

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

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки Природообустройство и водопользование  
Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы                                                                                |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Качество речных вод и условия самоочищения в бассейне реки Киргизка (Томский район)</b> |  |

УДК 556.531 (571.16)

Студент

| Группа | ФИО                     | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 2В21   | Титов Иван Владимирович |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Савичев О.Г | Д. г. н.                  |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность             | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Кочеткова О.П. | Старший преподаватель     |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Шеховцова Н.С. | К.х.н.                    |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---------------|-------------|---------------------------|---------|------|
| ГИГЭ          | Гусева Н.В. | К. г.-м. н.               |         |      |

Томск – 2016 г.

## Запланированные результаты обучения

| Код<br>результата                                                | Результат обучения<br>(выпускник должен быть готов)                                                                                                                                                                                                                                                                               | Требования ФГОС,<br>критериев и/или<br>заинтересованных сторон                              |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>В соответствии с общекультурными компетенциями</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-7,8,9,10, 11,12,13, ОК-20, ОК-21), (ЕАС-4.2a) (АВЕТ-3А) |
| P2                                                               | Применять глубокие профессиональные знания для решения задач проектно-исследовательской, 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>В соответствии с профессиональными компетенциями</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                             |
| <i>в области организационно-управленческой деятельности</i>      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                             |
| 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 <i>фундаментальных</i> 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                                                               | <i>Самостоятельно</i> приобретать с помощью новых информационных технологий <i>знания и умения</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> 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 <i>инновационные</i> 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-3b)                                         |
| <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)                     |

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

Институт Природных Ресурсов  
Направление подготовки (специальность) Природообустройство и водопользование  
Кафедра Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(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                     |
|--------|-------------------------|
| 2В21   | Титов Иван Владимирович |

Тема работы:

Качество речных вод и условия самоочищения в бассейне реки Киргизка (Томский район)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

18.02.2016, N 1355/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

31.05.2016

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

#### Исходные данные к работе

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Материалы экологического мониторинга, опубликованные данные о составе вод реки Киргизка и ее притоков.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</i></p> <p><i>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Природные условия формирования химического состава речных вод в бассейне р. Киргизка</li> <li>2. Хозяйственная деятельность в водосборе р. Киргизка</li> <li>3. Методика исследования</li> <li>4. Химический состав и качество вод в бассейне р. Киргизка</li> <li>5. Условия самоочищения речных вод в бассейне р. Киргизка</li> <li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>7. Социальная ответственность.</li> </ol> |
| <p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема расположения выпусков сточных вод в бассейне реки Киргизка.</li> <li>2. Методика исследования</li> <li>3. Результаты исследования.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>Раздел</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p><b>Консультант</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Кочеткова О.П.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Социальная ответственность</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Шеховцева Н.С.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>18.02.2016 г</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание     | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|----------------------------|---------|------|
| Профессор | Савичев О.Г. | Доктор географических наук |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                     | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 2B21   | Титов Иван Владимирович |         |      |

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа содержит 79 страниц, 12 рисунков, 30 таблицы, 41 использованных источников.

Тема выпускной квалификационной работы бакалавра «Качество речных вод и условия самоочищения в бассейне реки Киргизка (Томский район)»

Ключевые слова: водопотребление, водоотведение, водопользование, качество вод, сточные воды.

**Цель работы** – оценка качества речных вод и условий самоочищения в бассейне реки Киргизка.

Объект исследования: река Киргизка и ее притоки (Томский район, Томская область).

Предмет исследования: гидрогеохимия малых рек в условиях антропогенной нагрузки.

Исходные данные: материалы экологического мониторинга, опубликованные данные о составе вод реки Киргизка и ее притоков.

