплоэлектростанции г. Аксу (Казахстан) |
|---|

|   |                        |
|---|------------------------|
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | от 30.11.2017 № 9470/С |
|---|------------------------|

|  |               |
|--|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 01.06.2018 г. |
|--|---------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|   |   |
|---|---|
| <b>Исходные данные к работе</b>   | Объектом исследования являются поверхностные воды реки Иртыш на участке сброса сточных вод электрической станции АО «ЕЭК». В работе использовались результаты лабораторных исследований химического состава вод реки Иртыш, литературные данные и материалы производственного отчета  |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физико-географические условия района расположения предприятия</li> <li>2. Характеристика предприятия как объекта теплоэнергетики</li> <li>3. Химический состав вод р. Иртыш до сброса сточных вод электрической станции АО «ЕЭК»</li> <li>4. Химический состав и качество вод р. Иртыш на участке сброса сточных вод Аксуской теплоэлектростанцией</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и</li> </ol> |

|   |  |
|---|--|
|   | ресурсосбережение;<br>6. Социальная ответственность. |
| <b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</b>       |  |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>                       |  |
| <b>Раздел</b>   | <b>Консультант</b>                                   |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                         | Вершкова Елена Михайловна                            |
| Социальная ответственность  | Задорожная Татьяна Анатольевна                       |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b> |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 30.11.2017 |
|---|------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО                            | Ученая степень, звание                         | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------------|--|---------|------|
| Доцент    | Хващевская Альбина Анатольевна | Кандидат геолого-минералогических наук, доцент |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| 2В41   | Колодина Софья Ильинична |         |      |

## **Планируемые результаты обучения**

| <i>Код<br/>результата</i>  | <i>Результат обучения<br/>(выпускник должен быть готов)</i>  | <i>Требования ФГОС,<br/>критериев и/или<br/>заинтересованных сторон</i>  |
|--|--|--|
| <b><i>В соответствии с общекультурными компетенциями</i></b>       |  |  |
| P1   | Приобретать и использовать глубокие математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в междисциплинарном контексте инновационной профессиональной деятельности  | Требования ФГОС ВПО (ОК-1, 2, 3, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ОК-12, ОК-13, ОК-20, ОК-21), (ЕАС-4.2а) (АВЕТ-3А) |
| P2   | Применять глубокие профессиональные знания для решения задач проектно-изыскательской, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности в области природообустройства и водопользования  | Требования ФГОС ВПО (ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-14, ОК-15, ОК-16, ОК-17, ОК-18, ОК-19, ОК-22)                            |
| P3   | Проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов для обоснования принимаемых решений при проектировании объектов природообустройства и водопользования  | Требования ФГОС ВПО (ПК-1) (АВЕТ-3i).  |
| <b><i>В соответствии с профессиональными компетенциями</i></b>     |  |  |
| <b><i>в области организационно-управленческой деятельности</i></b> |  |  |
| P4   | Уметь формулировать и решать профессиональные инженерные задачи в области природообустройства с использованием современных образовательных и информационных технологий   | Требования ФГОС ВПО (ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3е)  |
| P5   | Управлять системой технологических процессов, эксплуатировать и обслуживать объекты природообустройства и водопользования с применением фундаментальных знаний   | Требования ФГОС ВПО (ПК-6, ПК-7, ПК-8)   |
| P6   | Применять инновационные методы практической деятельности, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом безопасности в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте. | Требования ФГОС ВПО (ПК-9, ПК-10, ПК-11)   |
| P7   | Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности  | Требования ФГОС ВПО (ПК-12) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d),  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| P8   | Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента  | Требования ФГОС ВПО (ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПК-16)                        |
| <i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i> |   |   |
| P9   | Определять, систематизировать и профессионально выбирать и использовать инновационные методы исследований, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач.   | Требования ФГОС ВПО (ПК-17)   |
| P10  | Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий  | Требования ФГОС ВПО (ПК-18, ПК-19, ПК-20) (АВЕТ-3б)                     |
| <i>в области проектной деятельности</i>                          |   |   |
| P11  | Уметь применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений | Требования ФГОС ВПО (ПК-21, ПК-22, ПК-23, ПК-24) (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е) |

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

Студенту:

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                |
| 2В41          | Колодиной Софье Ильиничне |

|                            |  |                                  |   |
|----------------------------|--|----------------------------------|---|
| <b>Школа</b>               | <b>Инженерная школа природных ресурсов</b> | <b>Отделение школы</b>           | <b>Отделение геологии</b>                         |
| <b>Уровень образования</b> | Бакалавриат                                | <b>Направление/специальность</b> | 20.03.02<br>Природообустройство и водопользование |

|   |  |
|---|--|
| <b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>   |  |
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | <i>Литературные источники</i>  |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>   | <i>Методические указания по разработке раздела</i>                               |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>                                  | <i>Сборник сметных норм на геологоразведочные работы</i>                         |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>   |  |
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>   | <i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>           |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>  | <i>Расчет затрат времени и труда по видам работ<br/>Нормы расхода материалов</i> |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности</i>                       | <i>Общий расчет сметной стоимости</i>  |
| <b>Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):</b>   |  |
| -   |  |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | 10.04.2018 |
|---|------------|

**Задание выдал консультант:**

|                       |                           |                               |                |             |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b>      | <b>ФИО</b>                | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Старший преподаватель | Вершкова Елена Михайловна |                               |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                          |                |             |
|---------------|--------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>               | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 2В41          | Колодина Софья Ильинична |                |             |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                |
| 2В41          | Колодиной Софье Ильиничне |

|                            |  |                                  |   |
|----------------------------|--|----------------------------------|---|
| <b>Школа</b>               | <b>Инженерная школа природных ресурсов</b> | <b>Отделение школы</b>           | <b>Отделение геологии</b>                         |
| <b>Уровень образования</b> | Бакалавриат                                | <b>Направление/специальность</b> | 20.03.02<br>Природообустройство и водопользование |

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

|  |  |
|--|--|
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Объект исследования – поверхностные воды реки Иртыш на участке сброса сточных вод АО «ЕЭК»<br>Рабочая зона – открытая местность, аудитория для камеральной обработки результатов и лаборатория.<br>Результаты данных работ используются для изучения химического состава и оценки качества поверхностных вод |
|--|--|

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

|  |  |
|--|--|
| <b>1. Производственная безопасность</b>                                | 1) Анализ выявленных вредных факторов при проведении полевых работ<br>- отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе<br>- тяжесть и напряженность физического труда<br>- повреждение в результате контакта с насекомыми<br>2) Анализ выявленных вредных факторов при проведении лабораторных и камеральных работ<br>- отклонение параметров микроклимата в помещении<br>- недостаточная освещенность рабочей зоны<br>3) Анализ выявленных опасных факторов при проведении лабораторных и камеральных работ<br>- электрический ток |
| <b>2. Экологическая безопасность:</b>                                  | 1) Анализ воздействия на атмосферу (выбросы вредных веществ в процессе выработки электроэнергии);<br>2) Анализ воздействия на гидросферу (сбросы сточных вод, загрязнение поверхностных вод реки Иртыш);<br>3) Анализ воздействия на литосферу (образование различных видов отходов).  |
| <b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>                       | Наиболее вероятная ЧС – выброс хлора на блоке фильтровальной станции.<br>Действия при обнаружении выброса хлора.   |
| <b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> | 1) Специфика организации трудовой деятельности в полевых условиях;<br>2) Организация рабочего места пользователями ПЭВМ.   |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | 04.04.2018 |
|---|------------|

**Задание выдал консультант:**

|                  |                                |                               |                |             |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>                     | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Ассистент        | Задорожная Татьяна Анатольевна | к.т.н.                        |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                          |                |             |
|---------------|--------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>               | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 2В41          | Колодина Софья Ильинична |                |             |

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 11 |
| 1. Физико-географические условия района расположения предприятия .....  | 12 |
| 1.1. Природные и климатические условия Павлодарской области.....  | 12 |
| 1.2. Гидрография.....   | 14 |
| 1.3. Гидрологические условия.....   | 17 |
| 2. Характеристика предприятия как объекта теплоэнергетики.....  | 21 |
| 2.1. Общие сведения о предприятии .....   | 21 |
| 2.2. Характеристика системы водоснабжения и водоотведения Аксуской электростанции .....                       | 22 |
| 2.3. Характеристика системы мониторинга поверхностных вод ЭС АО «ЕЭК» .....                                   | 26 |
| 3. Химический состав вод р. Иртыш до сброса сточных вод электрической станцией АО «ЕЭК».....                  | 29 |
| 3.1. Обобщенные показатели .....  | 30 |
| 3.2 Макрокомпоненты.....  | 31 |
| 3.3. Микрокомпоненты .....  | 35 |
| 3.4. Биогенные вещества.....  | 36 |
| 3.5. Органические вещества .....  | 38 |
| 3.6. Классификация воды р. Иртыш по степени загрязнения по результатам ИЗВ.....                               | 40 |
| 4. Химический состав и качество вод р. Иртыш на участке сброса сточных вод Аксуской теплоэлектростанцией..... | 43 |
| 4.1 Химический состав.....  | 43 |
| 4.1.1. Химический состав вод в подводящем канале.....   | 43 |
| 4.1.2. Химический состав поверхностных вод в контрольном створе.....  | 44 |
| 4.1.3. Сравнительный анализ результатов химического анализа вод в подводящем и сбросном каналах.....          | 45 |
| 4.2. Качество вод р. Иртыш на участке сброса сточных вод АО «ЕЭК» .....                                       | 52 |

|   |    |
|---|----|
| 4.3. Оценка влияния Аксуской электростанции на воды р. Иртыш .....                                  | 57 |
| 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..                                | 63 |
| 5.1. Виды и объемы работ.....   | 63 |
| 5.2. Расчет затрат труда и времени по видам работ.....  | 64 |
| 5.2.1. Расчет затрат времени.....   | 64 |
| 5.2.2. Расчет затрат труда.....   | 65 |
| 5.3. Расчет сметной стоимости проектируемых работ .....   | 66 |
| 5.3.1. Расчет затрат материалов .....   | 66 |
| 5.3.2. Расчет оплаты труда.....   | 67 |
| 5.4. Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ .....                                       | 69 |
| 6. Социальная ответственность.....  | 71 |
| 6.1. Производственная безопасность.....   | 71 |
| 6.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование<br>мероприятия по их устранению ..... | 73 |
| 6.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование<br>мероприятий по их устранению ..... | 79 |
| 6.2. Экологическая безопасность.....  | 80 |
| 6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....   | 86 |
| 6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....                               | 89 |
| Заключение .....  | 91 |
| Список использованной литературы.....   | 93 |
| Приложение А .....  | 98 |
| Приложение Б.....   | 99 |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 98 страниц, 15 рисунков, 23 таблиц, 53 использованных источников и 2 приложений.

Ключевые слова: водопотребление, водоснабжение, водоотведение, гидрохимия, химический состав, качество воды.

Целью работы является оценка влияния Аксуской электрической станции АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» на качество воды р.Иртыш на участке сброса сточных вод предприятия.

Задачи:

1. Дать характеристику химического состава природных поверхностных вод р. Иртыш.
2. Оценить современное состояние и качество поверхностных вод р. Иртыш
3. Выявить степень загрязнения р. Иртыш на участке сброса сточных вод электростанцией АО «ЕЭК».

Объект исследования: поверхностные воды реки Иртыш на участке сброса сточных вод электрической станции АО «ЕЭК». Предмет исследования: химический состав и качество вод реки Иртыш.

Основой для выполнения данной работы послужили проектные данные по системе водоснабжения и водоотведения станции; отчетные данные электрической станции АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» (АО «ЕЭК») по использованию и охране водных ресурсов, результаты производственного мониторинга за температурой и качественными характеристиками исходной и сбросной воды за 2010-2016 гг., предоставленные автору данной работы для ознакомления в период прохождения производственной практики и использования при составлении отчета.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word с применением программы Excel.

## Введение

Водное хозяйство северо-востока Казахстана, включающего в себя Восточно-Казахстанскую и Павлодарскую области, базируется преимущественно на использовании стока рек бассейна Иртыша. Комплексное использование водных ресурсов реки и ее притоков основано на выработке электроэнергии Бухтарминской, Усть-Каменогорской, Шульбинской ГЭС и Аксуской ЭС, использовании воды для нужд сельскохозяйственного производства, судоходства и рыбного хозяйства, водообеспечении технологических процессов промышленных предприятий и водоснабжении населенных пунктов. Кроме того, сток Иртыша участвует в формировании уникальных естественных биоценозов на пойменных землях и близлежащих угодьях, что определяет значительную природоохранную и рекреационную роль реки для региона.

Длительное воздействие в бассейне р.Иртыш всей совокупности источников хозяйственной деятельности техногенного происхождения в современных условиях проявляется в изменении режима и ухудшении качественного состава поверхностных вод в бассейне реки.

Среди ресурсных и экологических проблем, порожденных развитием хозяйственной деятельности, одной из наиболее сложных и трудноразрешимых является обеспечение населения и хозяйственных структур пресной, доброкачественной водой.

Аксуская электрическая станция (ЭС) АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» является одним из крупнейших водопользователей на территории Павлодарской области. Ее деятельность имеет свой вклад в изменение состава и свойств воды р. Иртыш. В этой связи *актуальным* является своевременный контроль за химическим составом и качеством вод р. Иртыш в районе сброса сточных вод предприятия, для своевременного предотвращения негативного влияния на качество речных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Павлодара.

## 1. Физико-географические условия района расположения предприятия

### 1.1. Природные и климатические условия Павлодарской области

Климат в районе расположения станции резко континентальный. Вследствие большой удаленности от океанов и защищенности от них горными системами теплые и влажные массы с Атлантического океана доходят сюда потерявшими большую часть влаги, а с Северного Ледовитого – сухими.

Сложный рельеф, наличие котловин и межгорных впадин обуславливают большие различия в климатических условиях микрорельефа данной зоны. В Зайсанской котловине среднегодовая температура воздуха колеблется от 4 до 6<sup>0</sup>С. Самым холодным месяцем является январь (-17-20<sup>0</sup>С), самым теплым – июль (21-23<sup>0</sup>С).

На распределение осадков в течение года заметное влияние оказывает высота местности, крутизна склонов, неодинаковая ориентация их по отношению к преобладающему здесь влагопереносу. Наиболее равномерно распределены осадки в Зайсанской котловине.

В горах Казахстанского Алтая склоны почти постоянно подвержены влиянию атмосферных осадков, а межгорные котловины испытывают дефицит влаги. В Зайсанской котловине годовое количество осадков составляет 180-200 мм, в Саур-Тарбагатае – от 300 до 600 мм, а на Алтае увеличивается до 400-600 мм. На западных склонах Алтая сумма годовых осадков достигает 800-1000 мм. Зимой осадков выпадает мало, так как здесь преобладают ветры континентального происхождения. Доля зимних осадков от годовой их суммы составляет лишь 25-30%. Месячный максимум осадков наблюдается, как правило, в июне-июле, но нередко в октябре-ноябре.

Запасы воды в снеге в предвесенний период составляют в среднем 100-200 мм с колебанием их в отдельные годы от 60-80 мм до 180-200 мм.

Максимальная высота снежного покрова достигает 25-30 см, реже – 80-100 мм.

Потери воды на испарение с водной поверхности в районах Восточного Казахстана, по сравнению с другими районами бассейна Иртыша незначительные. По данным наблюдений на Бухтарминском водохранилище в среднем они составляют 3,93 км<sup>3</sup> в год [1,2].

На выходе из оз. Зайсан Иртыш протекает по широкой равнине, где он разветвляется на многочисленные рукава и протоки. Для этого участка бассейна реки характерен рельеф с большим количеством бессточных впадин и отдельных возвышенностей, которые, как правило, имеют пологие склоны.

Почвы, слагающие равнинное Прииртышье в основном рыхлые, сформировавшиеся под влиянием многовековой деятельности реки.

Территория Восточно-Казахстанской области является основным стокоформирующим районом бассейна р.Иртыш.

Климат зоны характеризуется большим колебанием суточных и годовых атмосферных осадков и обилием солнечного тепла. Зима здесь холодная, относительно малоснежная, лето продолжительное, жаркое и сухое.

Продолжительность холодного периода с температурой ниже 0<sup>0</sup>С на большей части равнинного Прииртышья составляет 150-170 дней.

Средняя температура самого холодного теплого месяца (июль) достигает 21-22<sup>0</sup>С. Абсолютный максимум температуры воздуха доходит до 40-43<sup>0</sup>С. Годовая амплитуда среднесуточных температур воздуха составляет 34-42<sup>0</sup>С. Продолжительность теплого периода колеблется от 195-205 до 210-230 дней.

Годовое количество осадков распределяется крайне неравномерно и колеблется от 220 до 540 мм. Их максимум приходится на летнее время, причем летом осадков выпадает в 2,0-2,5 раза больше, чем зимой.

По природным условиям равнинное Прииртышье относится к лесостепной зоне. Здесь часто встречаются участки с хвойной и лиственной

растительностью. Наряду с этим здесь распространены степные участки с разнообразием ковыльных и полынных трав. Почвы здесь преимущественно каштановые и солонцеватые.

Северная часть Восточно-Казахстанской области и значительная часть Павлодарской области занимает территорию южной части Западносибирской низменности. Вследствие малой защищенности эта зона подвергается постоянному воздействию южных, западных и северо-западных циклонов. Холодный период здесь отличается большой изменчивостью температур.

## 1.2. Гидрография

Гидрографическая сеть бассейна р.Иртыш на территории Республики Казахстан наиболее развита в Восточно-Казахстанской области (приложение А), что обусловлено совокупностью природных условий и климатических особенностей данного района. Наиболее крупными притоками Иртыша являются рр. Бухтарма, Ульба и Уба. В бассейнах двух последних рек наблюдается самое большое на территории Казахстана значение модуля стока, составляющее около 50 л/с с 1 км<sup>2</sup>.

Характерной особенностью гидрологического режима левобережных притоков является наличие летних паводков, что связано с преобладанием здесь снежно-ледникового питания. Многочисленные притоки здесь характеризуются большими уклонами и значительными расходами, особенно в период половодья.

В бассейне Иртыша расположено несколько тысяч озер. Самым крупным является озеро Зайсан, которое вместе с Бухтарминским водохранилищем имеет площадь зеркала около 5510 км<sup>2</sup>. Второе по величине озеро – Маркаколь. Оно пресноводное и имеет площадь зеркала около 450 км<sup>2</sup>.

Кроме перечисленных имеется большое количество засоленных бессточных озер, расположенных на территории равнинного Прииртышья. В

горном Алтае расположено множество озер ледникового питания. Большинство этих озер активно участвует в формировании водных ресурсов бассейна Иртыша.

В настоящее время на р.Иртыш структурными подразделениями РГП «Казгидромет» проводятся водомерные наблюдения по 9 постам.

Схема речной сети бассейна Иртыша и расположения водомерных постов представлена в приложении А.

По своей водосборной площади, длине и ресурсам Иртыш является главной артерией северо-восточных районов Республики, а также основным источником, обеспечивающим водой гидроэнергетику, водный транспорт, промышленность и другие отрасли народного хозяйства.

Исток Иртыша находится на западном склоне Монгольского Алтая территории Китая. Пересекая границу Казахстана, он течет в северо-западном направлении по долине, расположенной между Казахстанским Алтаем и хребтом Саур-Тарбагатай.

Казахстанский Алтай занимает северную часть правобережья Иртыша. Он представляет собой сильно-расчлененный горный массив с глубокими ущельями, по которым протекает множество крупных и мелких рек. Тип питания рек здесь – ледниковый и снеговой.

В отличие от Алтая, где гидрографическая сеть наиболее густая, в Саур-Тарбагатае постоянные водотоки есть лишь на сравнительно большой высоте.

Современная долина р. Иртыш хорошо разработана, русло врезано в поверхность равнины более, чем на 50 м. В долине развиты пойменная и три надпойменные террасы. Пойменная терраса в районе сооружений Аксуской ЭС характеризуется наличием микрорельефа, изрезана старицами и озерами, местами заболочена (отметки 109-111 м БС). Основное русло р. Иртыш имеет ширину 500-600 м при меженных уровнях. Во время паводка ширина достигает 12-15 км.

Основной объем стока р. Иртыш формируется в верховьях реки, в т.ч. на территории КНР – около 25%, в пределах Казахстана 75%: из них от границы с КНР до устья р.Бухтарма - 40%, 35% стока дают притоки - реки Ульба и Уба и другие мелкие притоки, впадающие в Иртыш ниже г.Усть-Каменогорска (распределение стока дано для створа Шульбинской ГЭС).

Ниже впадения р.Чар до границы с Российской Федерацией на протяжении около 1200 км р. Иртыш значительных притоков не принимает.

В разные годы в верхнем течении р.Иртыш были построены водохранилища Бухтарминское, Усть-Каменогорское и Шульбинское с одноименными гидроэлектростанциями.

Протока Старый Иртыш находится в среднем течении реки, где она имеет равнинный характер с присущими для нее русловыми процессами. Динамику этих процессов определяют морфометрические особенности и геологическое строение русла; величина и продолжительность максимальных руслоформирующих расходов воды; характер и устойчивость техногенного воздействия на водный режим реки.

Русло протоки извилистое, пересекается обсушенными в межень песчаными перекатами и косами, заиленное. Входной участок протоки постепенно сужается за счет естественного отложения песчаных наносов.

Дно протоки на всем протяжении с перекатами, чередуется плесовыми участками. Глубина воды в русловых понижениях до 5 м, на перекатах – до 0,5 м. Берега заросли кустарником, лиственными деревьями, местами камышом.

В геологическом строении долины реки Иртыш в районе протоки принимают участие рыхлые аллювиальные отложения четвертичного возраста.

Русло протоки сложено из подвижных скоплений легко размываемых мелко и среднезернистых песков мощностью до 12 м.

На входном участке протоки дно и песчаные косы сложены из песчано-гравийного грунта.

### 1.3. Гидрологические условия

Формирование стока р. Иртыш на рассматриваемом участке происходит в верхней горной части бассейна, где он принимает 8 основных притоков (приложение А).

Питание р. Иртыш смешанное: в верхнем течении – снеговое и ледниковое, в нижнем – снеговое и грунтовое. Дождевое питание составляет небольшую долю.

Основной фазой водного режима р.Иртыш является половодье, в период которого проходит до 90% годового стока.

По данным института «Казгипроводхоз», суммарные водные ресурсы бассейна Иртыша в пределах Казахстана составляют 33,86 км<sup>3</sup> в год [2, 3]. Распределение поверхностных водных ресурсов по территории представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение водных ресурсов Иртыша по территории Казахстана [4]

| Область   | Средний многолетний сток, км <sup>3</sup> | Обеспеченность стока, % |        |       |
|---|---|-------------------------|--------|-------|
|   |   | 50                      | 75     | 95    |
| Восточно-Казахстанская, включая сток Черного Иртыша | 32,262                                    | 31,565                  | 27,470 | 18,54 |
| Семипалатинская                                     | 1,23                                      | 1,078                   | 0,691  | 0,354 |
| Павлодарская  | 0,049                                     | 0,032                   | 0,014  | 0,002 |
| Всего по бассейну                                   | 33,864                                    | 32,48                   | 26,06  | 18,18 |

Суммарные водные ресурсы р. Иртыш в пределах Павлодарской области составляют 0,049 млн.м<sup>3</sup>, ресурсы в годы различной обеспеченности составляют: 50% - 0,032 млн.м<sup>3</sup>; 75% - 0,014 млн.м<sup>3</sup>; 95% - 0,002 млн.м<sup>3</sup> [1-3].

Среднегодовые расходы воды в естественных условиях (Q, м<sup>3</sup>/с) изменялись от 312 м<sup>3</sup>/с у с.Буран до 917 м<sup>3</sup>/с у с. Семиярское, далее они уменьшались у г.Павлодара до 880 м<sup>3</sup>/с, у с. Черлак – до 844 м<sup>3</sup>/с (таблица 2).

Максимальный расход воды в створе г.Павлодара наблюдался весной 1958 года и составлял 8300 м<sup>3</sup>/с.

Таблица 2 – Изменение среднегодовых расходов воды по длине р.Иртыш в естественных гидрологических условиях [1, 4]

| Створ        | Параметры            |                | Обеспеченность, % |      |      |     |     |     |
|--------------|----------------------|----------------|-------------------|------|------|-----|-----|-----|
|              | Q, м <sup>3</sup> /с | C <sub>v</sub> | 0,1               | 1    | 10   | 50  | 75  | 95  |
| с.Буран      | 321                  | 0,23           | 597               | 517  | 419  | 311 | 268 | 215 |
| с.Шульба     | 896                  | 0,21           | 1590              | 1390 | 1150 | 887 | 761 | 610 |
| с.Семиарское | 917                  | 0,22           | 1660              | 1450 | 1180 | 900 | 770 | 614 |
| г.Павлодар   | 880                  | 0,22           | 1600              | 1390 | 1140 | 863 | 740 | 590 |
| с.Челак      | 844                  | 0,23           | 1580              | 1360 | 1100 | 830 | 710 | 557 |

В естественных условиях формирования стока в бассейне реки имеет место крайне неравномерное распределение его объемов по сезонам года. Так, в период весеннего половодья объем стока в различных створах по длине реки составлял 58-63%, в летне-осенний период – 18-23%, в зимнюю межень – 18-20% от объема годового стока реки (таблица 3).

После строительства каскада иртышских водохранилищ в верхнем течении реки естественный гидрологический режим, а также режим твердого стока претерпели существенные изменения. В качестве особенностей внутрисезонного перераспределения стока р.Иртыш можно отметить уменьшение стока весеннего половодья и увеличение его зимней доли, что наглядно иллюстрируется данными таблице 3.

Таблица 3 – Изменение сезонного стока р.Иртыш [1, 4]

| Створ                                 | P, % | Сток по сезонам, в % от годовой величины |                     |               |
|---------------------------------------|------|--|---------------------|---------------|
|                                       |      | Весна (IV-VII)                           | Лето-осень (VIII-X) | Зима (XI-III) |
| Естественный период (1935-1958 гг.)   |      |  |                     |               |
| Семиарское                            | 3    | 60                                       | 22                  | 18            |
| Павлодар                              |      | 58                                       | 23                  | 19            |
| Семиарское                            | 50   | 63                                       | 18                  | 19            |
| Павлодар                              |      | 62                                       | 18                  | 20            |
| Семиарское                            | 95   | 60                                       | 21                  | 19            |
| Павлодар                              |      | 61                                       | 20                  | 19            |
| Зарегулированный сток (1960-2005 гг.) |      |  |                     |               |
| Семиарское                            | 3    | 57                                       | 18                  | 25            |
| Павлодар                              |      | 54                                       | 20                  | 26            |
| Семиарское                            | 50   | 52                                       | 19                  | 29            |
| Павлодар                              |      | 49                                       | 20                  | 31            |
| Семиарское                            | 95   | 52                                       | 23                  | 25            |
| Павлодар                              |      | 48                                       | 24                  | 28            |

Среднегодовое значение величины годового стока уменьшилось с 29,3 до 23,3 млрд.м<sup>3</sup>, главным образом за счет возросших потерь на испарение с поверхности водохранилищ, фильтрационных потерь и увеличением объемов водозабора в верхнем течении реки на территории Китая.

Максимальные и минимальные Иртыша по величине и продолжительности на современном уровне определяются режимом, который устанавливается «Правилами использования водных ресурсов каскада водохранилищ» [3].

С вводом в эксплуатацию в 1987 г. Шульбинского гидроузла ежегодные максимальные сбросы в нижний бьеф стали ограничиваться величиной весеннего природоохранного попуска расходом 3000-3700 м<sup>3</sup>/с в апреле-мае в течение 15-25 дней.

Попуски в нижний бьеф ШГЭС осуществляются по диспетчерским графикам регулирования [3]. В них предусмотрено, что при гарантированной отдаче, когда наполнение Бухтарминского водохранилища более 24 млрд.м<sup>3</sup>, среднесуточные сбросы ШГЭС в летне-осеннюю межень должны быть не менее 700 м<sup>3</sup>/с, а минимальные базовые – 630 м<sup>3</sup>/с.

Следует отметить, что до 2011 года фактические расходы весеннего периода и летне-осенней межени соответствовали «Правилам...» [3]. Все это обеспечивало нормальные условия затопления поймы р.Иртыш и гарантированный водозабор всех потребителей бассейна реки в целом, Павлодарской области, в частности.

Весной 2012 года в связи с экстремальными погодными условиями, связанными с морозной и малоснежной зимой в верховьях реки, а также отсутствием достаточных запасов воды в водохранилищах природоохранные попуски на реке Иртыш не проводились.

Зарегулированность стока р.Иртыш, обусловленная созданием на реке Бухтарминского, Усть-Каменогорского и Шульбинского водохранилищ, а также эксплуатацией канала Иртыш-Караганда, отразилось, в первую очередь, на величине обеспеченных расходов, а также годовой амплитуде

колебания уровней и расходов воды. В большей степени опасность представляет изменение характера внутригодового распределения стока, что со временем приводит к образованию не типичных русловых форм.

Основную опасность для работы водозаборных сооружений Аксуской ТЭС на современном уровне представляют такие факторы как: снижение стока р.Иртыш, русловая деятельность, шуго-ледовые явления и твердый сток (влекомые и взвешенные наносы).

Отмеченные обстоятельства определяют необходимость проведения соответствующих научно-исследовательских работ с целью разработки эффективных мероприятий по обеспечению надежной работы водозаборных сооружений станции.

## 2. Характеристика предприятия как объекта теплоэнергетики

### 2.1. Общие сведения о предприятии

Аккуская электрическая станция (ЭС) АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» является действующей базовой конденсационной электростанцией с установленной электрической мощностью 2450 МВт. Предприятие располагается в 19 км от областного центра г. Павлодар, расположенном на северо-востоке Республики Казахстан.

Параллельно ЭС вырабатывается некоторая часть теплоэнергии для нужд промышленных потребителей и рабочего поселка Аксу. Установленная тепловая мощность ЭС – 195 Гкал/ч. В качестве топлива используются экибастузские угли, доставляемые по железной дороге на расстояние 120 км.

Промышленная площадка ЭС расположена в 9 км к северо-западу от г. Аксу на левобережье реки Иртыш на расстоянии 1,4 км западнее основного русла реки. С юго-востока на расстоянии 2 км от промплощадки располагается рабочий поселок Аксу. Численность населения г. Аксу составляет менее 50 тыс. человек, рабочего поселка – менее 10 тыс. человек.

На расстоянии 5 км на юго-запад от ЭС расположен Аккусский завод ферросплавов – филиал АО «ТНК «Казхром».

Промплощадка ЭС связана с г. Павлодаром, г. Аксу и г. Экибастузом железными и автомобильными дорогами с асфальтовым покрытием.

Карта-схема района расположения предприятия представлена в приложении Б.

## 2.2. Характеристика системы водоснабжения и водоотведения Аксуской электростанции

Источником технического водоснабжения Аксуской ЭС является р.Иртыш, из которой вода забирается двумя водоподводящими каналами, соединяющимися перед фронтом машинного зала.

Водоснабжение ЭС АО «ЕЭК» выполнено по прямоточной системе, проект которой разработан Киевским отделением «Теплоэлектропроект» в 1959 году [5].

Система охлаждения на электрической станции служит для охлаждения и конденсации отработавшего в турбоагрегате пара. Расход воды на охлаждение пара определяется электрической нагрузкой турбоагрегата и должен обеспечивать эксплуатацию конденсационной установки в режиме экономического вакуума.

Кроме охлаждения пара в конденсаторах вода системы охлаждения используется для охлаждения масла и газа в масло- и газоохладителях турбоагрегатов, установленных параллельно конденсатору по ходу движения воды.

Насосами циркуляционной воды, охлаждающая вода подводится в конденсатор и отводится с него по двум трубопроводам. Расчетное количество охлаждающей воды, идущей на конденсатор, составляет 34805 м<sup>3</sup>/час при температуре 12°С. По ходу движения циркуляционной воды к конденсатору, через цирк. переключки циркуляционная вода поступает:

- на охладители генератора циркуляционной водой (ОГ);
- на маслоохладители турбоагрегата (МО).

На производственные нужды вода забирается бесплотинным водозабором по двум открытым подводящим каналам, длиной соответственно 4035 и 4212 м, соединяющимися между собой перед фронтом машинного зала. Канал № 1 рассчитан на пропуск 50% общего потребляемого расхода при минимальном горизонте воды в реке 107,35 м БС

и предназначен для отбора воды при высокой мутности в реке, сконцентрированной в придонных слоях; канал № 2 – на пропуск всего зимнего расхода воды.

По данным отчетной документации [5], на объединенном участке открытого подводящего канала в пристанционном узле располагаются блочные насосные станции, в каждой из которых установлено по 8 осевых насосов типа ОП5-11ОК производительностью  $Q=16920/19200\text{ м}^3/\text{час}$  с подачей воды от 4,24 до 5,34 м<sup>3</sup>/сек при напорах 7-11 м каждого; для восполнения пароводяных потерь, забор осуществляется насосами сырой воды ХВО в кол-ве 3 шт., марки 6НДВ, производительностью  $Q=250\text{ м}^3/\text{час}$ . Водоприемник оборудован вращающимися рыбозащитными сетками типа ТП-3100.

На хозяйственно-питьевые нужды забор осуществляется на насосной станции 1 подъема из подводящего канала №1., оборудованной тремя насосами марки 350Д-90Б, производительностью  $900\text{ м}^3/\text{час}$ .

Речная вода из водозаборного колодца от подводящего канала № 1 поступает на насосную станцию 1 подъема, в которой установлены два рабочих и один резервный насосы типа 350Д-90Б. Далее исходная вода проходит полную очистку на комплексе сооружений фильтровального блока (БФС), затем вода поступает на хранение в подземные резервуары чистой воды. Очищенная (хозпитьевая) вода подается в сеть для нужд потребителей АО «ЕЭК» по сети пожарно-питьевого водопровода и на собственные нужды.

Водоснабжение ЭС АО «ЕЭК» выполнено по прямоточной системе, при которой объем забранной воды на охлаждение конденсаторов равен количеству сброса теплообменных вод за минусом воды, использованной на технологические нужды, т.е. подготовку химически обессоленной воды для восполнения пароводяных потерь энергоблоков.

На электрической станции проектом предусмотрено обратное водоснабжение для транспортировки золошлаковых отходов в системе гидрозолоудаления (ГЗУ) с отстоем на золоотвале №2. Шлак из котлов,

зола из электрофильтров поступает на багерные насосные станции, которые осуществляют гидротранспорт золошлаковой пульпы на золоотвал № 2.

Система ГЗУ работает по замкнутой схеме. При этом осветленная вода возвращается для повторного её использования, для транспортировки золошлаковой пульпы.

Принятая схема технического водоснабжения Аксусуской ЭС предусматривает сброс теплообменной воды после охлаждения конденсаторов турбоагрегатов и газо-масленной системы в р.Иртыш через ее протоку, в связи с чем, в сторону северного торца станции направлены последовательно сбросные каналы от всех восьми блоков.

Отведение теплообменных вод от восьми энергоблоков ЭС осуществляется через четыре закрытых железобетонных канала, сечением 2,9х4 м, через сифонный колодец и далее через открытый отводящий канал (L-1024м) в русло протоки Старый Иртыш, длиной 26 км до слияния ее с основным руслом реки Иртыш.

Хозяйственно-бытовые сточные воды от объектов ЭС сбрасываются в сети канализации городского коммунального предприятия.

Производственные сточные воды, образующиеся от потерь с котлов, фильтров БФС (блочная фильтровальная станция), БОУ (блочная обессоливающая установка), ХВО (хим. водоочистка), промливневые стоки сбрасываются в оборотную систему ГЗУ.

Данные о водопотреблении и водоотведении предприятия за 2011-2016 гг. по данным отчета 2-ТП (водхоз) электрической станции [6] представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сведения о заборе и использовании воды из р.Иртыш ЭС АО «ЕЭК» за 2014-2016 гг.  
(согласно отчета 2-ТП-водхоз) [6]

| Год  | Код качества | Забор воды из р.Иртыш, тыс.м <sup>3</sup> | Использовано, тыс. м <sup>3</sup> |                           |                               | Передано другим потребителям, тыс.м <sup>3</sup> | Водоотведение, тыс.м <sup>3</sup> | Оборотное водоснабжение, тыс.м <sup>3</sup> |
|------|--------------|---|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------------|---|
|      |              |   | Всего                             | в том числе               |                               |  |                                   |   |
|      |              |   |                                   | на производственные нужды | на хозяйственно-бытовые нужды |  |                                   |   |
| 2011 | ВТ           | 1852987,5                                 | 1852758,6                         | 1852758,6                 | 228,9                         | 1849920  | 34980,0                           |   |
|      | ВП           | 3010,1                                    | 2486,2                            | 2486,2                    | 523,9                         | 124,892  |                                   |   |
|      | Всего        | 18755997,7                                | 1855244,8                         | 1852758,6                 | 752,9                         | 1850044,9  |                                   |   |
| 2012 | ВТ           | 1890059,4                                 | 1889964,5                         | 1889964,5                 | 94,9                          | 1889416,0  | 35943,6                           |   |
|      | ВП           | 3060,4                                    | 2623,3                            | 2623,3                    | 437,5                         | 130,407  |                                   |   |
|      | Всего        | 1893120,2                                 | 1892587,8                         | 1889964,5                 | 532,4                         | 1889546,4  |                                   |   |
| 2013 | ВТ           | 2010878,7                                 | 2010823,5                         | 2010823,5                 | 55,2                          | 2009760,0  | 34464,6                           |   |
|      | ВП           | 2656,3                                    | 2299,0                            | 2299,0                    | 357,3                         | 131,941  |                                   |   |
|      | Всего        | 2013535,0                                 | 2013122,5                         | 2010823,5                 | 412,5                         | 2009891,9  |                                   |   |
| 2014 | ВТ           | 2119442,1                                 | 2119177,7                         | 2119177,7                 | 264,4                         | 2118323,7  | 35106,8                           |   |
|      | ВП           | 2072,1                                    | 1852,6                            | 1852,6                    | 219,5                         | 135,602  |                                   |   |
|      | Всего        | 2121514,2                                 | 2121030,3                         | 2119177,7                 | 483,9                         | 2118459,3  |                                   |   |
| 2015 | ВТ           | 1882961,9                                 | 1882695,0                         | 1882695,0                 | 266,9                         | 1881902,8  | 32905,2                           |   |
|      | ВП           | 1985,9                                    | 1693,0                            | 1693,0                    | 292,9                         | 106,697  |                                   |   |
|      | Всего        | 1884947,8                                 | 1884388,0                         | 1882695,0                 | 559,8                         | 1882009,5  |                                   |   |
| 2016 | ВТ           | 1789147,5                                 | 1788905,9                         | 1788905,9                 | 241,6                         | 1778171,4  | 31149,8                           |   |
|      | ВП           | 2216,8                                    | 1948,3                            | 1948,3                    | 268,5                         | 112,473  |                                   |   |
|      | Всего        | 1791364,3                                 | 1790854,2                         | 1788905,9                 | 510,1                         | 1778283,9  |                                   |   |

Циркуляционная вода, после охлаждения конденсатора и газо-масленной системы сбрасывается в закрытый железобетонный канал и далее в открытый отводящий канал.

Расход охлаждающей воды для одного маслоохладителя МО-50-75 по проектным данным составляет 300 м<sup>3</sup>/час. Суммарный расход охлаждающей воды при работе 8 блоков составляет 9133,1 м<sup>3</sup>/час или 80,006 млн. м<sup>3</sup>/год.

Таким образом, для охлаждения конденсаторов турбин используется около 96% поступающей на станцию технической воды. Максимальный расход воды на масло- и газоохладители составляет около 4% от объема используемой технической воды (таблица 4).

Система охлаждения электрической станции прямоточная, при этом расход охлаждающей воды, определенный по подаче циркуляционных насосов, как правило, включает расход воды на вспомогательное оборудование (масло- и газоохладители).

Расход охлаждающей воды для электростанции, установленный при разработке индивидуальных норм водопотребления и водоотведения для максимальной нагрузки станции составляет 272000 м<sup>3</sup>/час.

Фактический объем охлаждающей воды за 2016 год по данным предприятия составляет 1778905,9 тыс м<sup>3</sup>/год или 203071,4 м<sup>3</sup>/час.

### 2.3. Характеристика системы мониторинга поверхностных вод ЭС АО «ЕЭК»

Производственный мониторинг, являющийся составной частью экологического контроля окружающей среды, организуется на предприятиях, организациях и других хозяйствующих субъектах в соответствии со статьей 131 Экологического кодекса РК [7].

Система производственного мониторинга окружающей среды ориентирована на организацию наблюдений, сбора данных, проведение

анализа, оценку воздействия на состояние окружающей среды с целью принятия своевременных мер по предотвращению, сокращению и ликвидации загрязняющего воздействия данного предприятия на окружающую среду.

Программой производственного мониторинга ЭС АО «ЕЭК» предусмотрены следующие виды наблюдений за состоянием водных ресурсов и сбросом сточных вод в зоне влияния предприятия [8]:

- контроль за качественным состоянием и температурой речных вод в подводящем канале станции;
- контроль за количественным и качественным составом и температурой теплообменных вод в сбросном канале;
- контроль за качественным составом и температурой теплообменных вод в контрольном створе протоки Старый Иртыш;

Схема расположения контрольных створов наблюдения за качеством и температурным режимом исходной воды р.Иртыш в подводящем канале электрической станции теплообменных вод в сбросном канале и контрольном створе протоки Старый Иртыш приведена на рисунке 1.

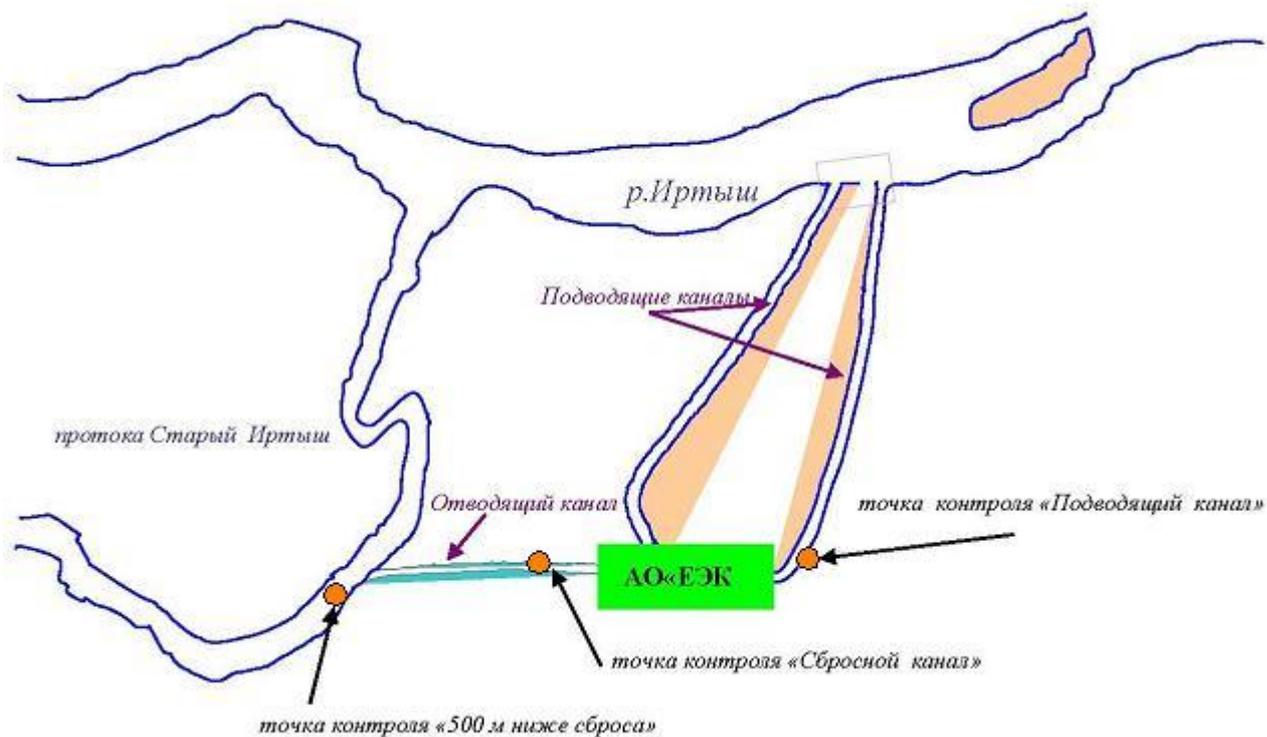


Рисунок 1 – Схема расположения контрольных точек наблюдения за качеством и температурным режимом исходной и теплообменной воды

Отбор проб воды в контрольных точках, а также лабораторные исследования качественного состава поверхностных вод, проводит аккредитованная лаборатория химического цеха с периодичностью 1 раз в месяц.

Отбор проб, их хранение, транспортировка и подготовка к анализу осуществлялись в соответствии с утверждёнными стандартами.

Температура исходной воды в подводящем канале измеряется поверенным термометром перед блоком фильтровальной станции во время отбора проб исходной воды на химический анализ в соответствии с графиком лабораторного контроля.

### 3. Химический состав вод р. Иртыш до сброса сточных вод электрической станцией АО «ЕЭК»

Исследования химического состава вод р. Иртыш до сброса сточных вод электрической станцией АО «ЕЭК» проводились в рамках режимных наблюдений по сети РГП «Казгидромет» начиная с 2000 г.

Для получения более полной информации о химическом составе и качестве вод бассейна р. Иртыш была использована информация, опубликованная в монографиях, справочниках и ежегодниках РГП «Казгидромет» [4, 9, 10, 11], а также материалах специальных исследований, представленных в литературных источниках [12-19, 20, 21, 22] и включала данные по содержанию макрокомпонентов меди, цинка, свинца, кадмию, никеля, нитратов, нитритов, аммоний, СПАВ и нефтепродуктам.

Особенности современного химического состава вод р. Иртыш оценивались по содержанию в природных водах компонентов, условно разделенных на несколько групп: главные ионы или макрокомпоненты с включением обобщенных показателей (минерализация, общая жесткость рН), микроэлементы, биогенные вещества, органические вещества [23].

Обобщенные данные по составу и концентрации исследуемых компонентов приведены в таблицах 5 и 6, на основе которых дана характеристика и анализ особенностей гидрохимического режима поверхностных вод реки Иртыш.

В данном разделе исследуется химический состав вод р. Иртыш участка от начала ее протекания на территории Республики Казахстан до исследуемого предприятия.

Данные по показателям приводятся в порядке расположения створов от с. Буран до г. Павлодара.

### 3.1. Обобщенные показатели

Минерализация вод р.Иртыш в ее верховьях (р.Черный Иртыш-с.Буран) в течение года колеблется в пределах 38,9-132,1 мг/л, причем наименьшая минерализация соответствует периоду половодья. Водосбор верхнего течения реки Иртыш расположен на незасоленных и слабозасоленных почво-грунтах, чем и можно объяснить небольшую минерализацию реки. Цветность воды колеблется в пределах 0-50<sup>0</sup> (по шкале цветности), рН изменяется от 6,6 до 7,4. Вода во все периоды года мягкая (0,43-3,28 мг-экв/л), а в период половодья становится очень мягкой [4, 11].

Вниз по течению реки минерализация воды увеличивается, хотя и незначительно и в створе у с.Камышенка она изменяется в пределах 83-223 мг/л. Такое положение можно объяснить тем, что выше по течению в Иртыш впадают такие притоки, как р.Кальджир (с.Черняевка) с минерализацией 274-670 мг/л; р.Бол.Буконь (с.Джумба) с минерализацией 99,7-242,5 мг/л; р.Курчум (с.Воснесенское) с минерализацией 59,1-238,8 мг/л. Жесткость воды на этом участке реки не велика, вода мягкая, в период половодья очень мягкая (0,70-2,53 мг-экв/л). Цветность воды наибольшего значения достигает в период половодья – до 40<sup>0</sup>, в течение года она изменяется от 5 до 40<sup>0</sup>.

В замыкающем створе водосбора реки (с.Шульба) вода имеет наибольшую минерализацию (64,9-237,9 мг/л). Почти по всей длине реки водосбор ее располагается на незасоленных и слабозасоленных почвах, поэтому увеличение минерализации воды реки может быть вызвано за счет притоков, впадающих в р.Иртыш. Все они имеют значительно большую минерализацию в течение года, чем река Иртыш в створе с.Шульба, что и вызывают повышение минерализации воды р.Иртыша на данном участке реки. Вода в реке мягкая, в период половодья очень мягкая (0,70-3,19 мг-экв/л). Цветность воды на этом участке реки достигает в период половодья – до 60<sup>0</sup>, в течение года она изменяется от 0<sup>0</sup> до 40<sup>0</sup> [4, 10].

В районе г.Павлодара минерализация воды в реке изменяется в пределах 114-158 мг/л. Вода на этом участке реки мягкая в течение всего года (1,5-2,15 мг-экв/л). Цветность воды колеблется в пределах 0-60<sup>0</sup>. Перманганатная окисляемость в течение года изменяется от 3,2 до 5,7 мгО/л, составляя в среднем 4,7 мгО/л.

### 3.2 Макрокомпоненты

В течение всего года вода по всей длине реки имеет гидрокарбонатно-кальциевый состав с преобладанием анионов  $\text{HCO}_3^-$  (22,1-40,9% экв) и катионов  $\text{Ca}^{2+}$  (21,8-41,5% экв).

Предельные и средние содержания компонентов воды р. Иртыш на современном уровне, заимствованные из «Ежегодника качества поверхностных и морских вод на территории Республики Казахстан за период 1985-1996 гг.», представлены в таблице 5.

Показатели макрокомпонентного состава воды на начальном участке реки не превышают допустимых концентраций. Так, содержание сульфатов колеблется в пределах 18,8-23,1 мг/дм<sup>3</sup>, составляя в среднем 20,3 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов, соответственно – 2,8-7,2 мг/дм<sup>3</sup>, при средних значениях 4,7 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание кальция в верхнем участке Иртыша изменяется в пределах 17,9-30,9 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем составляя 24,4 мг/дм<sup>3</sup>, для магния эти показатели изменяются в пределах 3,5-6,5 мг/дм<sup>3</sup>, при средних значениях 4,7 мг/дм<sup>3</sup>.

В районе г.Усть-Каменогорска и ниже по течению под влиянием сбросов сточных вод предприятий в р.Иртыш и ее притоки (рр.Уба, Глубочанка, Красноярка, Ульба) уровни загрязненности реки по отдельным показателям значительно возрастают. Так, в районе п.Первомайка, где контролируется влияние сбросов сточных вод Иртышского химико-металлургического комбината, показатели содержания сульфатов колеблется в пределах 25,4-33,6 мг/дм<sup>3</sup>, составляя в среднем 23,9 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов,

соответственно – 5,1-15,8 мг/дм<sup>3</sup>, при средних значениях 10,9 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание кальция на этом участке реки изменяется в пределах 23,7-29,7 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем составляя 27,5 мг/дм<sup>3</sup>, для магния эти показатели изменяются в пределах 5,6-6,9 мг/дм<sup>3</sup>, при средних значениях 6,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Ниже по течению реки в створе у г.Семипалатинска и на границе с Павлодарской областью у с.Семиарское среднегодовые концентрации сульфатов колеблются в пределах 16,4-29,3 мг/дм<sup>3</sup>, составляя в среднем 23,2 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов, соответственно – 4,6-7,9 мг/дм<sup>3</sup>, при средних значениях 6,6 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание кальция на этом участке реки изменяется в пределах 19,6-29,4 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем составляя 24,5 мг/дм<sup>3</sup>, для магния эти показатели изменяются в пределах 4,5-7,5 мг/дм<sup>3</sup>, при средних значениях 5,9 мг/дм<sup>3</sup>.

Минимальные и максимальные концентрации сульфатов на участке реки в районе г.Павлодара колеблются в пределах 19,5-24,6 мг/дм<sup>3</sup>, составляя в среднем 21,8 мг/дм<sup>3</sup>; хлоридов, соответственно – 4,6-8,2 мг/дм<sup>3</sup>, при средних значениях 6,0 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание кальция на этом участке реки изменяется в пределах 24,2-29,5 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем составляя 26,6 мг/дм<sup>3</sup>, для магния эти показатели изменяются в пределах 3,5-5,6 мг/дм<sup>3</sup>, при средних значениях 4,4 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблица 5 – Предельные и средние концентрации компонентов состава вод по длине р. Иртыш за 1985-1996 гг., (мг/дм<sup>3</sup>) [10]

| Показатели       | ПДК,<br>мг/дм <sup>3</sup> | р. Черный Иртыш<br>-с. Буран | с. Первомайка     | г. Семипалатинск  | г. Павлодар       |
|------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Кальций          | 180                        | 17,9-30,9/24,4               | 23,7-29,7/27,6    | 19,6-29,4/24,5    | 24,2-29,5/26,6    |
| Магний           | 40                         | 3,5-6,7/4,7                  | 5,6-6,9/6,1       | 4,5-7,5/5,9       | 3,5-5,6/4,4       |
| Сульфаты         | 100                        | 18,8-23,1/20,3               | 25,4-33,6/23,9    | 16,4-29,3/23,2    | 19,5-24,6/21,8    |
| Хлориды          | 300                        | 2,8-7,2/4,7                  | 5,1-15,8/10,9     | 4,6-7,9/6,6       | 4,6-8,2/6,0       |
| Нитраты          | 9,1                        | 0,12-0,45/0,32               | 0,23/0,56/0,45    | 0,13-0,59/0,29    | 0,11-0,58/0,28    |
| Нитриты          | 0,02                       | 0,0-0,016/0,01               | 0,009-0,019/0,014 | 0,007-0,024/0,015 | 0,012-0,023/0,019 |
| Железо           | 0,1                        | 0,17-0,38/0,28               | 0,12-0,84/0,38    | 0,12-0,26/0,19    | 0,20-0,28/0,24    |
| Азот аммонийный  | 0,39                       | 0,058-0,145/0,093            | 0,085-0,184/0,12  | 0,047-0,27/0,13   | 0,06-0,22/0,15    |
| БПК <sub>5</sub> | 3,0                        | 1,25-1,79/1,51               | 2,01-+3,40/2,67   | 1,6-5,9/3,77      | 1,61-3,40/2,38    |
| Нефтепродукты    | 0,05                       | 0,15-0,23/0,20               | 0,14-0,2/0,18     | 0,15-0,73/0,35    | 0,21-0,35/0,27    |
| СПАВ             | 0,5                        | 0,023-0,13/0,062             | 0,015-0,05/0,028  | 0,017-0,033/0,023 | 0,019-0,032/0,023 |
| Медь             | 0,001                      | 0,002-0,006/0,0047           | 0,008-0,07/0,03   | 0,003-0,008/0,005 | 0,004-0,006/0,005 |
| Цинк             | 0,01                       | 0,008-0,014/0,01             | 0,016-0,027/0,021 | 0,015-0,018/0,016 | 0,011-0,013/0,012 |

Показатели качества по длине р.Иртыш от г.Усть-Каменогорска до г.Аксу, полученные казахстанско-французскими специалистами при выполнении работ по проекту FASEP «Улучшение качества воды реки Иртыш» осенью 1999 года, приведены в таблице 6 [13].

Таблица 6 – Данные качества воды р.Иртыш в осенний период 1999 года [13]

| Показатели качества | Ниже г.У-Каменогорска | Выше г.Семипалатинска | Ниже г.Семипалатинска | Выше г.Аксу | Ниже г.Аксу |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-------------|
| Кальций             | 20,6                  | 28,9                  | 39,2                  | 28,6        | 28,9        |
| Магний              | 6,0                   | 6,0                   | 8,8                   | 6,2         | 7,6         |
| Натрий              | 8,8                   | 10,0                  | 23,6                  | 12,8        | 12,1        |
| Калий               | 1,3                   | 1,3                   | 1,6                   | 1,6         | 1,7         |
| Хлориды             | 10,4                  | 10,4                  | 27,8                  | 6,2         | 12,2        |
| Сульфаты            | 18,9                  | 23,9                  | 67,6                  | 26,9        | 39,6        |
| Гидрокарбонаты      | 79,3                  | 91,6                  | 109,8                 | 104,0       | 97,6        |
| Нитраты             | 1,11                  | 0,44                  | 4,21                  | <0,1        | 0,6         |
| Нитриты             | <0,01                 | <0,01                 | <0,01                 | <0,01       | <0,01       |
| Азот аммонийный     | <0,1                  | <0,1                  | <0,1                  | <0,1        | <0,1        |
| Кремний             | 6,18                  | 1,16                  | 6,14                  | 0,9         | 1,06        |
| Фтор                | 0,6                   | 0,47                  | 0,46                  | 0,2         | 0,44        |
| Бром                | <0,2                  | 0,2                   | 0,2                   | 0,044       | -           |
| Алюминий            | <0,006                | -                     | -                     | <0,0001     | <0,005      |
| Железо              | <0,04                 | <0,04                 | <0,04                 | 0,6         | <0,04       |
| Марганец            | <0,2                  | <0,2                  | <0,2                  | <0,02       | <0,2        |
| Титан               | 0,0002                | 0,0001                | 0,0012                | отс.        | 0,0001      |
| Цинк                | <0,0001               | <0,0001               | <0,0001               | отс.        | <0,0001     |
| Никель              | 0,036                 | 0,006                 | 0,006                 | <0,006      | 0,003       |
| Медь                | <0,004                | <0,004                | 0,006                 | <0,005      | <0,004      |
| Свинец              | 0,0025                | 0,003                 | <0,004                | <0,002      | 0,008       |
| Мышьяк              | 0,026                 | 0,02                  | <0,024                | <0,002      | 0,027       |
| Кадмий              | 0,1                   | <0,01                 | <0,01                 | <0,01       | <0,01       |
| Кобальт             | 0,006                 | <0,0025               | <0,0025               | <0,02       | <0,02       |
| Молибден            | <0,026                | <0,026                | <0,026                | <0,026      | <0,026      |
| Фенолы              | 0,0006                | 0,0004                | 0,002                 | отс.        | отс.        |
| Минерализация       | -                     | 220                   | 170                   | 148         | 140         |

Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод о том, что основными загрязняющими веществами в поверхностных водах р.Иртыш

являются ранее отмеченные загрязняющие вещества, т.е. нефтепродукты, медь, цинк, марганец.

### 3.3. Микрокомпоненты

Как показывает анализ литературных источников [12, 14, 15, 20, 21], основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод в бассейне р.Иртыш связаны с деятельностью горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, в первую очередь это брошенные и не выведенные из эксплуатации рудники и шахты, обнаженные поверхности горных выработок, отвалы, хвостохранилища обогатительных фабрик, отвальные продукты и стоки металлургических, химико-металлургических, химических, теплоэнергетических и машиностроительных предприятий.

Загрязнение речных вод коммунально-бытовыми стоками связано с недостаточной мощностью очистных сооружений и слабой эффективностью очистки в городах Усть-Каменогорске, Семипалатинске, Павлодаре, а также в других городах и поселках.

Как установлено многолетними исследованиями Семипалатинского университета «Семей», выполненными под руководством Панина М.С. [12], среднее содержание тяжелых металлов в р.Иртыш от ее верхнего течения (фоновый уровень в незагрязненных районах – ст.Буран) до с.Бобровское на расстоянии 1715 км изменяется в широких пределах: марганца, меди, цинка, молибдена – в 3,2-3,4 раза, кадмия – в 6,0-6,1 раза, свинца – в 7,6 раза и хрома – в 14,2 раза [12].

Среднее многолетнее содержание растворимых форм тяжелых металлов в воде реки Иртыш и в 25-ти ее крупных притоках по данным Семипалатинского университета «Семей» представлены в таблице 7.

В числителе представлены предельные величины элементов, в знаменателе – средние за период.

Таблица 7 – Статистические характеристики распределения тяжелых металлов (мкг/л) в воде р. Иртыш и ее притоках [12]

| Элемент | Речные бассейны |                |                |                     |
|---------|-----------------|----------------|----------------|---------------------|
|         | Река Иртыш      | Правые притоки | Левые притоки  | Среднее по бассейну |
| Mn      | 7-130/37,2      | 5,8-245/46,2   | 2,1-56,3/15,9  | 2,1-245/33,1        |
| Cu      | 2-105/23,5      | 2-5040/120,7   | 1,6-192,3/11,6 | 1,6-5040/51,9       |
| Zn      | 1-305/41,4      | 2,0-4000/184,0 | 1,7-96,3/16,0  | 1-4000/80,5         |
| Co      | 0,1-9,9/1,92    | 0,2-16,7/2,87  | сл.-3,94/0,77  | сл.-16,7/1,85       |
| Mo      | 2,1-28,7/8,7    | 2,4-58,4/12,6  | 2,1-30,4/8,6   | 2,1-58,4/10,0       |
| Pb      | 1-96/16,5       | 1,8-602,8/23,6 | 0,6-13,8/2,9   | 1,0-602,8/14,4      |
| Cd      | 0,02-7,5/0,72   | 0,2-84,3/6,6   | сл.-2,82/0,61  | сл.-84,3/2,64       |
| Cr      | сл.-89/8,1      | 0,4-16,9/5,0   | 0,3-13,7/2,5   | сл.-89,0/5,2        |

В правобережных притоках реки Иртыш концентрации тяжелых металлов резко отличаются от их содержания в левобережных притоках: марганца – в 2,9 раза, меди – в 10,4 раза, цинка – в 11,5 раза, кобальта – в 3,7 раза, молибдена – в 1,5 раза, свинца – в 8,1 раза, кадмия – в 10,8 раза и хрома – в 2 раза.

В заключение хотелось бы отметить, что на территории Павлодарской части бассейна река Иртыш практически не имеет притоков и загрязнение речной воды вниз по течению, в целом, ослабевает, благодаря ассимилирующей роли реки и отсутствию мощных источников загрязнения, характерных для верхней части бассейна.

### 3.4. Биогенные вещества

Известно, что качество природных вод характеризуется и наличием в них биогенных веществ [4, 10, 11, 23, 24, 25].

К биогенным веществам относятся фосфорные, нитратные, нитритные ионы и ионы аммиака. Кроме соединений азота и фосфора в группу биогенных веществ входят соединения железа и кремния.

В поверхностных водах по длине реки Иртыш содержание нитратов и нитритов имеют незначительные концентрации, как правило, не

превышающих нормативов ПДК. Содержание нитритов в течение года изменяется в пределах 0,003-0,024 мг/дм<sup>3</sup>, незначительно понижаясь в половодье. Содержание нитратов в период половодья достигает величин 0,10-5,0 мг/дм<sup>3</sup>, снижаясь в летне-осеннюю межень до 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

По данным «Ежегодника качества поверхностных и морских вод за 1985-1996 гг.» [10], содержание аммонийного азота в верхнем створе р.Иртыш изменяется в пределах 0,058-0,145 мг/дм<sup>3</sup>, достигая в среднем 0,093 мг/дм<sup>3</sup> (таблица 5). В створе у с.Первомайка содержание аммонийного азота изменяется в пределах 0,085-0,184 мг/дм<sup>3</sup>, при средних значениях 0,12 мг/дм<sup>3</sup>

Ниже по течению в районе городов Семипалатинск и Павлодар содержание аммонийного азота в речных водах увеличивается и изменяется в пределах 0,047-0,28 мг/дм<sup>3</sup>, составляя в среднем от 0,19 мг/дм<sup>3</sup> у г.Семипалатинска до 0,24 мг/дм<sup>3</sup> у г.Павлодара.

Анализируя данные таблиц 5-6, можно говорить о незначительном изменении нитритов и аммонийного азота как по длине реки, так и сезонам года. Для нитратов такой тенденции не прослеживается. Как правило, имеет место существенное увеличение их концентрации в створах, расположенных ниже крупных городов.

Органический растворенный фосфор является составной частью сложных органических соединений. Соединения фосфора, так же как и нитраты, являются продуктом жизнедеятельности для развивающегося здесь фитопланктона.

Содержание фосфатов в поверхностных водах реки Иртыш колеблется в пределах 0,003-0,090 мг/дм<sup>3</sup>, при этом повышенное их содержание приходится главным образом на период половодья и летне-осеннюю межень [4, 11].

Железо присутствует в поверхностных водах Иртыша в течение всего года и изменяется в соответствии с данными таблицы 2.1 от 0,12 до 0,84 мг/дм<sup>3</sup> [10].

Как видно, в верхней части бассейна в фоновом створе р.Иртыш концентрация железа изменяется в пределах 0,17-0,28 мг/дм<sup>3</sup>, составляя в среднем 0,28 мг/дм<sup>3</sup>. В створе у с.Первомайка концентрация железа в реке увеличивается до 0,12-0,84 мг/дм<sup>3</sup>, что можно объяснить исключительно сбросом производственных сточных вод промышленных предприятий.

Ниже по течению реки в районе гг. Семипалатинск и Павлодар концентрации железа в речных водах не превышают аналогичных значений в фоновом створе верховьев реки.

Из минеральных соединений необходимо отметить кремниевую кислоту и производные от нее ионы. Характерных изменений содержания кремния по сезонам года в поверхностных водах исследуемого бассейна реки не наблюдается, в течение года величины кремния изменяются в пределах от 2 до 7 мг/дм<sup>3</sup> [21].

### 3.5. Органические вещества

Органическое вещество в речных водах присутствует в виде смываемых с почв и болот веществ гумусового происхождения и в виде продуктов распада других различных органических веществ. О содержании в реках органического вещества, образовавшегося из растительного гумуса можно судить по величине *окисляемости*. Величина окисляемости воды характеризует содержание в воде веществ, способных окисляться.

Окисляемость является очень удобным комплексным параметром, позволяющим оценить общее загрязнение воды органическими веществами.

Поверхностные воды имеют более высокую окисляемость, а значит, в них содержатся высокие концентрации органических веществ по сравнению с подземными водами. Так, горные реки и озера характеризуются окисляемостью 2-3 мг O<sub>2</sub>/л, реки равнинные – 5-12 мг O<sub>2</sub>/л, реки с болотным питанием – десятки миллиграммов на 1 л.

Величина окисляемости в речных водах весьма разнообразна. В соответствии с классификацией, предложенной О.А. Алекиным, речные воды можно подразделить примерно по следующим градациям величин окисляемости [11]:

*Очень малая* - до 2 мг О/л;

*Малая* - 2-5 мг О/л;

*Средняя* - 5-10 мг О/л;

*Повышенная* - 10-20 мг О/л;

*Высокая* - 20-30 мг О/л;

*Очень высокая* - свыше 30 мг О/л.

По имеющейся информации [4, 9, 10], количество органического вещества в воде реки Иртыш и ее притоках в условиях естественного режима формирования стока в течение года колеблется в пределах 3,7-6,9 мг О/л практически не изменяется. Лишь в период половодья перманганатная окисляемость увеличивается и изменяется в пределах 4,6-13,6 мг О/л. В зимний период окисляемость воды изменяется в пределах 4,4-5,2 мг О/л, в летне-осеннюю межень она составляет в среднем 3,7-6,9 мг О/л и редко повышается до 8-14 мг О/л.

Цветность воды по данным выше указанных источников для реки Иртыш и ее притоков имеет наиболее повышенные значения в период половодья, достигая 20-90°. В летне-осеннюю межень она снижается до 0-40°, а в период зимней межени – до 0-25° [4, 11].

Изложенное выше позволяет говорить о том, что вода реки Иртыш по величине *перманганатной окисляемости* и цветности относится к водоемам с малым или средним содержанием органических веществ.

*Нефтепродукты* относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих природные воды. Большие количества нефтепродуктов поступают в поверхностные воды Иртыша при эксплуатации маломерного флота, со сточными водами промышленных предприятий, с хозяйственно-бытовыми сточными водами. В результате

процессов испарения, сорбции, биохимического и химического окисления концентрация нефтепродуктов в воде может существенно снижаться, при этом значительным изменениям может подвергаться их химический состав.

### 3.6. Классификация воды р. Иртыш по степени загрязнения по результатам ИЗВ

В настоящее время для проведения комплексной оценки загрязненности поверхностных вод официально утверждены и рекомендованы методические указания, разработанные Гидрохимическим институтом Росгидромета (ГХИ), утвержденные и введенные в действие с 1988 г. [26].

Оценка качества поверхностных вод в системе РГП «Казгидромет» производится исходя из основных общепринятых критериев качества вод по гидрохимическим показателям, которыми являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ, для тех или иных целей водопользования, регламентированных Санитарно-эпидемиологическими требованиями [24, 27].

Уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине индекса загрязненности воды (ИЗВ), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод (таблица 8).

Таблица 8 – Критерии качества поверхностных вод по величине ИЗВ

| Класс качества | Характеристика качества воды | Величина ИЗВ |
|----------------|------------------------------|--------------|
| 1              | Очень чистая                 | < 0,3        |
| 2              | Чистая                       | 0,3-1,0      |
| 3              | Умеренно загрязненная        | 1,0-2,5      |
| 4              | Загрязненная                 | 2,5-4        |
| 5              | Грязная                      | 4-6          |
| 6              | Очень грязная                | 6-10         |
| 7              | Чрезвычайно грязная          | >10          |

График изменения индекса загрязнения воды для рек бассейна реки Иртыш, построенный автором по опубликованным материалам ИЗВ за период 2009-2017 гг., приведены на рисунке 2.

Один из самых широко применяемых методов оценки загрязнения пресных вод – метод биотических индексов Вудивисса [28].

Биотический индекс Вудивисса используется во всем мире для определения качества воды в водотоках по структурным характеристикам зообентоса (донных организмов). Индекс учитывает общее разнообразие населяющих водоем донных беспозвоночных и наличие в нем организмов, принадлежащих к индикаторным группам.

Для водотоков бассейна Верхнего Иртыша Кушниковой Л.Б. впервые был модифицирован этот биотический индекс [29] и произведена комплексная оценка качества поверхностных вод водотоков бассейна Верхнего Иртыша по гидрохимическим и гидробиологическим показателям за многолетний период [30]. Использование ИЗВ критикуется многими авторами, однако в период 1991- 2007 гг. он был основной, при оценке качества воды по гидрохимическим показателям. Коэффициент корреляции между средними значениями ИЗВ и биотического индекса Вудивисса составил в среднем – 0,3.

Годовая динамика средних значений биотического индекса (БИ) и индекса загрязнения воды (ИЗВ) по створам р. Иртыш, расположенным по течению (1-5) в 2001-2007 гг. представлена на рисунке 5. Установлено, что минимальному значению БИ соответствует максимальное значение ИЗВ, что согласуется с оценкой качества воды. В той воде, которая наиболее загрязнена, макрозообентос находится в состоянии угнетения, либо вовсе исчезают отдельные виды.

Таким образом, оценка качества поверхностных вод, проведенная параллельно по гидрохимическим и гидробиологическим методам, показала, что оба метода имеют право на существование, дополняют друг друга и должны использоваться при комплексной оценке.

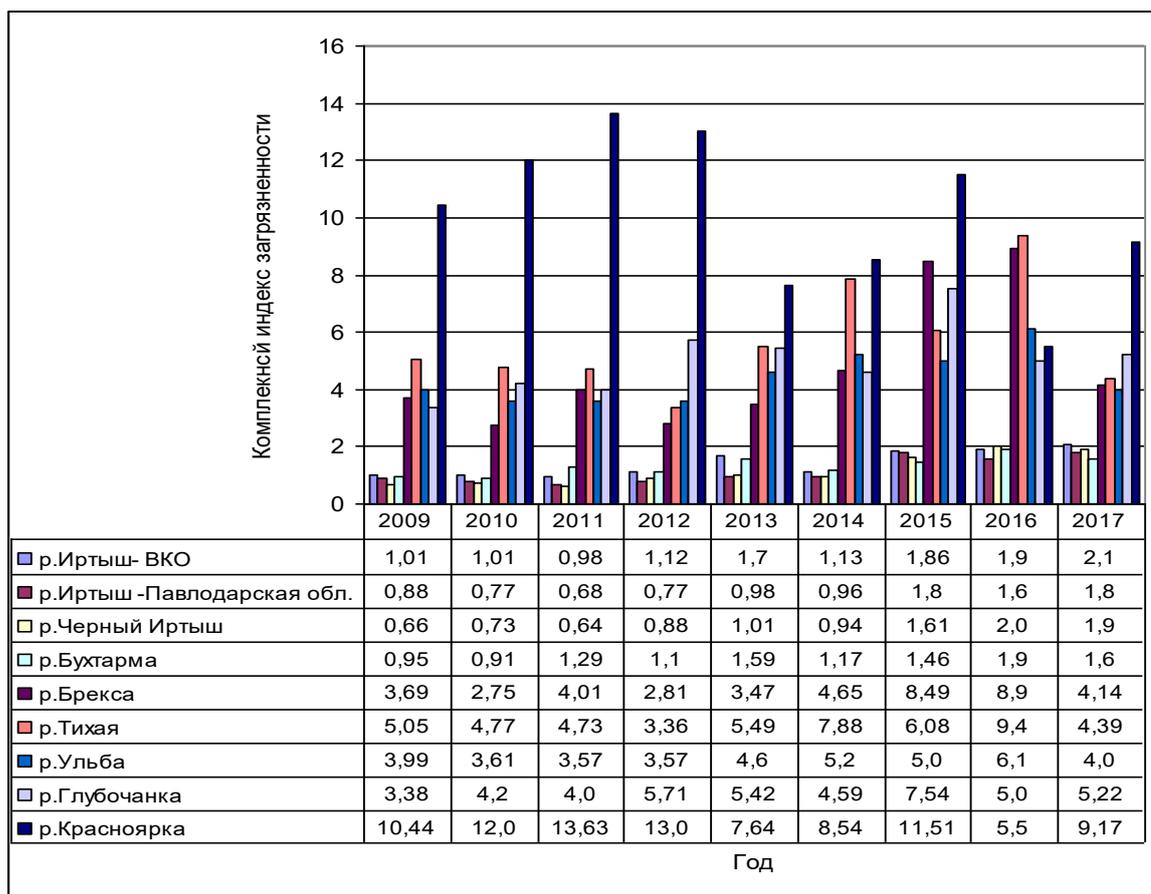


Рисунок 2 – Динамика изменения индекса загрязненности воды рек бассейна р.Иртыш за 2009-2017 гг.

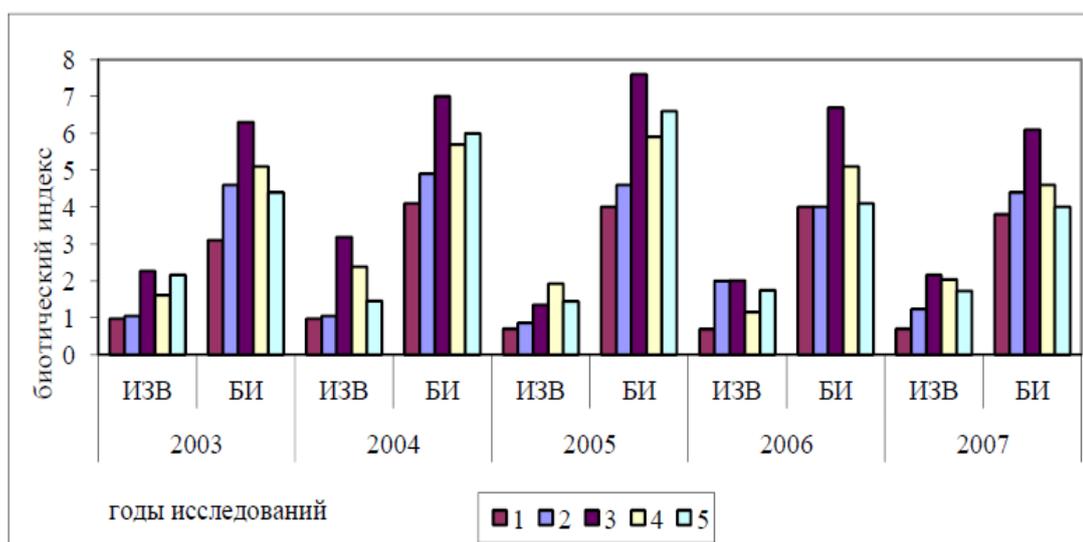


Рисунок 3 – Годовая динамика средних значений биотического индекса (БИ) и индекса загрязнения воды (ИЗВ) на створах р. Иртыш по течению (1-5) в 2001-2007 гг., ось ординат – средние значения биотического индекса.

#### 4. Химический состав и качество вод р. Иртыш на участке сброса сточных вод Аксуской теплоэлектростанцией

##### 4.1 Химический состав

Химический состав вод р. Иртыш на участке сброса сточных вод Аксуской электростанцией изучен по материалам исследований теплообменных вод станции АО «ЕЭК», полученных в 2014-2016 гг. научными и проектными организациями, а также данным ведомственного и государственного контроля [16, 17, 20, 21, 31, 32]. Наблюдения за составом исходной воды проводились в подводящем канале, а за водами сточными в контрольном створе сбросного канала электрической станции АО «ЕЭК». Обобщенные данные по составу этих вод представлены в таблицах 10-12.

##### 4.1.1. Химический состав вод в подводящем канале

Воды р. Иртыш в подводящем канале являются пресными со средней минерализацией 71,5 мг/л, мягкими по показателю общей жесткости 1,78 °Ж, нейтральными (рН=7,5..8,29), с температурой от 1,5 до 28,2 0С. Количество взвешенных веществ в исследуемых водах изменяются от 8 до 220 мг/л.

*Макрокомпоненты.* В водах реки Иртыш в значимых количествах присутствует сульфат-ион. Его среднее содержание в этих водах колеблется от 24 до 49 мг/л. Отмеченный уровень содержания данного компонента наблюдается на протяжении всего участка наблюдений с увеличением концентрации после г. Семей.

Содержание в водах хлорид-ионов невелико и варьируется от 3,4 до 10,8 мг/л со средним содержанием 6,16 мг/л.

Кальций в исходной воде содержится в среднем в количестве 27,4 мг/л. Концентрация магния в подводящем канале колеблется от 2 до 7,2 мг/л.

*Органические вещества.* Аммонийный азот в исследуемых водах колеблется от 0,1 до 0,4 мг/л. Минимальное и максимальное содержание нитратов равно 0,03 и 0,86 мг/л соответственно. Среднее содержание нитритов в воде 0,011 мг/л. Концентрация нефтепродуктов в подводящем канале от 0,005 до 0,07 мг/л. Среднее содержание СПАВ в водах менее 0,025 мг/л.

*Микрокомпоненты.* Содержание меди варьируется от 0,001 до 0,003 мг/л. Цинк содержится в количестве от 0,01 до 0,025 мг/л. Концентрация марганца в воде изменяется от 0,003 до 0,028 мг/л. Железо содержится в количестве от 0,02 до 0,196 мг/л.

#### 4.1.2. Химический состав поверхностных вод в контрольном створе

Воды р. Иртыш в контрольном створе сбросного канала являются пресными со средней минерализацией 7,2 мг/л, мягкими по показателю общей жесткости 1,83 °Ж, нейтральными (рН=7,47..8,18), с температурой от 6 до 28,0 °С. Взвешенные вещества в исследуемых водах изменяются от 6,9 до 72 мг/л.

*Макрокомпоненты.* В водах реки Иртыш в значимых количествах присутствует сульфат-ион. Его среднее содержание в этих водах колеблется от 24 до 57 мг/л. Содержание в водах хлорид-ионов невелико и варьируется от 3,4 до 10,9 мг/л со средним содержанием 6,69 мг/л. Кальций в исходной воде содержится в среднем в количестве 27,7 мг/л. Концентрация магния в сбросном канале колеблется от 3 до 7,8 мг/л.

*Органические вещества.* Аммонийный азот в исследуемых водах колеблется от 0,085 до 0,379 мг/л. Минимальное и максимальное содержание нитратов равно 0,048 и 0,88 мг/л соответственно. Содержание нитритов в воде изменяется от 0,003 до 0,19 мг/л. Концентрация нефтепродуктов в сбросном канале от 0,005 до 0,074 мг/л. Среднее содержание СПАВ в водах <0,025 мг/л.

Микрокомпоненты. Содержание меди варьируется от 0,001 до 0,016мг/л. Цинк содержится в количестве от 0,011 до 0,035мг/л. Концентрация марганца в воде изменяется от 0,006 до 0,025мг/л. Железо содержится в количестве от 0,017 до 0,17мг/л.

#### 4.1.3. Сравнительный анализ результатов химического анализа вод в подводящем и сбросном каналах

Для установления влияния Аксуской электрической станции проведен сравнительный анализ данных по содержанию компонентов, представленных в таблицах 9-11. Анализ представленных данных показал, что содержание компонентов исходной воды в подводящем канале и в контрольном створе сбросного канала электрической станции АО «ЕЭК» достаточно близко. Определяющий вывод выполненного анализа материалов наблюдений за прошлые годы заключается в том, что теплообменные воды после завершения технологического цикла в системе охлаждения станции возвращаются в р.Иртыш без изменения своего химического состава.

Выполненное сравнение показателей качественного состава исходной воды и сбросных теплообменных вод в контрольном створе сбросного канала как для годовых величин (табл.11), так и для среднемесячных величин (табл.12-14), позволяет говорить о незначительной разнице показателей качества исходной и сбросной воды по всем исследуемым ингредиентам. Как правило, разница в результатах показателей качества сбросной воды, выраженная в % от показателей качества исходной воды, находится в пределах норм погрешности метода анализа сравниваемых показателей, установленных Межгосударственным стандартом [33].

Таблица 9 – Предельные и средние значения химического состава воды в подводящем канале ЭС АО «ЕЭК» за 2014-2016гг. [34]

| Показатели                       | 2014 год         |              |        | 2015 год |        |        | 2016 год |        |        | За период 2014-2016гг. |        |        |
|----------------------------------|------------------|--------------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|------------------------|--------|--------|
|                                  | Содержание, мг/л |              |        |          |        |        |          |        |        | мин.                   | макс.  | средн  |
|                                  | мин.             | макс.        | средн. | мин.     | макс.  | средн  | мин.     | макс.  | средн  |                        |        |        |
| 1                                | 2                | 3            | 4      | 5        | 6      | 7      | 8        | 9      | 10     | 11                     | 12     | 13     |
| Температура, °С                  | 3,8              | 28,2         | 14,8   | 1,5      | 23,0   | 9,88   | 2,0      | 23,0   | 10,3   | 1,5                    | 28,2   | 11,7   |
| Растворенный кислород            | 5,1              | 9,3          | 8,15   | 8,6      | 10,2   | 9,32   | 6,5      | 9,41   | 8,5    | 5,1                    | 10,2   | 8,64   |
| Взвешенные вещества              | 8,0              | 220,0        | 53,1   | 12,0     | 74,0   | 48,4   | 10,0     | 52,0   | 23,1   | 8,0                    | 220,0  | 41,5   |
| Аммонийный азот                  | 0,105            | 0,38         | 0,23   | 0,15     | 0,4    | 0,28   | 0,10     | 0,27   | 0,23   | 0,1                    | 0,4    | 0,25   |
| Нитраты по азоту                 | 0,03             | 0,855        | 0,31   | 0,092    | 0,48   | 0,20   | 0,11     | 0,59   | 0,36   | 0,03                   | 0,86   | 0,29   |
| Нитриты по азоту                 | 0,007            | 0,026        | 0,012  | 0,003    | 0,023  | 0,008  | 0,004    | 0,026  | 0,012  | 0,003                  | 0,026  | 0,011  |
| Нефтепродукты                    | 0,016            | 0,059        | 0,035  | 0,02     | 0,063  | 0,044  | 0,005    | 0,07   | 0,041  | 0,005                  | 0,07   | 0,04   |
| Фтор                             | 0,045            | 0,12         | 0,081  | 0,026    | 0,16   | 0,11   | 0,02     | 0,15   | 0,092  | 0,02                   | 0,16   | 0,094  |
| Мышьяк                           | <0,005           | <0,005       | <0,005 | <0,005   | <0,005 | <0,005 | <0,005   | <0,005 | <0,005 | <0,005                 | <0,005 | <0,005 |
| Железо                           | 0,02             | <b>0,196</b> | 0,104  | 0,02     | 0,14   | 0,077  | 0,018    | 0,19   | 0,068  | 0,02                   | 0,196  | 0,082  |
| Медь                             | 0,001            | 0,003        | 0,0023 | 0,0019   | 0,0027 | 0,0023 | 0,002    | 0,0025 | 0,0022 | 0,001                  | 0,003  | 0,0023 |
| Цинк                             | 0,012            | 0,024        | 0,017  | 0,017    | 0,025  | 0,021  | 0,01     | 0,025  | 0,02   | 0,01                   | 0,025  | 0,019  |
| Кальций                          | 22,0             | 30,0         | 25,7   | 26,0     | 29,5   | 28,0   | 24,5     | 29,0   | 28,4   | 22,0                   | 30,0   | 27,4   |
| Магний                           | 2,4              | 5,4          | 4,0    | 3,3      | 7,2    | 5,6    | 4,2      | 7,2    | 5,37   | 2,0                    | 7,2    | 4,99   |
| Сульфаты                         | 23,0             | 36,0         | 29,6   | 25,0     | 38,0   | 29,8   | 27,0     | 49,0   | 37,2   | 24                     | 49,0   | 32,2   |
| Хлориды                          | 4,2              | 7,7          | 5,8    | 4,55     | 10,8   | 6,39   | 3,4      | 8,5    | 6,28   | 3,4                    | 10,8   | 6,16   |
| рН                               | 7,6              | 8,29         | 7,89   | 7,5      | 8,13   | 7,85   | 7,67     | 8,14   | 7,92   | 7,5                    | 8,29   | 7,89   |
| БПК-5                            | 1,2              | 2,1          | 1,77   | 1,2      | 1,91   | 1,47   | 1,2      | 2,0    | 1,75   | 1,2                    | 2,1    | 1,66   |
| Щелочность, мг экв/л             | 1,45             | 1,7          | 1,58   | 1,6      | 2,05   | 1,83   | 1,55     | 2,0    | 1,81   | 1,5                    | 2,05   | 1,74   |
| Жесткость, °Ж                    | 1,45             | 1,8          | 1,62   | 1,65     | 2,0    | 1,86   | 1,6      | 2,15   | 1,87   | 1,5                    | 2,15   | 1,78   |
| Окисляемость перманганат., мгО/л | 3,22             | 5,68         | 4,68   | 4,36     | 5,27   | 4,78   | 4,28     | 5,12   | 4,70   | 3,22                   | 5,7    | 4,72   |
| Сухой остаток                    | 115,0            | 151,0        | 135,6  | 126      | 153,0  | 143,3  | 114,0    | 158,0  | 144,3  | 114,0                  | 158,0  | 141,1  |
| СПАВ                             | <0,015           | <0,025       | <0,025 | <0,015   | <0,025 | <0,025 | <0,025   | <0,025 | <0,025 | <0,025                 | <0,025 | <0,025 |
| Ванадий                          | <0,001           | <0,001       | <0,001 | <0,001   | <0,001 | <0,001 | <0,001   | <0,001 | <0,001 | <0,001                 | <0,001 | <0,001 |
| Марганец                         | 0,003            | 0,034        | 0,020  | 0,011    | 0,021  | 0,016  | 0,006    | 0,028  | 0,020  | 0,003                  | 0,028  | 0,019  |

Таблица 10 – Предельные и средние значения химического состава воды в контрольном створе ЭС АО «ЕЭК» за 2014-2016гг. [34]

| Показатели                       | 2014 год         |        |        | 2015 год |        |        | 2016 год |        |        | За период 2014-2016гг. |        |        |
|----------------------------------|------------------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|------------------------|--------|--------|
|                                  | Содержание, мг/л |        |        |          |        |        |          |        |        | мин.                   | макс.  | средн  |
|                                  | мин.             | макс.  | средн  | мин.     | макс.  | средн  | мин.     | макс.  | средн  |                        |        |        |
| 1                                | 2                | 3      | 4      | 5        | 6      | 7      | 8        | 9      | 10     | 11                     | 12     | 13     |
| Температура, °С                  | 5,7              | 26,3   | 13,5   | 6,0      | 27,5   | 14,2   | 6,0      | 28,0   | 15,1   | 6,0                    | 28,0   | 14,3   |
| Растворенный кислород            | 8,9              | 9,2    | 9,06   | 8,2      | 9,76   | 9,01   | 6,5      | 9,22   | 8,27   | 5,5                    | 10,0   | 8,78   |
| Взвешенные вещества              | 5,0              | 35,0   | 22,0   | 9,0      | 72,0   | 44,9   | 9,9      | 48,0   | 21,2   | 6,9                    | 72,0   | 29,4   |
| Аммонийный азот                  | 0,11             | 0,31   | 0,17   | 0,14     | 0,38   | 0,23   | 0,10     | 0,26   | 0,21   | 0,085                  | 0,379  | 0,20   |
| Нитраты по азоту                 | 0,03             | 0,41   | 0,18   | 0,065    | 0,47   | 0,19   | 0,12     | 0,59   | 0,35   | 0,048                  | 0,88   | 0,24   |
| Нитриты по азоту                 | 0,007            | 0,03   | 0,012  | 0,003    | 0,023  | 0,007  | 0,004    | 0,022  | 0,010  | 0,003                  | 0,19   | 0,0097 |
| Нефтепродукты                    | 0,02             | 0,051  | 0,027  | 0,02     | 0,048  | 0,034  | 0,005    | 0,059  | 0,037  | 0,005                  | 0,074  | 0,033  |
| Фтор                             | 0,02             | 0,19   | 0,098  | 0,026    | 0,15   | 0,10   | 0,019    | 0,16   | 0,083  | 0,019                  | 0,34   | 0,09   |
| Мышьяк                           | <0,005           | <0,005 | <0,005 | <0,005   | <0,005 | <0,005 | <0,005   | <0,005 | <0,005 | <0,005                 | <0,005 | <0,005 |
| Железо                           | 0,02             | 0,077  | 0,058  | 0,02     | 0,11   | 0,066  | 0,028    | 0,17   | 0,058  | 0,017                  | 0,17   | 0,061  |
| Медь                             | 0,001            | 0,0025 | 0,0017 | 0,0018   | 0,0026 | 0,0022 | 0,0015   | 0,0025 | 0,0017 | 0,001                  | 0,016  | 0,0019 |
| Цинк                             | 0,001            | 0,017  | 0,01   | 0,015    | 0,024  | 0,019  | 0,011    | 0,024  | 0,019  | 0,011                  | 0,035  | 0,016  |
| Кальций                          | 22,5             | 32,5   | 27,1   | 26,0     | 29,5   | 27,9   | 24,5     | 34,0   | 28,1   | 24,5                   | 34,0   | 27,7   |
| Магний                           | 2,7              | 9,0    | 5,55   | 3,3      | 7,0    | 5,46   | 3,0      | 6,6    | 5,1    | 3,0                    | 7,8    | 5,37   |
| Сульфаты                         | 14,0             | 38,0   | 28,3   | 24,0     | 35,0   | 27,9   | 27,0     | 48,0   | 33,3   | 24,0                   | 57,0   | 29,8   |
| Хлориды                          | 4,6              | 12,3   | 7,58   | 3,9      | 10,9   | 6,27   | 3,4      | 8,5    | 6,22   | 3,4                    | 10,9   | 6,69   |
| рН                               | 7,3              | 8,2    | 7,85   | 7,54     | 7,96   | 7,8    | 7,65     | 8,13   | 7,86   | 7,47                   | 8,18   | 7,84   |
| БПК-5                            | 1,0              | 2,0    | 1,47   | 1,15     | 1,8    | 1,44   | 1,2      | 1,9    | 1,60   | 1,1                    | 1,9    | 1,50   |
| Щелочность, мг экв/л             | 1,3              | 2,0    | 1,64   | 1,6      | 2,02   | 1,82   | 1,55     | 1,95   | 1,79   | 1,55                   | 2,2    | 1,75   |
| Жесткость, °Ж                    | 1,4              | 2,2    | 1,81   | 1,65     | 1,98   | 1,85   | 1,6      | 2,0    | 1,83   | 0,9                    | 2,2    | 1,83   |
| Окисляемость перманганат., мгО/л | 4,8              | 7,7    | 5,66   | 4,32     | 5,24   | 4,69   | 4,08     | 4,88   | 4,53   | 1,6                    | 5,24   | 4,96   |
| Сухой остаток                    | 109,0            | 191,0  | 145,4  | 123,0    | 150,0  | 141,3  | 111,0    | 186,0  | 140,8  | 111,0                  | 186,0  | 142,5  |
| СПАВ                             | <0,015           | <0,025 | <0,025 | <0,025   | <0,025 | <0,025 | <0,025   | <0,025 | <0,025 | <0,025                 | <0,025 | <0,025 |
| Ванадий                          | <0,001           | <0,001 | <0,001 | <0,001   | <0,001 | <0,001 | <0,001   | <0,001 | <0,001 | <0,001                 | <0,001 | <0,001 |
| Марганец                         | 0,001            | 0,019  | 0,013  | 0,008    | 0,02   | 0,014  | 0,006    | 0,027  | 0,018  | 0,006                  | 0,025  | 0,015  |

Таблица 11 – Сравнение среднегодовых показателей качественного состава воды в исходной воде в подводящем канале и в контрольном створе ЭС АО «ЕЭК» за 2014-2016гг.

| Показатели                       | 2014 год         |          |         | 2015 год |          |         | 2016 год |          |         | За период 2014-2016 гг. |          |         |
|----------------------------------|------------------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|-------------------------|----------|---------|
|                                  | Содержание, мг/л |          |         |          |          |         |          |          |         |                         |          |         |
|                                  | подвод.          | контроль | откл. % | подвод.  | контроль | откл. % | подвод.  | контроль | откл. % | подвод.                 | контроль | откл. % |
| Температура, °С                  | 14,8             | 13,5     |         | 9,88     | 14,2     |         | 10,3     | 15,1     |         | 11,7                    | 14,3     |         |
| Растворенный кислород            | 8,15             | 9,06     | 11,2    | 9,32     | 9,01     | 3,3     | 8,46     | 8,27     | 2,2     | 8,6                     | 8,8      | 1,6     |
| Взвешенные вещества              | 53,1             | 22,0     | 58,6    | 48,4     | 44,9     | 7,2     | 23,1     | 21,2     | 8,2     | 41,5                    | 29,4     | 29,3    |
| Аммонийный азот                  | 0,23             | 0,17     | 26,1    | 0,28     | 0,23     | 17,9    | 0,23     | 0,21     | 8,7     | 0,25                    | 0,20     | 17,6    |
| Нитраты по азоту                 | 0,31             | 0,18     | 41,9    | 0,20     | 0,19     | 5,0     | 0,36     | 0,35     | 2,8     | 0,29                    | 0,24     | 17,2    |
| Нитриты по азоту                 | 0,012            | 0,012    | 0,0     | 0,008    | 0,007    | 12,5    | 0,012    | 0,010    | 16,7    | 0,011                   | 0,010    | 9,4     |
| Нефтепродукты                    | 0,035            | 0,027    | 22,9    | 0,044    | 0,034    | 22,7    | 0,041    | 0,037    | 9,8     | 0,040                   | 0,033    | 18,3    |
| Фтор                             | 0,08             | 0,10     | 21,0    | 0,11     | 0,10     | 2,9     | 0,092    | 0,083    | 9,8     | 0,093                   | 0,094    | 1,8     |
| Мышьяк                           | <0,005           | <0,005   | 0,0     | <0,005   | <0,005   | 0,0     | <0,005   | <0,005   | 0,0     | <0,005                  | <0,005   | 0,0     |
| Железо                           | 0,104            | 0,058    | 44,2    | 0,077    | 0,066    | 14,3    | 0,068    | 0,058    | 14,7    | 0,065                   | 0,061    | 6,7     |
| Медь                             | 0,0023           | 0,0017   | 26,1    | 0,0023   | 0,0022   | 4,3     | 0,0022   | 0,0020   | 9,1     | 0,0023                  | 0,0020   | 13,2    |
| Цинк                             | 0,017            | 0,010    | 41,2    | 0,021    | 0,019    | 9,5     | 0,02     | 0,019    | 5,0     | 0,019                   | 0,016    | 17,2    |
| Кальций                          | 25,7             | 27,1     | 5,4     | 28,0     | 27,9     | 0,4     | 28,4     | 28,1     | 1,0     | 27,4                    | 27,7     | 1,2     |
| Магний                           | 4,0              | 5,55     | 38,8    | 5,6      | 5,46     | 2,5     | 5,37     | 5,07     | 5,6     | 4,99                    | 5,36     | 7,4     |
| Сульфаты                         | 29,6             | 28,3     | 4,4     | 29,8     | 27,9     | 6,4     | 37,2     | 33,3     | 10,5    | 32,2                    | 29,8     | 7,3     |
| Хлориды                          | 5,8              | 7,58     | 30,7    | 6,39     | 6,27     | 1,9     | 6,28     | 6,22     | 1,0     | 6,16                    | 6,69     | 8,7     |
| pH                               | 7,89             | 7,85     | 0,5     | 7,85     | 7,80     | 0,6     | 7,92     | 7,86     | 0,8     | 7,89                    | 7,84     | 0,6     |
| БПК-5                            | 1,77             | 1,47     | 16,9    | 1,47     | 1,44     | 2,0     | 1,75     | 1,60     | 8,6     | 1,66                    | 1,50     | 9,6     |
| Щелочность, мг экв/л             | 1,58             | 1,64     | 3,8     | 1,83     | 1,82     | 0,5     | 1,81     | 1,79     | 1,1     | 1,74                    | 1,75     | 0,6     |
| Жесткость, °Ж                    | 1,62             | 1,81     | 11,7    | 1,86     | 1,85     | 0,5     | 1,87     | 1,83     | 2,1     | 1,78                    | 1,83     | 2,6     |
| Окисляемость перманганат., мгО/л | 4,68             | 5,66     | 20,9    | 4,78     | 4,69     | 1,9     | 4,70     | 4,53     | 3,6     | 4,72                    | 4,96     | 5,1     |
| Сухой остаток                    | 135,6            | 145,4    | 7,2     | 143,3    | 141,3    | 1,4     | 144,3    | 140,8    | 2,4     | 141,1                   | 142,5    | 1,0     |
| СПАВ                             | <0,025           | <0,025   | 0,0     | <0,025   | <0,025   | 0,0     | <0,025   | <0,025   | 0,0     | <0,025                  | <0,025   | 0,0     |
| Ванадий                          | <0,001           | <0,001   | 0,0     | <0,001   | <0,001   | 0,0     | <0,001   | <0,001   | 0,0     | <0,001                  | <0,001   | 0,0     |
| Марганец                         | 0,020            | 0,013    | 35,0    | 0,016    | 0,014    | 12,5    | 0,020    | 0,018    | 10,0    | 0,019                   | 0,015    | 19,6    |

Таблица 12 – Сравнение месячных показателей качественного состава исходной воды (мг/дм<sup>3</sup>) в подводящем канале и в контрольном створе - "500 м ниже сброса" электростанции АО "ЕЭК" за 2014г.

| Показатели | Нефтепродукты (50%) |                   |               | Железо (25%)     |                   |               | Медь (25%)       |                   |               | Цинк (20%)       |                   |               |
|------------|---------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|
|            | подводящий канал    | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % |
| Январь     | 0,050               | 0,049             | 2,0           | 0,088            | 0,080             | 9,1           | 0,0020           | 0,0010            | 50,0          | 0,020            | 0,014             | 30,0          |
| Февраль    | 0,048               | 0,043             | 10,4          | 0,082            | 0,078             | 4,9           | 0,0030           | 0,0020            | 33,3          | 0,024            | 0,018             | 25,0          |
| Март       | 0,017               | 0,016             | 5,9           | 0,046            | 0,035             | 23,9          | 0,0030           | 0,0020            | 33,3          | 0,020            | 0,018             | 10,0          |
| Апрель     | 0,029               | 0,028             | 3,4           | 0,080            | 0,070             | 12,5          | 0,0030           | 0,0030            | 0,0           | 0,018            | 0,016             | 11,1          |
| Май        | 0,061               | 0,053             | 13,1          | 0,170            | 0,120             | 29,4          | 0,0022           | 0,0021            | 4,5           | 0,020            | 0,016             | 20,0          |
| Июнь       | 0,062               | 0,059             | 4,8           | 0,224            | 0,196             | 12,5          | 0,0040           | 0,0030            | 25,0          | 0,023            | 0,023             | 0,0           |
| Июль       | 0,050               | 0,047             | 6,0           | 0,265            | 0,201             | 24,2          | 0,0030           | 0,0030            | 0,0           | 0,025            | 0,024             | 4,0           |
| Август     | 0,038               | 0,037             | 2,6           | 0,020            | 0,020             | 0,0           | 0,0020           | 0,0020            | 0,0           | 0,012            | 0,012             | 0,0           |
| Сентябрь   | 0,021               | 0,018             | 14,3          | 0,043            | 0,039             | 9,3           | 0,0031           | 0,0028            | 9,7           | 0,014            | 0,013             | 7,1           |
| Октябрь    | 0,024               | 0,022             | 8,3           | 0,049            | 0,045             | 8,2           | 0,0033           | 0,0029            | 12,1          | 0,016            | 0,015             | 6,3           |
| Ноябрь     | 0,016               | 0,014             | 12,5          | 0,174            | 0,172             | 1,1           | 0,0022           | 0,0019            | 13,6          | 0,021            | 0,019             | 9,5           |
| Декабрь    | 0,022               | 0,018             | 18,2          | 0,203            | 0,200             | 1,5           | 0,0019           | 0,0019            | 0,0           | 0,023            | 0,021             | 8,7           |

| Показатели | Фтор (15%)       |                   |               | Марганец (25%)   |                   |               | Взвешенные вещества (25%) |                   |               | Растворенный кислород |                   |               |
|------------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|---------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|-------------------|---------------|
|            | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал          | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал      | контрольный створ | отклонение, % |
| Январь     | 0,098            | 0,073             | 25,5          | 0,006            | 0,004             | 33,3          | 39,0                      | 35,0              | 10,3          | 9,98                  | 8,88              | 11,0          |
| Февраль    | 0,118            | 0,089             | 24,6          | 0,005            | 0,003             | 40,0          | 42,0                      | 39,0              | 7,1           | 9,76                  | 8,80              | 9,8           |
| Март       | 0,100            | 0,080             | 20,0          | 0,009            | 0,007             | 22,2          | 10,0                      | 8,0               | 20,0          | 10,02                 | 9,20              | 8,2           |
| Апрель     | 0,050            | 0,050             | 0,0           | 0,017            | 0,017             | 0,0           | 17,0                      | 14,0              | 17,6          | 9,16                  | 8,64              | 5,7           |
| Май        | 0,060            | 0,045             | 25,0          | 0,015            | 0,015             | 0,0           | 30,0                      | 27,0              | 10,0          | 9,19                  | 8,78              | 4,5           |
| Июнь       | 0,096            | 0,085             | 11,5          | 0,036            | 0,034             | 5,6           | 52,0                      | 46,0              | 11,5          | 9,25                  | 8,69              | 6,1           |
| Июль       | 0,091            | 0,080             | 12,1          | 0,034            | 0,032             | 5,9           | 224,0                     | 220,0             | 1,8           | 9,34                  | 8,52              | 8,8           |
| Август     | 0,099            | 0,093             | 6,1           | 0,028            | 0,027             | 3,6           | 27,0                      | 24,0              | 11,1          | 8,21                  | 7,94              | 3,3           |
| Сентябрь   | 0,117            | 0,116             | 0,9           | 0,030            | 0,030             | 0,0           | 97,0                      | 95,0              | 2,1           | 6,02                  | 5,25              | -2,0          |
| Октябрь    | 0,119            | 0,118             | 0,8           | 0,029            | 0,029             | 0,0           | 75,0                      | 68,0              | 9,3           | 6,11                  | 6,14              | -0,5          |
| Ноябрь     | 0,059            | 0,058             | 1,7           | 0,027            | 0,025             | 7,4           | 18,0                      | 8,0               | 55,6          | 9,82                  | 9,82              | 0,0           |
| Декабрь    | 0,086            | 0,086             | 0,0           | 0,030            | 0,027             | 10,0          | 24,0                      | 22,0              | 8,3           | 9,95                  | 9,50              | 5,0           |

Таблица 13 – Сравнение месячных показателей качественного состава исходной воды (мг/дм<sup>3</sup>) в подводящем канале и в контрольном створе - "500 м ниже сброса" электростанции АО "ЕЭК" за 2015г.

| Показатели | Нефтепродукты (50%) |                   |              | Железо (25%)     |                   |              | Медь (25%)       |                   |              | Цинк (20%)       |                   |              |
|------------|---------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|
|            | подводящий канал    | контрольный створ | отклонение,% | подводящий канал | контрольный створ | отклонение,% | подводящий канал | контрольный створ | отклонение,% | подводящий канал | контрольный створ | отклонение,% |
| Январь     | 0,020               | 0,020             | 0,0          | 0,020            | 0,020             | 0,0          | 0,0027           | 0,0026            | 3,7          | 0,022            | 0,021             | 4,5          |
| Февраль    | 0,063               | 0,022             | 65,1         | 0,034            | 0,029             | 14,7         | 0,0024           | 0,0023            | 4,2          | 0,022            | 0,022             | 0,0          |
| Март       | 0,058               | 0,032             | 44,8         | 0,040            | 0,032             | 20,0         | 0,0021           | 0,0020            | 4,8          | 0,019            | 0,019             | 0,0          |
| Апрель     | 0,025               | 0,020             | 20,0         | 0,038            | 0,033             | 13,2         | 0,0028           | 0,0025            | 10,7         | 0,025            | 0,024             | 4,0          |
| Май        | 0,057               | 0,048             | 15,8         | 0,035            | 0,026             | 25,7         | 0,0019           | 0,0018            | 5,3          | 0,017            | 0,015             | 11,8         |
| Июнь       | 0,044               | 0,024             | 45,5         | 0,101            | 0,088             | 12,9         | 0,0020           | 0,0020            | 0,0          | 0,021            | 0,020             | 4,8          |
| Июль       | 0,028               | 0,026             | 7,1          | 0,144            | 0,092             | 36,1         | 0,0027           | 0,0026            | 3,7          | 0,021            | 0,020             | 4,8          |
| Август     | 0,039               | 0,037             | 5,1          | 0,144            | 0,107             | 6,1          | 0,0022           | 0,0022            | 0,0          | 0,024            | 0,021             | 12,5         |
| Сентябрь   | 0,042               | 0,039             | 7,1          | 0,110            | 0,108             | 1,8          | 0,0020           | 0,0019            | 5,0          | 0,022            | 0,019             | 13,6         |
| Октябрь    | 0,047               | 0,045             | 4,3          | 0,084            | 0,056             | 33,3         | 0,0026           | 0,0024            | 7,7          | 0,018            | 0,015             | 16,7         |
| Ноябрь     | 0,054               | 0,044             | 18,5         | 0,078            | 0,070             | 10,3         | 0,0025           | 0,0024            | 4,0          | 0,019            | 0,017             | 10,5         |
| Декабрь    | 0,049               | 0,047             | 4,1          | 0,084            | 0,081             | 3,6          | 0,0019           | 0,0019            | 0,0          | 0,022            | 0,018             | 18,2         |

| Показатели | Фтор (15%)       |                   |              | Марганец (25%)   |                   |              | Взвешенные вещества (25%) |                   |              | Растворенный кислород |                   |              |
|------------|------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|---------------------------|-------------------|--------------|-----------------------|-------------------|--------------|
|            | подводящий канал | контрольный створ | отклонение,% | подводящий канал | контрольный створ | отклонение,% | подводящий канал          | контрольный створ | отклонение,% | подводящий канал      | контрольный створ | отклонение,% |
| Январь     | 0,167            | 0,148             | 11,4         | 0,011            | 0,008             | 27,3         | 12,0                      | 10,0              | 16,7         | 10,2                  | 9,6               | 6,4          |
| Февраль    | 0,100            | 0,100             | 0,0          | 0,014            | 0,012             | 14,3         | 12,0                      | 9,0               | 25,0         | 10,06                 | 9,8               | 3,0          |
| Март       | 0,157            | 0,157             | 0,0          | 0,017            | 0,016             | 5,9          | 14,0                      | 11,0              | 21,4         | 10,23                 | 9,5               | 6,9          |
| Апрель     | 0,057            | 0,055             | 3,5          | 0,014            | 0,012             | 14,3         | 74,0                      | 72,0              | 2,7          | 9,7                   | 9,3               | 3,3          |
| Май        | 0,063            | 0,063             | 0,0          | 0,021            | 0,020             | 4,8          | 57,0                      | 54,0              | 5,3          | 9,06                  | 8,8               | 2,4          |
| Июнь       | 0,026            | 0,026             | 0,0          | 0,016            | 0,014             | 12,5         | 48,0                      | 30,0              | 37,5         | 9,7                   | 9,4               | 3,6          |
| Июль       | 0,101            | 0,099             | 2,0          | 0,017            | 0,011             | 35,2         | 21,0                      | 20,0              | 4,8          | 8,76                  | 8,8               | 0,0          |
| Август     | 0,145            | 0,138             | 4,8          | 0,012            | 0,011             | 8,3          | 69,0                      | 64,0              | 7,2          | 8,55                  | 8,2               | 0,6          |
| Сентябрь   | 0,153            | 0,145             | 5,2          | 0,014            | 0,013             | 7,1          | 70,0                      | 69,0              | 1,4          | 8,64                  | 8,5               | 0,3          |
| Октябрь    | 0,124            | 0,124             | 0,0          | 0,019            | 0,016             | 15,8         | 66,0                      | 65,0              | 1,5          | 8,76                  | 8,6               | 1,8          |
| Ноябрь     | 0,088            | 0,088             | 0,0          | 0,021            | 0,018             | 14,3         | 73,0                      | 72,0              | 1,4          | 8,8                   | 8,6               | 1,8          |
| Декабрь    | 0,075            | 0,075             | 0,0          | 0,016            | 0,015             | 6,3          | 65,0                      | 63,0              | 3,1          |                       |                   |              |

Таблица 14 – Сравнение месячных показателей качественного состава исходной воды (мг/дм<sup>3</sup>) в подводящем канале и в контрольном створе - "500 м ниже сброса" электростанции АО "ЕЭК" за 2016г.

| Показатели | Нефтепродукты (50%) |                   |               | Железо (25%)     |                   |               | Медь (25%)       |                   |               | Цинк (20%)       |                   |               |
|------------|---------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|
|            | подводящий канал    | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % |
| Январь     | 0,063               | 0,041             | 34,9          | 0,038            | 0,037             | 2,6           | 0,0024           | 0,0023            | 4,2           | 0,023            | 0,021             | 8,7           |
| Февраль    | 0,035               | 0,034             | 2,9           | 0,034            | 0,033             | 2,9           | 0,0019           | 0,0017            | 10,5          | 0,023            | 0,024             | -4,3          |
| Март       | 0,037               | 0,035             | 5,4           | 0,029            | 0,028             | 3,4           | 0,0017           | 0,0015            | 11,8          | 0,021            | 0,019             | 9,5           |
| Апрель     | 0,069               | 0,059             | 14,5          | 0,101            | 0,095             | 5,9           | 0,0022           | 0,0020            | 9,1           | 0,021            | 0,021             | 0,0           |
| Май        | 0,050               | 0,049             | 2,0           | 0,109            | 0,104             | 4,6           | 0,0024           | 0,0022            | 8,3           | 0,022            | 0,022             | 0,0           |
| Июнь       | 0,052               | 0,052             | 0,0           | 0,190            | 0,174             | 8,4           | 0,0026           | 0,0025            | 3,8           | 0,012            | 0,011             | 8,3           |
| Июль       | 0,060               | 0,058             | 3,3           | 0,083            | 0,062             | 25,3          | 0,0020           | 0,0020            | 0,0           | 0,010            | 0,010             | 0,0           |
| Август     | 0,050               | 0,049             | 2,0           | 0,060            | 0,050             | 16,7          | 0,0020           | 0,0020            | 0,0           | 0,020            | 0,020             | 0,0           |
| Сентябрь   | 0,054               | 0,051             | 5,6           | 0,084            | 0,062             | 26,2          | 0,0022           | 0,0020            | 9,1           | 0,024            | 0,020             | 0,0           |
| Октябрь    | 0,006               | 0,005             | 16,7          | 0,018            | 0,011             | 38,9          | 0,0022           | 0,0021            | 4,5           | 0,019            | 0,019             | 0,0           |
| Ноябрь     | 0,005               | 0,005             | 0,0           | 0,021            | 0,019             | 9,5           | 0,0024           | 0,0020            | 16,7          | 0,020            | 0,019             | 5,0           |
| Декабрь    | 0,005               | 0,005             | 0,0           | 0,037            | 0,025             | 32,4          | 0,0025           | 0,0021            | 16,0          | 0,022            | 0,022             | 0,0           |

| Показатели | Фтор (15%)       |                   |               | Марганец (25%)   |                   |               | Взвешенные вещества (25%) |                   |               | Растворенный кислород |                   |               |
|------------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|---------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|-------------------|---------------|
|            | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал          | контрольный створ | отклонение, % | подводящий канал      | контрольный створ | отклонение, % |
| Январь     | 0,082            | 0,074             | 9,8           | 0,006            | 0,006             | 0,0           | 12,0                      | 10,0              | 16,7          | 9,2                   | 8,88              | 3,5           |
| Февраль    | 0,112            | 0,108             | 3,6           | 0,014            | 0,013             | 7,1           | 10,0                      | 9,9               | 1,0           | 8,99                  | 8,58              | 4,6           |
| Март       | 0,146            | 0,146             | 0,0           | 0,017            | 0,017             | 0,0           | 14,0                      | 2,0               | 14,3          | 8,9                   | 8,80              | 1,1           |
| Апрель     | 0,022            | 0,019             | 13,6          | 0,017            | 0,017             | 0,0           | 24,0                      | 20,0              | 16,7          | 9,1                   | 9,06              | 0,1           |
| Май        | 0,026            | 0,021             | 19,2          | 0,015            | 0,014             | 6,7           | 48,0                      | 44,0              | 8,3           | 9,12                  | 9,12              | 0,0           |
| Июнь       | 0,162            | 0,156             | 3,7           | 0,028            | 0,027             | 3,6           | 52,0                      | 48,0              | 7,7           | 9,4                   | 9,22              | 2,0           |
| Июль       | 0,110            | 0,104             | 5,5           | 0,022            | 0,017             | 22,7          | 19,0                      | 19,0              | 0,0           | 9,36                  | 9,17              | 2,0           |
| Август     | 0,120            | 0,090             | 25,0          | 0,020            | 0,016             | 20,0          | 19,0                      | 18,0              | 5,3           | 8,88                  | 8,54              | 3,8           |
| Сентябрь   | 0,109            | 0,095             | 12,8          | 0,024            | 0,023             | 4,2           | 23,0                      | 21,0              | 8,7           | 8,93                  | 8,50              | 4,8           |
| Октябрь    | 0,053            | 0,051             | 3,8           | 0,023            | 0,022             | 4,3           | 19,0                      | 17,0              | 10,5          | 6,54                  | 6,45              | 1,4           |
| Ноябрь     | 0,055            | 0,052             | 5,5           | 0,025            | 0,021             | 16,0          | 22,0                      | 20,0              | 9,1           | 6,61                  | 6,56              | 0,8           |
| Декабрь    | 0,105            | 0,078             | 25,7          | 0,028            | 0,028             | 0,0           | 15,0                      | 15,0              | 0,0           | 6,54                  | 6,37              | 2,6           |

#### 4.2. Качество вод р. Иртыш на участке сброса сточных вод АО «ЕЭК»

Для оценки качества вод р. Иртыш на участке сброса сточных вод АО «ЕЭК» проведено сравнение фактических данных по содержанию загрязняющих веществ в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала электрической станции за период 2014-2016гг. с действующими нормативами ПДК [27] для водоемов рыбохозяйственного назначения и в графическом формате представлено на рисунках 4-15.



Рисунок 4 – Изменение концентрации хлоридов в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

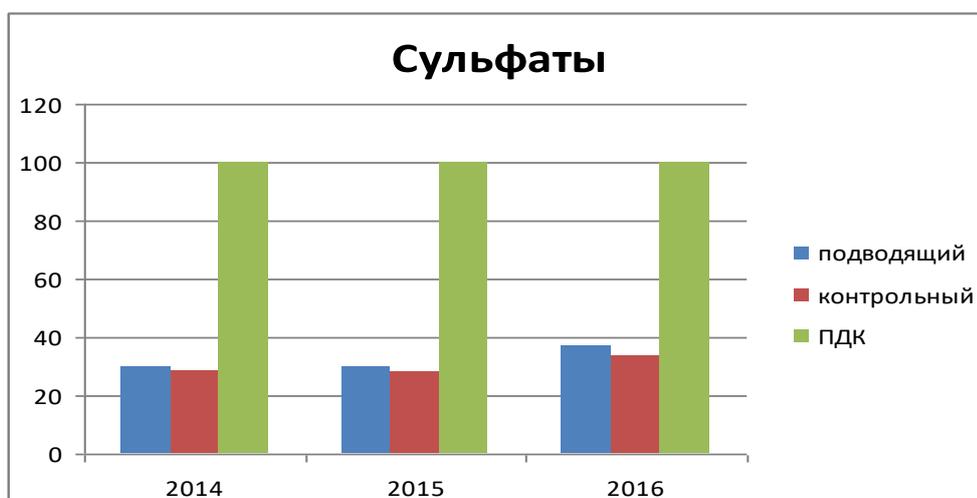


Рисунок 5 – Изменение концентрации сульфатов в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

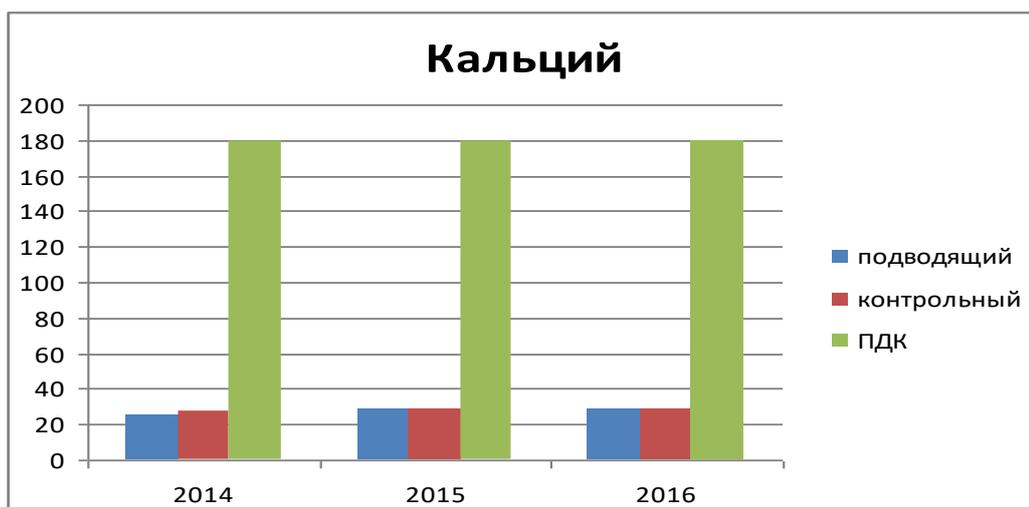


Рисунок 6 – Изменение концентрации кальция в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

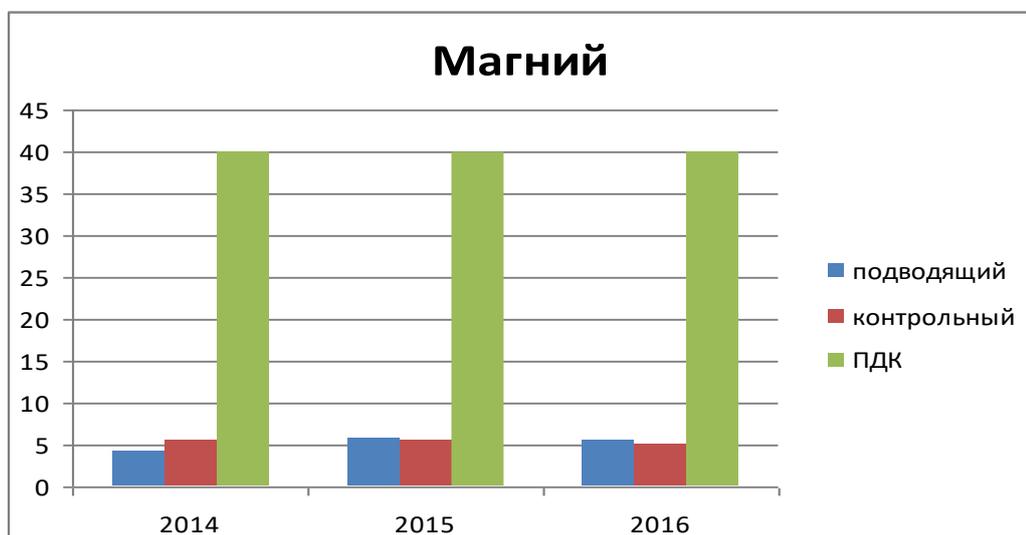


Рисунок 7 – Изменение концентрации магния в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

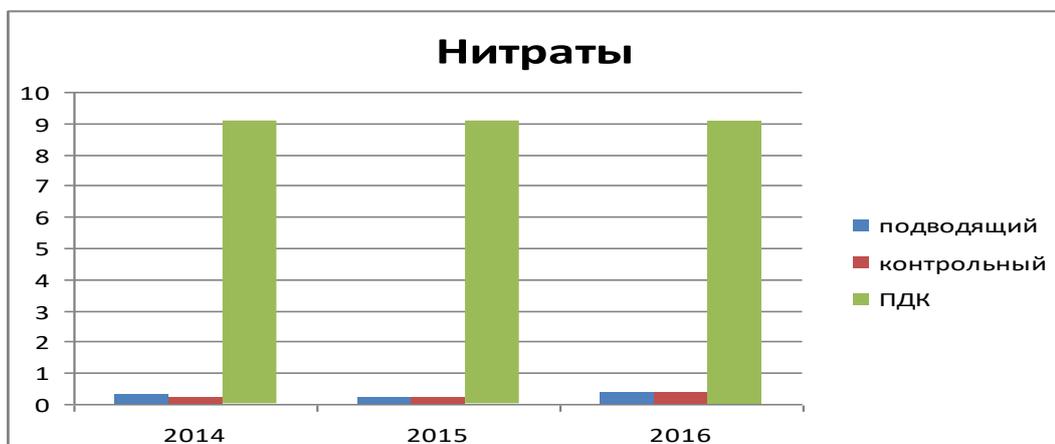


Рисунок 8 – Изменение концентрации нитратов в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

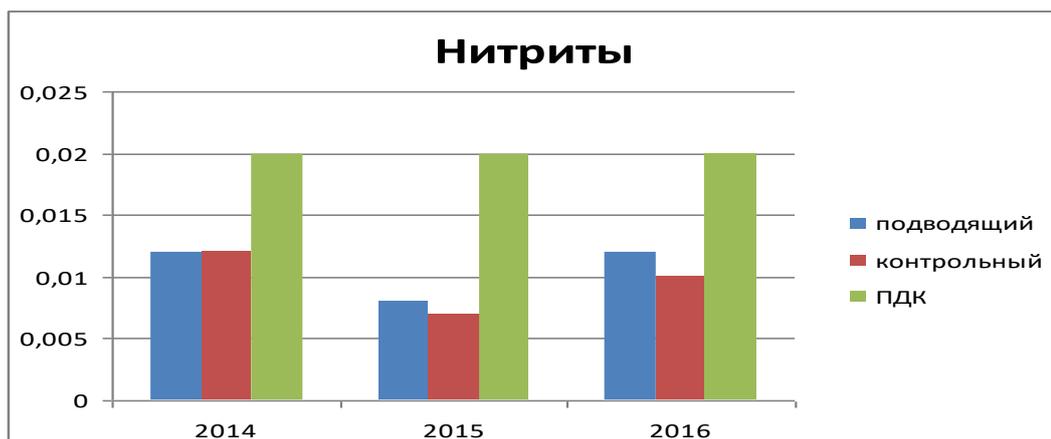


Рисунок 9 – Изменение концентрации нитритов в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

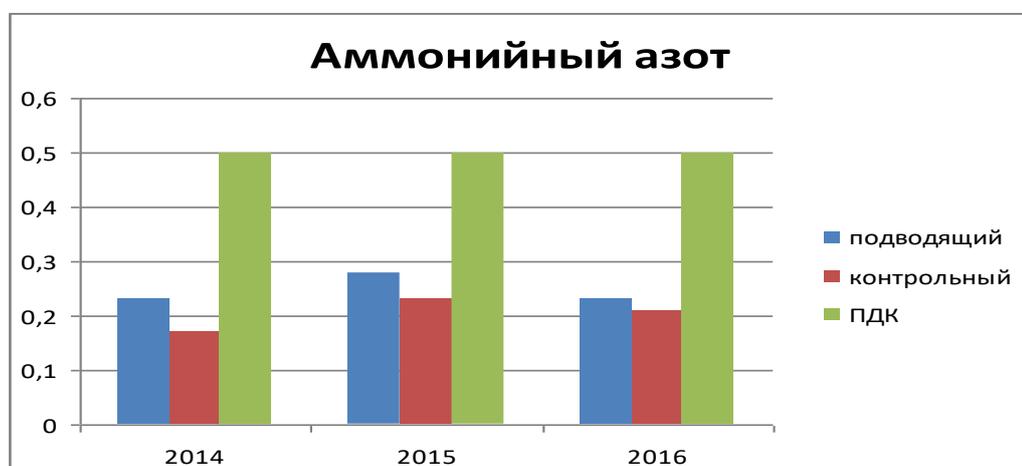


Рисунок 10 – Изменение концентрации аммонийного азота в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

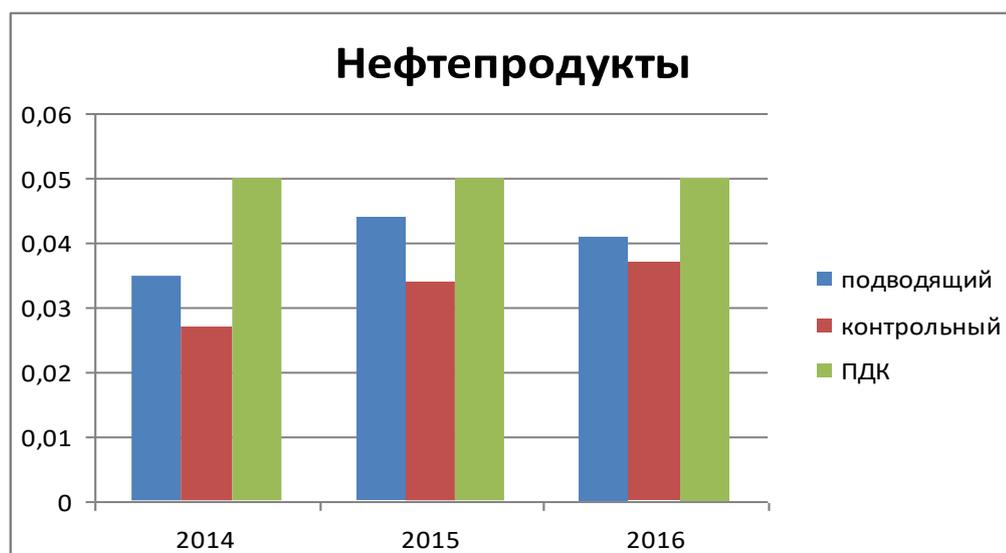


Рисунок 11 – Изменение концентрации нефтепродуктов в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

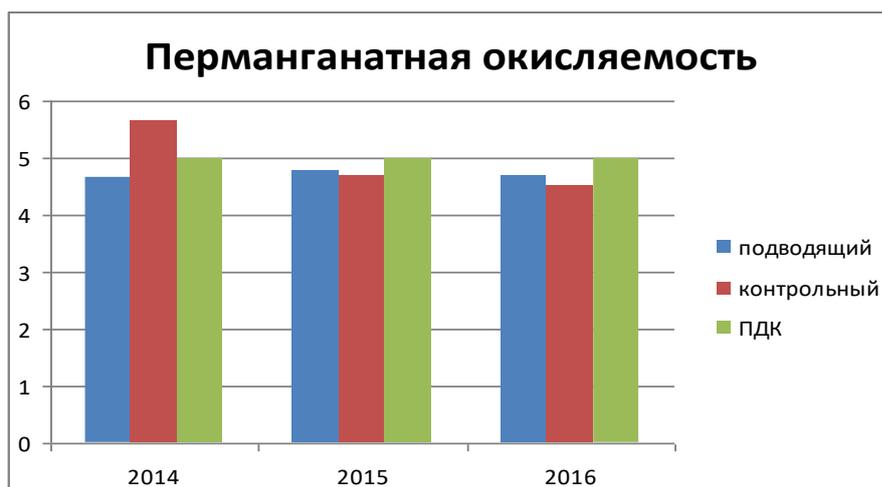


Рисунок 12 – Изменение концентрации перманганатной окисляемости в исходной воде р.Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

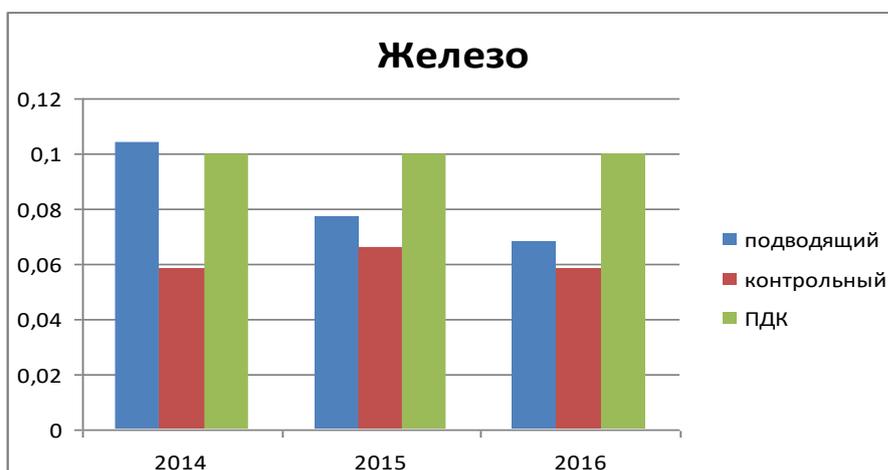


Рисунок 13 – Изменение концентрации железа в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

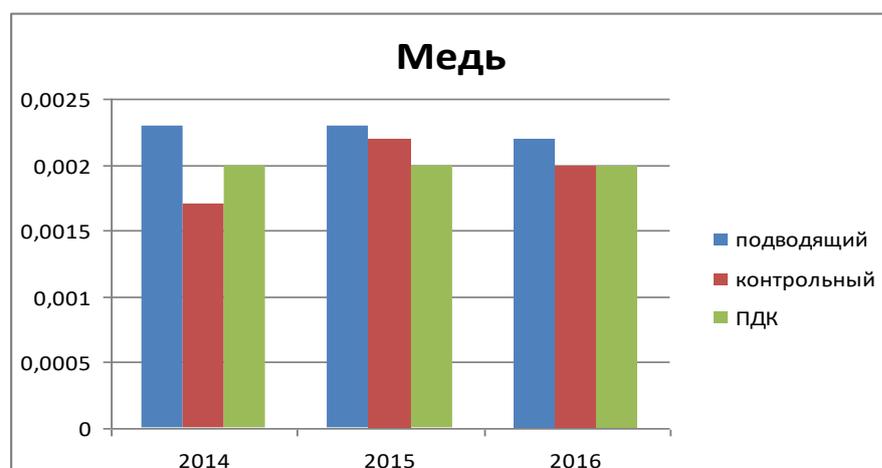


Рисунок 14 – Изменение концентрации меди в исходной воде р. Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

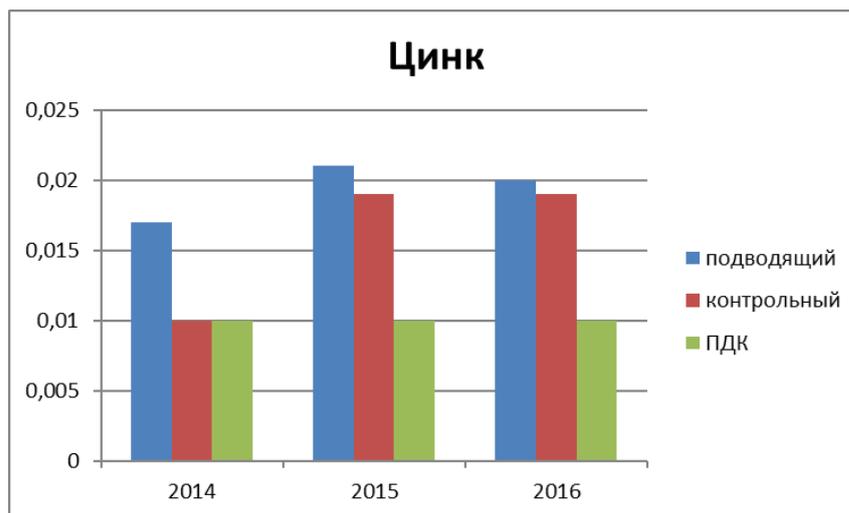


Рисунок 15 – Изменение концентрации цинка в исходной воде р.Иртыш и в контрольном створе сбросного канала за 2014-2016гг.

Как видно из анализа приведенных данных, концентрации хлоридов, сульфатов, кальция, магния, нитратов, нитритов и аммонийного азота во всех случаях существенно ниже предельно допустимых концентраций. При этом концентрации отмеченных показателей в исходной воде и в контрольном створе имеют близкие значения.

В то же время содержание нефтепродуктов, перманганатной окисляемости, железа и меди имеют повышенное содержание как в исходной воде р. Иртыш, так и в контрольном створе сбросного канала.

Показатели перманганатной окисляемости и железа за рассматриваемый период очень близки между собой как в исходной воде, так и в контрольном створе сбросного канала, за исключением 2014 года, не превышает нормативов ПДК, регламентирующих требования к качеству воды водоемов рыбохозяйственного назначения [27].

Содержание меди и цинка в исходной воде и в контрольном створе сбросного канала во всех случаях превышает предельно допустимые концентрации этих веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения. Вместе с тем следует отметить, что содержание меди и цинка в исходной воде и в месте сброса теплообменных вод в контрольном створе практически совпадают.

#### 4.3. Оценка влияния Аксуской электростанции на воды р. Иртыш

Для оценки влияния теплообменных вод станции на температурный режим реки Иртыш проведено сравнение среднемесячных значений температуры воды в подводящем и в контрольном створе протоки Старый Иртыш за период 2014-2016 гг., представленных в таблице 15.

Анализ представленной информации позволяет говорить о том, что при существующих нагрузках станции температура воды в контрольном створе протоки сбросного канала за отчетный период находилась в пределах нормативных значений, регламентированных п.4. статьи 225 Экологического Кодекса РК [7]. Следует отметить, что температура отводимых вод регистрируется с использованием самописца, что в случае необходимости позволяет оперативно проводить эффективные мероприятия по снижению температуры сбрасываемых вод до нормативных значений путем включения дополнительных циркуляционных насосов.

Ранее проведенными исследованиями установлено [31, 32, 35], что основным фактором, способствующим охлаждению теплообменных вод станции, являются речные воды пр.Старый Иртыш, которые имеют более низкую температуру. Водность протоки на современном уровне является достаточной для существенного разбавления (охлаждения) теплообменных вод. В зимний период дополнительное охлаждение имеет место за счет повышенной теплоотдачи с водной поверхности. Для увеличения водности протоки Старый Иртыш в 2007 году был разработан рабочий проект «Расчистка русла протоки Ст.Иртыш в районе Айнакольского сельского округа г.Аксу». АО «Павлодарский речной порт» по договору с управлением природных ресурсов и регулирования природопользованием Павлодарской области в течение 2010 года выполнены дноуглубительные работы на входном участке протоки.

Выполнение данных мероприятий положительным образом сказалось на улучшении водного и температурного режима протоки в месте слияния ее с теплообменными водами станции в контрольном створе.

Выполненный в предыдущих разделах данной работы анализ показывает, что главной причиной загрязнения р.Иртыш ионами тяжелых металлов, к которым относятся медь, цинк и марганец, а также нефтепродуктами, является хозяйственная деятельность многочисленных предприятий горнорудной промышленности, расположенных на территории Восточно-Казахстанской области.

Как показывает анализ исследований [31, 32], указанные выше загрязняющие вещества не привносятся в водный объект за счет хозяйственной деятельности электрической станции АО «ЕЭК», а содержатся в повышенных концентрациях в исходной речной воде. Данное положение наглядно подтверждается результатами выполненной оценки современного состояния р. Иртыш и анализом результатов качественного состава воды в подводящем канале и контрольном створе электрической станции (таблица 9-10).

Таблица 15 – Среднемесячные значения температуры воды в реке Иртыш (фон) и контрольном створе сбросного канала (факт) при месячных объемах сбрасываемых теплообменных вод за 2014-2016 гг.

| Месяцы           | Лето,<br>зима | 2014 год                         |                                   |                                  |                                   | 2015 год                         |                                   |                                  |                                   | 2016 год                         |                                   |                                  |                                   |
|------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                  |               | $T_{\text{фон}}, ^\circ\text{C}$ | $T_{\text{факт}}, ^\circ\text{C}$ | Объем сброса, тыс.м <sup>3</sup> | $T_{\text{норм}}, ^\circ\text{C}$ | $T_{\text{фон}}, ^\circ\text{C}$ | $T_{\text{факт}}, ^\circ\text{C}$ | Объем сброса, тыс.м <sup>3</sup> | $T_{\text{норм}}, ^\circ\text{C}$ | $T_{\text{фон}}, ^\circ\text{C}$ | $T_{\text{факт}}, ^\circ\text{C}$ | Объем сброса, тыс.м <sup>3</sup> | $T_{\text{норм}}, ^\circ\text{C}$ |
| Январь           | З             | 1,0                              | 9,2                               | 158,95                           | 8,0                               | 2,3                              | 6,1                               | 193,82                           | 8,0                               | 2,1                              | 6,9                               | 176,20                           | 8,0                               |
| Февраль          | З             | 1,0                              | 9,3                               | 154,33                           |                                   | 2,8                              | 6,4                               | 177,19                           |                                   | 3,0                              | 6,4                               | 140,73                           |                                   |
| Март             | З             | 1,0                              | 9,3                               | 172,10                           |                                   | 3,0                              | 7,3                               | 190,24                           |                                   | 2,0                              | 7,1                               | 152,69                           |                                   |
| Апрель (1 дек)   | З             | 1,0                              | 9,4                               | 45,51                            |                                   | 2,3                              | 7,2                               | 51,36                            |                                   | 2,7                              | 7,3                               | 47,38                            |                                   |
| Апрель (2.3 дек) | Л             | 8,3                              | 17,1                              | 106,20                           | 30,0                              | 6,4                              | 11,2                              | 97,76                            | 30,0                              | 11,7                             | 16,1                              | 99,05                            | 30,0                              |
| Май              | Л             | 15,0                             | 19,7                              | 161,37                           |                                   | 16,5                             | 21,2                              | 148,08                           |                                   | 14,1                             | 19,1                              | 138,95                           |                                   |
| Июнь             | Л             | 20,8                             | 25,9                              | 148,56                           |                                   | 21,0                             | 26,0                              | 138,96                           |                                   | 20,2                             | 25,2                              | 143,10                           |                                   |
| Июль             | Л             | 22,8                             | 27,6                              | 160,28                           |                                   | 22,4                             | 27,2                              | 139,50                           |                                   | 22,5                             | 27,5                              | 145,43                           |                                   |
| Август           | Л             | 21,7                             | 26,9                              | 162,76                           |                                   | 21,0                             | 25,6                              | 137,14                           |                                   | 21,1                             | 26,1                              | 146,22                           |                                   |
| Сентябрь         | Л             | 15,9                             | 21,4                              | 153,49                           |                                   | 15,5                             | 20,5                              | 160,61                           |                                   | 17,3                             | 22,5                              | 141,49                           |                                   |
| Октябрь          | Л             | 7,3                              | 19,7                              | 153,03                           |                                   | 9,2                              | 14,2                              | 143,50                           |                                   | 7,8                              | 12,7                              | 151,30                           |                                   |
| Ноябрь           | З             | 3,9                              | 14,2                              | 145,75                           | 8,0                               | 3,9                              | 8,4                               | 155,62                           | 8,0                               | 2,7                              | 7,6                               | 148,97                           | 8,0                               |
| Декабрь          | З             | 1,0                              | 10,3                              | 156,47                           |                                   | 2,5                              | 7,4                               | 178,12                           |                                   | 3,0                              | 7,3                               | 154,71                           |                                   |
| Ср.Лето          |               | 15,9                             | 22,6                              | 1045,69                          |                                   | 16,0                             | 20,8                              | 935,544                          |                                   | 16,4                             | 21,3                              | 964,829                          |                                   |
| Ср. Зима         |               | 1,5                              | 10,3                              | 833,1                            |                                   | 2,8                              | 7,1                               | 946,358                          |                                   | 2,6                              | 7,1                               | 823,642                          |                                   |
| Год              |               |                                  |                                   | 18789,79                         |                                   |                                  |                                   | 1881,90                          |                                   |                                  |                                   | 1788,17                          |                                   |

Примечание.  $T_{\text{фон}}, ^\circ\text{C}$  – фоновое значение температуры воды в исходной воде подводящего канала;  
 $T_{\text{факт}}, ^\circ\text{C}$  – фактическая температура сбросной воды в контрольном створе протоки Старый Иртыш;  
 $T_{\text{норм}}, ^\circ\text{C}$  – допустимая температура воды теплообменных вод в контрольном створе регламентированная ЭК РК1,0 [5].

Отмеченные обстоятельства о принятии фоновых характеристик р. Иртыш по данным ведомственной лаборатории в полной мере соответствуют действующим в Республике Казахстан нормативным документам и регламентируются п.58 раздела 2 «Методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду [36].

Тщательный анализ результатов качественного состава исходной воды в подводящем канале и теплообменных вод в контрольном створе сбросного канала электрической станции показывает, что отдельные изменения в определяемых показателях состава исходной и сбрасываемой воды, обнаруженные при анализе данных за отчетный период наблюдений по всем показателям, в том числе и по нефтепродуктам, не носят систематический характер и не имеют тенденции увеличения.

Выполненный анализ качественного состава и температурного режима теплообменных вод электрической станции АО «ЕЭК» позволяют сделать вывод о том, что на современном уровне не выявлено негативного воздействия предприятия на изменение качественного состава речных вод, используемых для охлаждения конденсаторов турбин и в охладителях газомасленной системе.

Следует также отметить, что из общего объема охлаждающей воды в объеме около 2 млрд.м<sup>3</sup>/год, принятого в соответствии с технологическими потребностями ЭС, лишь около 4% ее используется для охлаждения газомасленной системы, где возможно некоторое загрязнение охлаждающей воды нефтепродуктами. Остальная вода используется для охлаждения конденсаторов турбин и является нормативно (условно) чистой. При смешении теплообменных вод, поступающих от различных локальных систем в объединенный сбросной канал, происходит их перемешивание, вследствие чего качественные показатели отводимых теплообменных вод практически не отличаются от исходной речной воды.

Правомерность полученных выводов заключается в том, что при существующей схеме охлаждения технологического оборудования не выявлено какого-либо негативного влияния предприятия на качество сбросных теплообменных вод за весь многолетний период эксплуатации электрической станции. Нашими исследованиями эти выводы подтверждаются.

Учитывая изложенное, следует отметить что для электрической станции АО «ЕЭК» на современном уровне качественные показатели сбросной воды в контрольном створе сбросного канала соответствуют аналогичным показателям исходной воды в подводящем канале, т.е. в полной мере выполняется следующее условие:  $C_{\text{сброс}} = C_{\text{исх}}$ .

В заключение хотелось бы отметить, что возможное наличие нефтепродуктов в сбрасываемых водах, как и повышенная температура, пагубно бы отразилось на обитающих в данной водной системе гидробионтах. Поэтому одним из ключевых показателей отсутствия негативного влияния сбрасываемых теплообменных вод на водный объект, в части воздействия на жизнедеятельность гидробионтов, является многолетнее выращивание в сбросном канале рыбы породы карповых. За многолетний опыт эксплуатации электрической станции АО «ЕЭК» в производстве рыбы подобных явлений в части неадекватного поведения или массовой гибели рыб не наблюдалось.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что на современном уровне не выявлено негативного воздействия предприятия на изменение загрязняющих веществ в речной воде, используемой для охлаждения конденсаторов турбин и газо-масленной системы.

Как показывает практика, принятый вариант прямоточной системы водоснабжения станции в полной мере себя оправдал. За длительный период эксплуатации негативного воздействия станции на водные ресурсы реки и окружающую среду не установлено, в первую очередь, за счет проведения

своевременных ремонтов и технического обслуживания оборудования. Также можно отметить, что электрическая станция спроектирована и эксплуатируется с учетом всех требований экологической безопасности.

Вместе с тем, руководствуясь нормами Экологического Кодекса Республики Казахстан (п.2 ст.5; п.п. 2 и 4 с.199; ст. 203) предприятию необходимо обеспечить технико-экономическое обоснование для определения и выработки предложений в части применения экологически обоснованных технологий охлаждения оборудования электрической станции для исключения возможного негативного воздействия существующей системы на трансграничный водный объект р. Иртыш.

## 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 5.1. Виды и объемы работ

Проект мониторинга химического состава реки Иртыш на участке сброса АО «ЕЭК» рассчитан на 1 месяц. Виды, условия и объемы работ представлены в таблице 16.

Таблица 16. Виды и объемы проектируемых работ

| №  | Виды работ                              | Объем   |        | Условия производства работ                                       | Вид оборудования                    |
|----|---|---------|--------|--|-------------------------------------|
|    |   | Ед. изм | Кол-во |  |                                     |
| 1  | 2                                       | 3       | 4      | 5  | 6                                   |
| 1  | Отбор проб воды                         | проба   | 27     | Производится из поверхностных вод реки Иртыш                     | Бутыль                              |
| 2  | Определение pH                          | анализ  | 3      | Потенциометрический метод  | Весы, электроды, pH-метр            |
| 3  | Определение взвешенных веществ          | анализ  | 3      | Весовой метод  | Весы, цилиндры, шкаф сушильный      |
| 4  | Определение сухого остатка              | анализ  | 3      | Весовой метод  | Шкаф сушильный, колбы, баня водяная |
| 5  | Определение перманганатной окисляемости | анализ  | 3      | Объемный метод   | Весы, бюретки, пипетки              |
| 6  | Определение растворенного кислорода     | анализ  | 3      | Объемный метод   | Весы, колбы, пипетки                |
| 7  | Определение БПК-5                       | анализ  | 3      | Объемный метод   | Термометр, весы, сушильный шкаф     |
| 8  | Определение жесткости                   | анализ  | 3      | Объемный метод   | Трилон-Б, колбы, бюретки            |
| 9  | Определение щелочности                  | анализ  | 3      | Объемный метод   | Весы, пипетки, бюретки              |
| 10 | Определение нефтепродуктов              | анализ  | 3      | Флуориметрический метод  | Весы, пипетки, колбы                |
| 11 | Камеральные работы                      |         |        | Обработка материалов опробования в специализированных программах | ЭВМ                                 |

В данной работе берется 27 проб, по 3 шт на каждый вид работ, так как вода отбирается из 3 точек контроля:

- подводящий канал,
- сбросной канал,
- 500 м ниже сброса.

## 5.2. Расчет затрат труда и времени по видам работ

### 5.2.1. Расчет затрат времени

Затраты времени и труда рассчитываются на основании технического плана. Результат расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты времени по времени работ

| №  | Вид работ                                    | Объем    |         | Норма времени по ССН | Коэф-ты | Табл. по ССН           | Итого времени на объем |
|----|--|----------|---------|----------------------|---------|------------------------|------------------------|
|    |  | Ед. изм. | Кол-во. |                      |         |                        |                        |
| 1  | 2  | 3        | 4       | 5                    | 6       | 7                      | 8                      |
| 1  | Отбор проб воды из реки на химический анализ | проба    | 27      | 0,22                 | 1       | Рекомендации *, табл.1 | 5,94                   |
| 2  | Определение рН                               | анализ   | 3       | 0,04                 | 1       | ССН, вып. 7, н. 189    | 0,12                   |
| 3  | Определение взвешенных веществ               | анализ   | 3       | 0,83                 | 1       | ССН, вып. 7, н. 166    | 2,49                   |
| 4  | Определение сухого остатка                   | анализ   | 3       | 0,08                 | 1       | ССН, вып. 7, н. 335    | 0,24                   |
| 5  | Определение перманганатной окисляемости      | анализ   | 3       | 0,05                 | 1       | ССН, вып. 7, н. 250    | 0,15                   |
| 6  | Определение растворенного кислорода          | анализ   | 3       | 0,09                 | 1       | ССН, вып. 7, н. 224    | 0,18                   |
| 7  | Определение БПК-5                            | анализ   | 3       | 0,22                 | 1       | Рекомендации *, табл.2 | 0,66                   |
| 8  | Определение жесткости                        | анализ   | 3       | 0,05                 | 1       | ССН, вып. 7, н. 206    | 0,15                   |
| 9  | Определение щелочности                       | анализ   | 3       | 0,08                 | 1       | ССН, вып. 7, н. 292    | 0,24                   |
| 10 | Определение нефтепродуктов                   | анализ   | 3       | 0,31                 | 1       | Рекомендации *, табл.2 | 0,93                   |
| 11 | Камеральные работы                           |          | 27      | 0,3                  | 1       | ССН, вып. 2, табл. 54  | 8,1                    |

При расчете затрат времени необходимо учитывать категорию трудности местности производства работ, поправочный коэффициент за ненормализованные условия. Расчет затрат времени определен с помощью ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы». При расчете норм длительности принята 40-часовая рабочая неделя.

Рекомендации\* – Расчетные затраты времени на проведение основных видов работ в лабораториях водопроводно- канализационного хозяйства»

### 5.2.2. Расчет затрат труда

В таблице 18 представлены расчеты затрат труда (на каждый вид работ).

Таблица 18 – Расчет затрат труда (на каждый вид работ)

| №  | Вид работ                                   | Т     | Инженер-химик | Лаборант     |
|----|---|-------|---------------|--------------|
|    |   |       | Н, чел/смена  | Н, чел/смена |
| 1  | Отбор проб воды из рек на химический анализ | 5,94  | 5,94          | –            |
| 2  | Определение рН                              | 0,24  | 0,12          | 0,12         |
| 3  | Определение взвешенных веществ              | 4,98  | 2,49          | 2,49         |
| 4  | Определение сухого остатка                  | 0,48  | 0,24          | 0,24         |
| 5  | Определение перманганатной окисляемости     | 0,3   | 0,15          | 0,15         |
| 6  | Определение растворенного кислорода         | 0,36  | 0,18          | 0,18         |
| 7  | Определение БПК-5                           | 1,32  | 0,66          | 0,66         |
| 8  | Определение жесткости                       | 0,3   | 0,15          | 0,15         |
| 9  | Определение щелочности                      | 0,48  | 0,24          | 0,24         |
| 10 | Определение нефтепродуктов                  | 1,86  | 0,93          | 0,93         |
| 11 | Камеральные работы                          | 8,1   | 8,1           | –            |
|    | Итого:                                      | 24,36 | 19,2          | 5,16         |

В соответствии с объемом и сроками работ геоэкологический мониторинг на территории объекта исследований будет проводиться

производственной группой, в состав которой входит 2 человека: инженер-химик и лаборант.

### 5.3. Расчет сметной стоимости проектируемых работ

#### 5.3.1. Расчет затрат материалов

Расчет затрат материалов (для полевого и камерального периодов) для данного проекта осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества. Результаты расчета затрат материалов представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Расход материалов на проведение геоэкологических работ

| Наименование и характеристика изделия | Единица | Количество | Цена, руб | Сумма, руб |
|---------------------------------------|---------|------------|-----------|------------|
| Полевые работы                        |         |            |           |            |
| Журналы регистрационные               | шт      | 2          | 90        | 180        |
| Книжка этикетная                      | шт      | 3          | 50        | 150        |
| Карандаш простой                      | шт      | 3          | 10        | 30         |
| Резинка ученическая                   | шт      | 2          | 15        | 30         |
| Ручка шариковая                       | шт      | 1          | 10        | 10         |
| Бутылка стеклянная 0,5 л              | шт      | 27         | 16        | 432        |
| Скотч                                 | шт      | 1          | 20        | 20         |
| Ножницы                               | шт      | 1          | 100       | 100        |
| Камеральные работы                    |         |            |           |            |
| Карандаш простой                      | шт      | 2          | 10        | 20         |
| Резинка ученическая                   | шт      | 1          | 15        | 15         |
| Ручка шариковая                       | шт      | 2          | 10        | 20         |
| Угольник чертежный                    | шт      | 1          | 17        | 17         |
| Итого:                                |         |            |           | 1 024      |

*Расчет амортизации оборудования.* Амортизация компьютерного оборудования в виде нормы амортизации, рассчитанной в зависимости от балансовой стоимости оборудования и его срока использования.

Норма амортизации рассчитывается как ежемесячный процент от первоначальной стоимости имущества:

$K=1/n * 100$ , где  $K$  – коэффициент амортизации;  $n$  – срок полезной эксплуатации объекта в месяцах.

Сумма амортизации определяется как:

$A=Cr*K$ , где  $A$  – сумма амортизации за месяц;  $Cr$  – начальная стоимость основного средства;  $K$  – норма амортизации.

Так, срок полезной службы компьютера первоначальной стоимостью в 50 000 рублей установлен равным 24 месяца. Соответственно, ежемесячная норма амортизации составит 4,2%. Таким образом, амортизационные отчисления равны 2 100 рублей.

### 5.3.2. Расчет оплаты труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Таким образом формируется оплата труда. С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников, составляется при учете страховых взносов, затрат на материалы, амортизацию оборудования, командировок и резерва. Расчет оплаты труда представлен в таблице 20.

Количество отработанных смен определялось с учетом затрат времени каждого работника на тот или иной тип работ. Оплата одной смены определялась отношением оклада за 1 месяц к общему количеству смен, рассчитанному в таблице 20. Итоговая зарплата определяется следующим образом: количество отработанных смен\*оплата 1 смены\*районный коэффициент.

Например, оклад инженера-химика за месяц примем равным 30 000 рублей. Оклад за 1 смену получим, разделив 30 000 на количество смен, равное 22.

Таблица 20 – Расчет оплаты труда

| №               | Статьи основных расходов          | Оклад за смену, руб | Затраты труда, чел/смена | Районный коэффициент | Итого, руб |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|------------|
| 1               | 2                                 | 3                   | 4                        | 5                    | 6          |
| Основная з/п:   |                                   |                     |                          |                      |            |
| 1               | Инженер-химик                     | 1 363,64            | 19,2                     | 1                    | 26 181,88  |
| 2               | Лаборант                          | 1 000               | 5,16                     | 1                    | 5 160,00   |
| Всего за месяц: |                                   |                     |                          |                      | 31 341,88  |
| 2               | Дополнительная з/п (7,9%)         |                     |                          |                      | 2 476,01   |
|                 | Итого фонд заработной платы (ФЗП) |                     |                          |                      | 33 817,83  |
| 3               | Страховые взносы (30%)            |                     |                          |                      | 10 145,35  |
|                 | Фонд оплаты труда                 |                     |                          |                      | 43 963,18  |
| 5               | Резерв (3%) от ФЗП                |                     |                          |                      | 1 014,53   |
| Итого:          |                                   |                     |                          |                      | 47 977,77  |

Районный коэффициент равен 1, так как объект исследования находится в Павлодарской области Республики Казахстан.

Сумма определенных таким образом зарплат составляет фонд оплаты труда.

Дополнительная заработная плата равно 7,9% от основной заработной платы, за счет которой формируется фонд для оплаты отпуска.

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы (ФЗП), т.е суммы основной и дополнительной заработной платы.

Резерв на непредвиденные работы и затраты колеблется от 3-6% (возьмем 3%).

#### 5.4. Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

Общий расчет сметной стоимости геоэкологического проекта (таблица 21) оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работы по проекту и подразделяются на эколого-геохимические работы и сопутствующие работы и затраты.

Таблица 21 – Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ.

| Статьи затрат                                | Объем        |        | Полная сметная стоимость, руб. |
|--|--------------|--------|--------------------------------|
|  | Ед. изм      | Кол-во |                                |
| <b>I. Основные расходы</b>                   |              |        |                                |
| Материальные затраты                         | %ПР          | 100    | 1 024                          |
| Затраты на оплату труда                      | %ПР          | 100    | 47 977,77                      |
| Амортизационные отчисления                   | %ПР          | 100    | 2 100,00                       |
| Итого основные расходы                       |              |        | 51 101,77                      |
| <b>II. Накладные расходы</b>                 | % от ОР      | 10     | 5 110,18                       |
| Итого основных и накладных расходов (ОР+НР): |              |        | <b>56 211,95</b>               |
| <b>III. Плановые накопления</b>              | % от (ОР+НР) | 15     | <b>8 431,79</b>                |
| <b>IV. Резерв</b>                            | % от ОР      | 3      | <b>1 533,30</b>                |
| Итого сметная стоимость                      |              |        | <b>66 177,04</b>               |
| НДС  | %            | 18     | <b>11 911,87</b>               |
| <b>Итого с учетом НДС:</b>                   |              |        | <b>78 088,91</b>               |

На эту базу начисляются проценты, обеспечивающие организацию и управление работ по проекту, так называемые расходы, за счет которых осуществляются содержание всех функциональных отделов структуры предприятия.

Накладные расходы составляют 10% основных расходов.

Плановые накопления – затраты, которые предприятие использует для создания нормативной прибыли.

Существует утвержденный норматив «Плановых накоплений» равный 10-30% от суммы основных и накладных расходов. Выбирается норматив по согласованию с заказчиком. В данном проекте взят норматив 15%.

Компенсированные затраты – затраты, не зависящие от предприятия, предусмотренные законодательством и возмещаемые заказчиком по факту их исполнения. К компенсируемым затратам относятся: производственные командировки; полевые довольствия; доплаты и компенсации; премии и т.д.

Резерв используется на непредвиденные работы и затраты и предназначен для возмещения расходов, необходимость в которых выявилась в процессе производства геоэкологических работ и не могла быть учтена при составлении проектно-сметной документации. Резерв составляет 3% от основных затрат.

## 6. Социальная ответственность

В данной работе оценивается химический состав и качество вод реки Иртыш в районе электрической станции АО «ЕЭК».

Аксуская электрическая станция (ЭС) АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» является действующей базовой конденсационной электростанцией с установленной электрической мощностью 2450 МВт. Исследуемая территория располагается в 19 км от областного центра г. Павлодар, расположенном на северо-востоке Республики Казахстан. Промышленная площадка ЭС расположена в 9 км к северо-западу от г. Аксу на левобережье реки Иртыш на расстоянии 1,4 км западнее основного русла реки. С юго-востока на расстоянии 2 км от промплощадки располагается рабочий поселок Аксу.

Подготовительный этап работы заключается в сборе, анализе и систематизации данных о реке Иртыш, о физико-географических условиях формирования естественных и эксплуатационных ресурсов, о гидрогеологических условиях района водозабора и эффективности очистки сточных вод. Выбранный комплекс химических и органолептических показателей рассчитан на обнаружение техногенного воздействия со стороны различных бытовых, сельскохозяйственных объектов и промышленного узла, расположенных по берегам р. Иртыш. Отбор проб осуществляется ежемесячно.

### 6.1. Производственная безопасность

В результате проведения работ по отбору проб воды работник подвергается систематическому воздействию различных факторов, таких как опасные явления, процессы или объекты различной природы (физической, химической, биологической, психофизической), способных в определенных условиях наносить ущерб здоровью.

К работе допускаются лица, которые имеют соответствующее

специальное образование, прошедшие медицинский осмотр, инструктаж по охране труда, а также проверку знаний.

В таблице 22 приведены основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы.

Таблица 22. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

| Этапы  | Наименование видов работ   | Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ [37])  |                     | Нормативный документ   |
|--|--|---|---------------------|--|
|  |  | Вредные   | Опасные             |  |
| Полевой, подготовительный                                  | Отбор проб природных вод с помощью батометра и бутылок             | 1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе<br>2. Тяжесть и напряженность физического труда<br>3. Повреждение в результате контакта с насекомыми |                     | Р 2.2.755-99 [38]<br>ГОСТ 12.2.005-88. ССБТ [39]   |
| Лабораторно-аналитические исследования, камеральные работы | Подготовка проб  | 1 Отклонение параметров микроклимата в помещении.<br>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны   | 1.Электрический ток | ГОСТ 12.1.038-82 [40]<br>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[41]<br>СанПиН 2.2.4.548-96 [42]<br>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[43]<br>СП 52.13330.2011 [44] |
|  | Проведение анализов воды в специальной аккредитованной лаборатории |   |                     |  |
|  | Обработка информации на ЭВМ с жидкокристаллическим дисплеем        |   |                     |  |
|  | Работа с картографическими и иными видами документов               |   |                     |  |

Специалисты, являющиеся непосредственными руководителями работ или исполнителями работ, должны проходить проверку знаний правил безопасности не реже одного раза в год. Результаты проверки должны быть занесены в "Журнал проверки состояния охраны труда".

Все работники бригады должны знать и уметь самостоятельно оказывать первую помощь пострадавшему. Бригада должна быть обеспечена аптечкой первой помощи. Медикаменты должны пополняться по мере расходования и с учетом сроков их годности.

6.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятия по их устранению

#### Полевой этап

А) Отклонение параметров микроклимата на открытом воздухе

Производственный микроклимат представляет собой комплекс физических факторов, обуславливающих теплообмен человека с окружающей средой и его тепловое состояние, влияющих на самочувствие, здоровье, работоспособность.

Средняя годовая температура воздуха на территории исследования равна 5 °С. Абсолютный максимум температуры равен плюс 40 °С, абсолютный минимум – минус 45 °С.

Полевые работы проводятся круглогодично, поэтому в данном разделе рассмотрены меры, предназначенные для защиты работников от охлаждения и перегревания на рабочем месте и регулируемые МР2.2.8.0017-10 [45].

Охлаждение работающих на открытом воздухе зависит от комплекса различных факторов: температуры воздуха, скорости ветра, теплозащитных показателей спецодежды и других средств индивидуальной защиты и продолжительности пребывания на открытом воздухе. Для нормализации теплового состояния и предупреждения переохлаждения организма необходимо проводить обогрев работающих. Режим обогрева, частота и длительность представляемых регламентированных перерывов устанавливаются в зависимости от эквивалентной температуры и тяжести

труда. Обогрев работающих должен проводиться при снятой верхней одежде и обуви с преимущественным использованием радиационных способов обогрева. Использование для обогрева открытых источников тепла, из которых в зону дыхания работающих могут поступать топочные газы («коксовки», мазутные горелки и т. п.) не допускается. В пунктах для обогрева рекомендуется оборудовать устройства для быстрого согревания рук и ног (столы с обогреваемыми ячейками для рук, обогреваемые ящики-подставки для ног) с возможностью регулирования в них температуры от +30 до +45° С, а также устройства для быстрого прогрева (просушки) рукавиц, головных уборов, верхней одежды и обуви. В помещениях для обогрева следует предусмотреть возможность приготовления и хранения горячих напитков (чай, кофе). Для защиты от холода работающим должна выдаваться теплая спецодежда и спецобувь. Спецодежда должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.303-2016 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования» [46]. Для улучшения защиты рук от холода рекомендуется при температуре ниже +5° С поддевать под защитные рукавицы шерстяные перчатки, а при понижении температуры ниже –20° С меховые рукавицы. Для защиты ног от переохлаждения следует применять утепленную обувь. Рекомендуется валяная обувь с утолщенной подошвой, либо кожаная обувь с влагозащитной пропиткой, вкладышем-утеплителем и вкладной утепленной стелькой. Для защиты ног рекомендуется также одевать две пары шерстяных носок разного размера. Для защиты открытых участков кожных покровов рекомендуется применять жировые вещества, типа гусиного жира.

Повышенные температуры воздуха вредно влияют на организм. Ухудшается самочувствие, состояние здоровья, понижается работоспособность. Работы на открытом воздухе в жаркое время года необходимо тщательно планировать, режим труда и отдыха для таких работ

должен соответствовать устанавливаемым нормативными документами требованиям. В соответствии с МР 2.2.8.0017-10 (Методические Рекомендации «Гигиена труда. Средства коллективной и индивидуальной защиты. Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года» [45], устанавливающих гигиенические требования к режиму работ в нагревающем микроклимате и на открытой местности), допустимая продолжительность непрерывного пребывания в нагревающем микроклимате зависит от энергозатрат. В среднем для температур 26-28 °С при крайне низких физических нагрузках суммарная длительность составляет 3-5 часов, а при очень высоких показателях энергозатрат – от 1,5 до 2,5; режим «работа-отдых» таким образом выглядит как 25-40 минут работы для легких работ, и 10-20 минут для тяжелых в течение одного часа. Затем необходимо провести время в помещении с комфортным микроклиматом (15-20 минут – легкие работы; для более тяжелых время увеличивается).

Некоторые рекомендации при повышенных температурах на открытом воздухе:

- Ограничивать пребывание на воздухе. Организовывать отдых каждые 15-20 минут в охлаждаемом помещении, либо помещении с нормальной температурой (на уровне 24-25 °С).
- Работа при более 37 °С относится к опасным. Планировать работу так, чтобы опасные работы проводились в утреннее или вечернее время.
- Соблюдать питьевой режим. Температура воды и напитков должна составлять 12-15 °С.
- На открытом воздухе необходимо использовать головные уборы, солнцезащитные очки.

Б) Повреждение в результате контакта с насекомыми

В районе исследования очень большое количество кровососущих насекомых – мошек, комаров, клещей. Профилактика клещевого энцефалита имеет большое значение в полевых условиях. При заболевании энцефалитом происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Примерно у 50% больных, перенесших клещевой энцефалит, надолго сохраняется паралич мышц, шеи и рук. Меры профилактики сводятся к регулярным осмотрам одежды и тела не реже одного в два часа и своевременному проведению вакцинации. Противозенцефалитные прививки создают у человека устойчивый иммунитет к вирусу на целый год.

В соответствии с ГОСТ 12.1.008-76 [47], для предотвращения укусов клещей все работники должны быть обеспечены энцефалитными костюмами, индивидуальными медицинскими пакетами и средствами защиты (специальные мази, кремы, лосьоны, репелленты, спреи).

#### В) Тяжесть и напряженность физического труда

Тяжесть физического труда оценивают по ряду показателей, выраженных в эргометрических величинах, характеризующих трудовой процесс, независимо от индивидуальных особенностей человека, участвующего в этом процессе. Основными показателями тяжести трудового процесса являются: – физическая динамическая нагрузка; – масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную; – стереотипные рабочие движения; – статическая нагрузка; – рабочая поза; – наклоны корпуса; – перемещение в пространстве.

Напряженность труда характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем преимущественно интенсивной работы мозга по получению и переработке информации. Кроме того, при оценке степени напряженности учитывают эргономические показатели: сменность труда, позу, число движений и т.п. Так, если плотность воспринимаемых сигналов не превышает 75 в час, то работа характеризуется как легкая; 75-175 – средней тяжести; свыше 176 – тяжелая работа. При оценке

напряженности умственного труда используют показатели внимания, напряженности зрительной работы и слуха, монотонности труда.

По Р 2.2.755-99 [38] оценим тяжесть и напряженность трудового процесса по соответствующим им критериям и классификации, отраженных в табл. 17 и 18 настоящего норматива.

Класс условий труда по показателям тяжести трудового процесса – оптимальный (легкая физическая нагрузка).

Класс условий по показателям напряженности трудового процесса – допустимый (напряженность труда средней степени).

#### Лабораторный и камеральный этап

А) Отклонение показателей микроклимата в помещении

Состояние микроклимата производственного помещения характеризуется следующими показателями: температурой, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, интенсивностью теплового излучения от нагретой поверхности.

Нормы производственного микроклимата установлены СанПиН 2.2.4.548-96 [42] и ГОСТ 12.1.005-88 [39].

Таблица 23. Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96 [42]

| Период года | Категория тяжести выполняемых работ | Температура воздуха, С <sup>0</sup> | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/сек |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Холодный    | легкая Ia                           | 20-25                               | 15-75                              | 0,1                              |
|             | тяжелая Ib                          | 19-24                               | 15-75                              | 0,1-0,2                          |
| Теплый      | легкая Ia                           | 21-28                               | 15-75                              | 0,1-0,2                          |
|             | тяжелая Ib                          | 20-28                               | 15-75                              | 0,1-0,3                          |

Примечание:

Категория Ia – работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Категория Ib – работы с интенсивностью энерготрат 121-150 ккал/ч

(140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96. Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами вентиляции воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции воздуха.

В производственных помещениях необходимо предусматривать систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещениях в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать 2-3 С<sup>0</sup>.

Для подачи воздуха в помещение используются системы механической вентиляции, кондиционирования, а также естественная вентиляция (проветривание помещений), регулируется температура воздуха с помощью кондиционеров как тепловых, так и охлаждающих.

#### Б) Недостаточная освещенность рабочего места

Свет имеет большое значение в жизнедеятельности человека, в сохранении его здоровья, и высокой работоспособности. Недостаток освещения рабочего места вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости, а также вызывают апатию и сонливость, а в некоторых случаях способствует развитию чувства тревоги. Избыток освещения снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения.

Это может привести к несчастным случаям или профзаболеваниям, поэтому необходим правильный расчет освещенности.

В помещениях лаборатории и зала с ПЭВМ освещение является

совмещенным (естественное освещение, дополненное искусственным). Гигиенические требования по освещению данных помещений показаны в СП РК 2.04-104-2012 [47].

Искусственное освещение подразделяется на общее и местное. При общем освещении светильники устанавливаются в верхней части помещения параллельно стене с оконными проемами, что позволяет их включать и отключать последовательно в зависимости от изменения естественного освещения. Выполнение таких работ, как, например, обработка документов, требует дополнительного местного освещения, концентрирующего световой поток непосредственно на орудия и предметы труда. Освещенность на поверхности стола должна быть 300-500 лк. Местное освещение не должно давать блики. Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света (ЛДС), установленным в верхней части помещения. В лабораториях при работе с экраном дисплея и в сочетании с работой над документами, рекомендуется освещенность 400 лк при общем освещении.

6.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

*Лабораторный и камеральный этап*

А) Электрический ток

Источником электрического тока при проведении анализов на оборудовании, а также при работе на ПЭВМ могут быть перепады напряжения, высокое напряжение и вероятность замыкания человеком электрической цепи.

Воздействие на человека – поражение электрическим током, пребывание в шоковом состоянии, психические и эмоциональные расстройства. Электрические установки (компьютер, принтер, сканер, настольные лампы, провода и др.) представляют для человека большую

потенциальную опасность, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает:

- термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов);
- электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава);
- биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается судорожными сокращениями мышц).

Поражение электрическим током или электрической дугой может произойти в случае, если произошло прикосновение к токоведущим частям установки или ошибочным действиям выполнения работ и др.

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Основными мерами по обеспечению безопасности являются: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования аудитории; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током; предупредительная сигнализация и блокировки; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов. Данный фактор регламентируется нормативными документами ГОСТ 12.1.019-79\* [48], ГОСТ 12.1.030-81 [49], ГОСТ 12.1.038-82 [40].

## 6.2. Экологическая безопасность

При выполнении проектных работ или эксплуатации оборудования действующим природоохранным законодательством предусмотрены

мероприятия по охране окружающей среды.

Обеспечение экологической безопасности на территории РК, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии Экологического кодекса Республики Казахстан [50]. Безопасность экологическая - состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное (промышленность, строительство) и сельскохозяйственное.

Можно выделить несколько групп наиболее важных взаимодействий энергоустановок с конденсированными компонентами окружающей среды:

- водопотребление и водоиспользование, обуславливающие изменение естественного материального баланса водной среды (перенос солей, питательных веществ и др.).

- осаждение на поверхность твердых выбросов продуктов сгорания органических топлив из атмосферы, вызывающее изменение свойств воды, ее цветности, альбедо и пр.

- выпадение на поверхность в виде твердых частиц и жидких растворов продуктов выбросов в атмосферу, в том числе: кислот и кислотных остатков; металлов и их соединений; канцерогенных веществ.

- выбросы непосредственно на поверхность суши и воды продуктов сжигания твердых топлив (зола, шлаки), а также продуктов продувок, очистки поверхностей нагрева (сажа, зола и пр.).

- выбросы на поверхность воды и суши жидких и твердых топлив при транспортировке, переработке, перегрузке.

- выбросы твердых и жидких радиоактивных отходов, характеризующиеся условиями их распространения в гидро - и литосфере.

- выбросы теплоты, следствиями которых могут быть: локальное постоянное повышение температуры в водоеме; временное повышение

температуры; изменение условий ледостава зимнего гидрологического режима; изменение условий паводков; изменение распределений осадков, испарений, туманов.

- создание водохранилищ в долинах рек или с использованием естественного рельефа поверхности, а также создание искусственных прудов-охладителей, что вызывает: изменение качественного и количественного состава речных стоков; изменение гидрологии водного бассейна; увеличение давления на дно, проникновение влаги в разломы земной коры и изменение сейсмичности; изменение условий рыболовства, развития планктона и водной растительности; изменение микроклимата; изменения условий отдыха, спортивных занятий, бальнеологических и других факторов водной среды.

- изменение ландшафта при сооружении разнородных энергетических объектов, потреблении ресурсов литосферы в том числе: вырубка лесов, изъятие из сельскохозяйственного оборота пахотных земель, лугов; взаимодействие берегов с водохранилищами.

- воздействие выбросов, выносов и изменение характера взаимодействия водных бассейнов с сушей на структуру и свойства континентальных шельфов.

#### *Воздействие объекта на атмосферу*

Различные компоненты продуктов сгорания топлива, выбрасываемые в атмосферу и во время пребывания там ведущие себя по-разному (изменяется температура, свойства, фазовые и агрегатные состояния, образуются и разлагаются химические соединения, смеси) называются примесными выбросами.

Происходящие в продуктах сгорания при движении их в пределах энергоустановки, изменения обусловлены высокими абсолютными температурами, большими перепадами температур, высокими скоростями движения, взаимодействием с конструкционными материалами (огнеупорные

и изоляционные материалы, металлы и сплавы), а также взаимодействиями, происходящими в этих условиях.

При выходе в атмосферу выбросы содержат продукты реакций в твердой, жидкой и газовой фазах. Изменения состава выбросов после их выхода могут проявляться в виде: осаждения тяжелых фракций; распада на компоненты по массе и размерам; химические реакции с компонентами воздуха; взаимодействия с воздушными течениями, облаками, атмосферными осадками, солнечным излучением различной частоты (фотохимические реакции) и др.

В результате состав выбросов может существенно измениться, могут образоваться новые компоненты, поведение и свойства которых (в частности, токсичность, активность, способность к новым реакциям) могут значительно отличаться от исходных. Не все эти процессы в настоящее время изучены с достаточной полнотой, но по наиболее важным имеются общие представления, касающиеся газообразных, жидких и твердых веществ.

Газообразные выбросы: – образуют соединения углерода, серы и азота. Окислы углерода практически не взаимодействуют с другими веществами в атмосфере и время их существования почти не ограничено. К числу примесей относятся, прежде всего, окись и двуокись углерода. Одним из наиболее токсичных газообразных выбросов энергоустановок является сернистый ангидрид -  $\text{SO}_2$ . Он составляет примерно 99% выбросов сернистых соединений, содержащихся в уходящих газах котлоагрегатов. Воздействие серы на людей, животных и растения, а также на различные вещества разнообразна и зависит от концентрации и от различных факторов окружающей среды. В процессе горения азота образует с кислородом ряд соединений:  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Аэрозоли подразделяются на первичные - непосредственно выбрасываемые в атмосферу, и вторичные - образуемые при превращениях в атмосфере. Время существования аэрозолей в атмосфере колеблется от минут до месяцев, в зависимости от многих

факторов. Крупные аэрозоли на высоте 1 км существуют 2-3 суток, в тропосфере - 5-10 суток, в стратосфере - до нескольких месяцев.

Выбросы твердых частиц: Размеры частиц могут сильно отличаться. Скорость осаждения частиц определяется в зависимости от их размеров и свойств, а также от свойств воздуха. Значительная доля примесей выпадает вблизи источника. Для тяжелых примесей характерна меньшая зависимость от толщины приземного слоя, чем для легких. Вследствие большой дисперсности частиц максимумы их концентрации разнесены в пространстве.

Выбросы влаги: Поступление влаги в атмосферу от энергетических объектов вызывается различными процессами, имеющими различные температуры и энергии (сгорание топлива, продувки, протечки и др.).

Поведение влаги в атмосфере, в свою очередь, отличается разнообразием и связано с локальными концентрациями и фазовыми переходами.

Ключевыми направлениями по снижению выбросов в атмосферу являются:

1. Повышение энергоэффективности предприятий теплоэнергетики.
2. Расширение использования возобновляемых источников энергии.
3. Улучшение качества сжигаемого топлива (например, сжигание угля и мазута с низким содержанием серы) и использование экологически более чистого вида топлива.
4. Применение новых технологий сжигания органического топлива.
5. Использование технологических методов подавления образования оксидов азота в топках котлов.
6. Очистка дымовых газов от загрязняющих веществ.
7. Снижение неконтролируемых выбросов.
8. Проведение реконструкции и ремонта электрофильтров

*Воздействие объекта на гидросферу и литосферу*

Примесные загрязнения могут суммарно воздействовать на

естественный круговорот и материальные балансы тех или иных веществ между гидро -, лито- и атмосферой.

Приведенная группировка разнородных влияний энергетики на гидро - и литосферу условна, так как все указанные взаимодействия связаны между собой и каждое взаимодействие не может рассматриваться изолированно, что затрудняет и количественные оценки.

Из анализа общих схем взаимодействия энергетических установок с окружающей средой следует, что основным фактором взаимодействия ТЭС с водной средой является потребление воды техническими системами водоснабжения, в том числе безвозвратное потребление воды. Основная часть расхода воды в этих системах - на охлаждение конденсаторов паровых турбин. Остальные потребители технической воды (системы золо - и шлакоудаления, химводоочистки, охлаждения и промывки оборудования) потребляют около 7% общего расхода воды. В то же время именно эти потребители воды являются основными источниками примесного загрязнения.

Водный баланс ТЭС зависит от организации системы технического водоснабжения. Для системы гидрозолоудаления используется вода из системы охлаждения подшипников. На химводоочистку может поступать циркуляционная вода после выхода ее из конденсаторов.

При промывке поверхностей нагрева котлоагрегатов серийных блоков ТЭС мощностью 300МВт образуется до 10 тыс. кубических метров разбавленных растворов соляной кислоты, едкого натра, аммиака, солей аммония, железа и других веществ.

Ведущиеся наблюдения и исследования выявляют воздействие ТЭС на водный бассейн в зависимости от конструкции подводящих и отводящих каналов, фильтров, сбросных устройств.

Основными видами примесных выбросов энергетических объектов, поступающих на поверхность гидро - и литосферы, являются твердые

частицы, выносимые в атмосферу дымовыми газами и оседающие на поверхность (пыль, зола, шлаки), а также горючие компоненты продуктов обогащения, переработки и транспортировки топлив. Весьма вредными загрязнениями поверхности гидро - и литосферы является жидкое топливо, его компоненты и продукты его потребления и разложения.

Мероприятиями по снижению загрязнения гидро- и литосферы являются:

1. Еженедельные обходы территорий инженером-экологом для контроля за сбором и размещением отходов производства и их хранением
2. Рекультивация нарушенных земель секции золоотвала

### 6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) – обстановка на определенной территории сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [1].

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС.

Чрезвычайные ситуации могут быть классифицированы по значительному числу признаков:

1. по происхождению (антропогенные, природные);
2. по продолжительности (кратковременные затяжные);
3. по характеру (преднамеренные, непреднамеренные);

4. по масштабу распространения.

Источниками загрязнения являются:

- атмосферные осадки, содержащие пыль и загрязняющие вещества;
- места хранения отходов производства, полигоны коммунальных и бытовых отходов;
- подземные воды, получающие загрязняющие вещества от золошлаконакопителя (ЗШН);
- хлор на блоке фильтровальной станции.

Рассмотрим один из возможных вариантов ЧС – выброс хлора на блоке фильтровальной станции.

Блок фильтровальной станции (БФС) предназначен для бесперебойной подачи хоз. питьевой и пожарной воды для промплощадки станции и поселка Аксу. Очищенная и обеззараженная вода должна соответствовать требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» [51]. Для обеспечения указанного качества воды принят следующий метод очистки: коагуляция исходной воды сернокислым алюминием в смесителях, осветление в осветлителях, фильтрование на скоростных фильтрах. Для улучшения процесса коагуляции и предотвращения развития микрофлоры в очистных сооружениях запроектировано хлорирование воды жидким хлором в два этапа: первичное хлорирование – основная доза вводится в смеситель, вторичное хлорирование – меньшая доза, вводится в трубопровод профильтрованной воды. Процесс хлорирования исходной воды непрерывный, поэтому на БФС постоянно хранится запас жидкого хлора в специальных металлических контейнерах.

БФС находится в 9 км от северной границы г. Аксу, в 3 км от южной границы поселка Аксу. В связи с тем, что на БФС постоянно имеется запас хлора, то возникает угроза аварии и заражения большой территории и возможно поражение людей. Наибольшая работающая смена на блоке

фильтровальной станции 7 человек. Наибольшая работающая смена на станции днем 1600 человек.

Аппаратчик БФС немедленно докладывает об аварии начальнику смены хим. цеха, начальнику смены станции (НСС), немедленно окриком оповещает рабочих и служащих БФС об опасности, дает распоряжение применять средства защиты органов дыхания и принимает меры для эвакуации их в безопасный район.

НСС немедленно докладывает о случившейся аварии согласно схемы оповещения и оказывает содействие в обеспечении всем необходимым для ликвидации аварии.

Персонал, занятый в ликвидации аварии, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты.

Для предупреждения и предотвращения ЧС на предприятии действует отдел ГО и ЧС, который решает задачи выявления потенциальных источников ЧС на территории предприятия и риск их возникновения. На основе проведенного анализа с помощью специальных методик выявляются потенциально опасные производственные объекты и на основе этого прогнозируются последствия воздействия возможных ЧС на население и подведомственные территории. Отталкиваясь от полученных результатов, осуществляется выбор, обоснование и реализация направлений деятельности обеспечения защиты населения и территории предприятия. К ним относятся:

- осуществление комплекса профилактических мероприятий по предотвращению возникновения и снижению ущерба от ЧС;
- организация защиты населения и его жизнеобеспечения в ЧС;
- обеспечение устойчивости работы хозяйственных объектов в ЧС;
- организация аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения и зонах заражения.

#### 6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К любым видам работ допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие специальное образование и прошедшие медицинское освидетельствование.

Также специалисты допускаются к исполнению своих обязанностей только после прохождения вводного инструктажа о соблюдении мер безопасности, инструктажа на рабочем месте и после собеседования по вопросам техники безопасности.

Прохождение инструктажа обязательно для всех специалистов независимо от их образования, стажа работы и должности, а также для студентов и стажеров, проходящих практику или производственное обучение. Периодический инструктаж должен проводиться на рабочем месте дважды в год. Проведение всех видов инструктажа регистрируется в журнале.

При переводе сотрудника на новые виды работ, незнакомые операции, перед работой с новыми веществами, а также в случае нарушения работником правил техники безопасности проводится внеплановый инструктаж.

Проведение вводного инструктажа, контроль выполнения правил техники безопасности и ведение журнала инструктажа осуществляет назначенное начальником участка должностное лицо, в подчинении которого находятся ответственные рабочих помещений.

Руководствуясь трудовым законодательством [52], режим труда и отдыха предусматривают с учетом специфики труда всех специалистов на участке. Нормальная продолжительность рабочего времени сотрудников не может превышать 41 ч в неделю. Основным режимом работы является пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями. При пятидневной рабочей неделе продолжительность ежедневной работы определяется правилами внутреннего трудового распорядка.

Работы, проводимые в полевых условиях, в том числе сезонные, должны планироваться и выполняться с учетом конкретных природно-климатических условий и специфики района работ (обучение работников приемам и навыкам, связанным с особенностями района работ и информирование их о наличии специфических опасностей в данном районе, проведение профилактических прививок, подбор специального снаряжения и др.).

В соответствии с нормативным документом ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах» [53], к полевым работам на территории исследования применяются следующие требования охраны труда:

- Не допускается проводить маршруты в одиночку;
- При проведении работ в районах, где имеются кровососущие насекомые и таежные клещи, работники полевых подразделений должны быть обеспечены соответствующими средствами защиты (спецодежда, репелленты, пологи и др.);
- При ухудшении метеорологической обстановки (снегопад, гроза, густой туман и т.п.), появлении признаков пожара и возникновения других чрезвычайных ситуаций следует прекратить движение по маршруту и принять меры, обеспечивающие безопасность личного состава группы;
- Работа в маршруте должна проводиться только в светлое время суток и прекращаться с таким расчетом, чтобы все работники успели вернуться в лагерь до наступления темноты;
- Все работы должны выполняться с соблюдением требований охраны окружающей среды;
- Пострадавшим и внезапно заболевшим должна быть оказана неотложная медицинская помощь на месте работы и при необходимости организована доставка их в лечебное учреждение.

## Заключение

В данной работе было оценено влияние Аксуской электрической станции АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» на качество воды р. Иртыш на участке сброса сточных вод предприятия. Для достижения данной цели была дана характеристика химического состава природных поверхностных вод р. Иртыш, оценено современное состояние, а также выявлена степень загрязнения по результатам ИЗВ.

В основу работы положены данные по составу вод р. Иртыш территории, условно поделенной на 2 участка: до и после сброса, полученных при изучении справочных данных, проектной документации, отчетных данных АО «ЕЭК», результатов производственного мониторинга, информации, опубликованной в монографиях, справочниках и ежегодниках по химическому составу и качеству вод р. Иртыш. Всего проработано 53 источников.

По химическому составу воды р. Иртыш на всей своей протяженности являются пресными, нейтральными, являются слабоминерализованными с невысокой жесткостью, относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе. Общая минерализация и химический состав изменяются в течение года в связи со сменой гидрологических фаз: чем больше расход воды, тем меньше минерализация. В целом воды р. Иртыш на всем протяжении участка исследований от Китая до России обладают относительным постоянством

Максимальные концентрации тяжелых металлов (цинк, кадмий, медь, хром, свинец и др.) в реке Иртыш приурочены к пунктам расположения крупных городов, осуществляющих сброс промышленных и хозяйственно-бытовых стоков или связаны с их привнесением сильнозагрязненными правобережными притоками, находящимися под влиянием основных металлургических производств (г.Усть-Каменогорск,

с.Глубокое, с.Предгорное, с.Первомайское, г.Павлодар). В этих пунктах средняя концентрация тяжелых металлов в 2-5 раза выше, в сравнении с фоновым участком (ст.Буран).

Показатели химического состава вод р. Иртыш на исследуемом участке (сбросной канал) не отличается от аналогичных показателей качества исходной воды (подводящий канал). Это показывает, что использование вод Аксуской теплоэлектростанцией АО «ЕЭК» не носит негативного характера и не влияет на состояние природных вод р. Иртыш.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение рассмотрели стоимость ресурсов научного исследования, оценили коммерческий потенциал и перспективность проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, также определили ресурсную, финансовую и экономическую эффективность.

В разделе социальная ответственность были рассмотрены производственная безопасность, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях и правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

## Список использованной литературы

1. Плиткин Г.А. Ресурсы поверхностных вод Казахстана. - Водные ресурсы, №»5, 1976
2. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Иртыш на территории Республики Казахстан. - ПК «Институт Казгипроводхоз», Алматы, 2005
3. Правила использования водных ресурсов Верхне-Иртышского каскада водохранилищ, Алматы, 2002
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып.1. Горный Алтай и Верхний Иртыш. Л.: Гидрометиздат, 1985
5. Водоснабжение и канализация Ермаковской электростанции. ВГПИ «Теплоэлектропроект». Киев, 1959
6. Отчетные данные Аксуской электрической станции АО «ЕЭК» по использованию и охране водных ресурсов по форме 2ТП-вода за 2011-2016 гг.
7. Экологический кодекс Республики Казахстан с изменениями и дополнениями по состоянию на 25.04.2017 г.
8. Программа производственного экологического контроля по электрической станции АО «Евроазиатская электрическая корпорация» на 2012-2016 гг.
9. Информационный экологический бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2009-2017 гг.
10. Ежегодник качества поверхностных и морских вод и эффективность проведения водоохраных мероприятий на территории Республики Казахстан за 1985-1996 гг.
11. Ресурсы поверхностных вод целинных и залежных земель. Павлодарская область. Том.3. Ленинград. Гидрометиздат, 1959
12. Панин М.С. Тяжелые металлы в водосборной площади бассейна реки Иртыш.- Государственный университет «Семей». Семипалатинск, 1999
13. Программа действий по улучшению качества воды в бассейне р.Иртыш/проект FASEP, Павлодар-Париж,2000
14. Базарбаев С.К., Бурлибаев М.Ж., Кудеков Т.К., Муртазин Е.Ж. Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов. Алматы, изд. «Каганат», 2002
15. Бейсембаева М.А., Земцов В.А., Базарбеков К.У., Мазбаев О.Б. Проблемы качества воды реки Иртыш в пределах Казахстана./Материалы III

Международной научно-практической конференции «Современные проблемы географии и геологии» с элементами школы-семинара для студентов, аспирантов и молодых ученых, г.Томск, 11-12 ноября 2014г.

16. Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы управления и рационального использования водных ресурсов бассейна р.Иртыш», - Омск, 2004

17. Материалы Международной конференции по проблемам рек Обь-Иртышского бассейна. – Усть-Каменогорск, 2003

18. Свидерский А.К. Эколого-биогеохимическая оценка аккумуляции тяжелых металлов макрофитами реки Иртыш /Автореферат диссертации на соискание кандидата биологических наук. - Семипалатинск, 2002

19. Баженова О.П. Барсукова Н.Н., Гульченко Я.И. Летний фитопланктон реки Иртыш на участке Павлодар-Омск.- Вестник Омского ГАУ, № 3 (27), 2017

20. Царегородцева А.Г. Гидроэкология поймы р.Иртыш. ПГУ им. С.Торайгырова. Павлодар. 2004

21. Хамзина Ш.Ш., Шарипова З.М., Омарова Г.М. Водные ресурсы Павлодарской области, их охрана и рациональное использование. ИНЕУ, Павлодар, 2013

22. Никитина В.А. Санитарно-биологическое исследование вод открытых водоемов Павлодарской области. - Павлодарский Университет. Магистерская диссертация. Павлодар, 2006

23. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л. Гидрометиздат. 1970

24. Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов /Утв. Приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209

25. Любашенко С.Я. Санитарная микробиология.- М.: Пищевая промышленность.- 1980 г.

26. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. М., 1988

27. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов, М., 1990

28. Тарасов А.Г. Биотический индекс дельты реки Волги и Северного Каспия: Автореферат .диссертации на соискание кандидата биологических наук.- М.,МГУ.- 1993

29. Кушникова Л.Б. Гидроэкология природных вод бассейна Верхнего Иртыша в районе деятельности промышленных предприятий.- Диссертация на соискание кандидата геогр. наук. - Алматы, 2010.

30. Евсеева А.А., Кушникова Л.Б. К вопросу о качестве поверхностных вод реки Ульба в черте г. Усть-Каменогорска по показателям макрозообентоса // Биологические науки Казахстана. Научный журнал Павлодарского государственного педагогического института. - №2. - Павлодар: ПМПИ, 2005

31. Проект нормативов предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ теплообменных вод, отводимых Аксуской электрической станцией в протоку старый Иртыш. - Павлодар, 2014

32. Экологический аудит АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» /Воздействие на поверхностные и подземные воды.- ТОО «Центр чистых производств», Павлодар, 2000

33.ГОСТ 27384-2001. Межгосударственный стандарт. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств.

34. Отчет по производственному экологическому контролю Аксуской электрической станции АО «ЕЭК» за 2011-2016 гг.

35. Комплексное натурное исследование термического и биологического режимов системы водоснабжения Ермаковской ГРЭС и разработка практических рекомендаций.- КазНИИ Энергетики, Алма-Ата, 1990

36. Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду /Утверждена приказом Министра ООС от 16.04.2013года № 110-г

37. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/document/?doc\\_id=34182412#pos=0;51](https://online.zakon.kz/document/?doc_id=34182412#pos=0;51)

38. Руководство Р 2.2.755-99. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30003688#pos=2;-154](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30003688#pos=2;-154)

39. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования

к воздуху рабочей зоны (ред. от 20.06.2000). [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_136698/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136698/)

40. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30039354#pos=0;0&sdoc\\_params=text%3D%25d0%2593%25d0%259e%25d0%25a1%25d0%25a2%252012.1.038-82%26mode%3Dindoc%26topic\\_id%3D30039354%26spos%3D1%26tSynonym%3D0%26tShort%3D1%26tSuffix%3D1&sdoc\\_pos=0](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30039354#pos=0;0&sdoc_params=text%3D%25d0%2593%25d0%259e%25d0%25a1%25d0%25a2%252012.1.038-82%26mode%3Dindoc%26topic_id%3D30039354%26spos%3D1%26tSynonym%3D0%26tShort%3D1%26tSuffix%3D1&sdoc_pos=0)

41. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901859404>

42. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>

43. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>

44. СП 51.13330.2011. Защита от шума 47. ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097>

45. МР 2.2.8.0017-10. Гигиена труда. Средства коллективной и индивидуальной защиты. Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200085861>

46. ГОСТ 12.4.303-2016. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136075/>

47. СП РК 2.04-104-2012. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=38304152#sdoc\\_params=text%3d%25d0%25a1%25d0%259f%2520%25d0%25a0%25d0%259a%25202.04-104-2012%26mode%3dindoc%26topic\\_id%3d38304152%26spos%3d1%26tSynonym%3d0%26tShort%3d1%26tSuffix%3d1&sdoc\\_pos=0](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38304152#sdoc_params=text%3d%25d0%25a1%25d0%259f%2520%25d0%25a0%25d0%259a%25202.04-104-2012%26mode%3dindoc%26topic_id%3d38304152%26spos%3d1%26tSynonym%3d0%26tShort%3d1%26tSuffix%3d1&sdoc_pos=0)

48. ГОСТ 12.1.019-79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200302>

49. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Защитное заземление, зануление. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200289>

50. Экологический кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212 (с изм. на: 24.05.2018). [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30085593#pos=0;8&sdoc\\_params=text%3D%25D0%25AD%25D0%25BA%25D0%25BE%25D0%25BB%25D0%25BE%25D0%25B3%25D0%25B8%25D1%2587%25D0%25B5%25D1%2581%25D0%25BA%25D0%25B8%25D0%25B9%2520%25D0%25BA%25D0%25BE%25D0%25B4%25D0%25B5%25D0%25BA%25D1%2581%26mode%3Dindoc%26topic\\_id%3D30085593%26spos%3D1%26tSynonym%3D0%26tShort%3D1%26tSuffix%3D1&sdoc\\_pos=0](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30085593#pos=0;8&sdoc_params=text%3D%25D0%25AD%25D0%25BA%25D0%25BE%25D0%25BB%25D0%25BE%25D0%25B3%25D0%25B8%25D1%2587%25D0%25B5%25D1%2581%25D0%25BA%25D0%25B8%25D0%25B9%2520%25D0%25BA%25D0%25BE%25D0%25B4%25D0%25B5%25D0%25BA%25D1%2581%26mode%3Dindoc%26topic_id%3D30085593%26spos%3D1%26tSynonym%3D0%26tShort%3D1%26tSuffix%3D1&sdoc_pos=0)

51. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. [Электронный ресурс]. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294848/4294848348.htm>

52. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 24.05.2018 г.) [Электронный ресурс]. URL: [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=38910832#pos=1;-174](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38910832#pos=1;-174)

53. ПБ 08-37-2005. Правила безопасности при геологоразведочных работах. [Электронный ресурс]. URL: <http://meganorm.ru/Index1/55/55548.htm>