В результате исследования выполнена оценка качества речных вод бассейна реки Киргизка (Томский район), установили, что в целом уровень загрязнения речных вод высокий (сильный). Для анализа условий самоочищения была разработана модель трансформации суммы растворённых солей в речных водах, проведена её апробация на примере реки Киргизка. Показано, что исследуемая речная система, несмотря на сброс значительного количества сточных вод, обладает значительной способностью к самоочищению как за счёт разбавления сточных вод речными, так и за счёт гидрохимических процессов, протекающих в речной экосистеме.

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

### **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

*Водопользование* – использование водных объектов для удовлетворения нужд населения и национальной экономики с изъятием и без изъятия вод.

*Водопотребление* – водопользование с изъятием воды из водных объектов или с забором воды из системы водоснабжения.

*Водоотведение* – прием, транспортировка и очистка сточных вод с использованием централизованной системы водоотведения.

*Качество вод* – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность её для конкретного вида водопользования

*Сточные воды* – воды, сброс которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с загрязненной территории.

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

НДС – нормотивно-допустимые сброс;

ХПК – химическое потребление кислорода;

БПК – биохимическое потребление кислорода;

М – общая минерализация;

КОС - канализационно-очистные сооружения;

ГОСТ – государственный стандарт;

ГН – гигиенические нормы;

СНиП – строительные нормы и правила;

СанПиН – санитарные правила и нормы;

СП – свод правил;

ЗВ – загрязняющие вещества.

## Оглавление

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Реферат .....                                                                          | 5  |
| Определения и сокращения .....                                                         | 6  |
| Введение.....                                                                          | 9  |
| 1. Природные условия исследуемой территории .....                                      | 11 |
| 1.1 Климат .....                                                                       | 12 |
| 1.2 Рельеф.....                                                                        | 13 |
| 1.3 Почвенно-растительный покров.....                                                  | 15 |
| 1.4 Геологическое строение .....                                                       | 17 |
| 1.5 Гидрогеологические условия.....                                                    | 21 |
| 1.6 Гидрологические условия .....                                                      | 24 |
| 2. Хозяйственная деятельность в водосборе р. Киргизка .....                            | 26 |
| 2.1 Водоотведение в поверхностные водные объекты и химический состав сточных вод ..... | 27 |
| 2.2 Водозабор на территории водосбора р. Киргизка .....                                | 30 |
| 3. Исходные данные и методика исследования .....                                       | 32 |
| 4. Химический состав и качество вод в бассейне р. Киргизка .....                       | 34 |
| 4.1 Химический состав поверхностных вод.....                                           | 34 |
| 4.2 Химический состав подземных вод .....                                              | 39 |
| 5. Условия самоочищения речных вод в бассейне р.Киргизка .....                         | 42 |
| 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....                | 46 |
| 6.1 Виды и объемы проектируемых работ .....                                            | 46 |
| 6.2 Затраты времени на проектируемые работы.....                                       | 46 |
| 6.3 Расчет стоимости основных расходов .....                                           | 48 |

|                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.4 Общий расчет сметной стоимости работ.....                                                                                      | 555 |
| 6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..... | 57  |
| 6.5.1 Расчет срока окупаемости.....                                                                                                | 57  |
| 6.5.2 Оценка уровня финансовых рисков по отбору проб и лабораторным исследованиям.....                                             | 58  |
| 7 Социальная ответственность .....                                                                                                 | 61  |
| 7.1 Профессиональная социальная безопасность.....                                                                                  | 62  |
| 7.2 Анализ вредных производственных факторов .....                                                                                 | 62  |
| 7.2.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....                                                                                 | 62  |
| 7.2.2 Отклонение параметров микроклимата в помещении.....                                                                          | 64  |
| 7.2.3 Степень нервно-эмоционального напряжения.....                                                                                | 66  |
| 7.2.4 Электромагнитное излучение.....                                                                                              | 67  |
| 7.3 Анализ опасных производственных факторов.....                                                                                  | 68  |
| 7.3.1 Электробезопасность.....                                                                                                     | 68  |
| 7.3.2 Пожароопасность.....                                                                                                         | 70  |
| 7.4 Экологическая безопасность .....                                                                                               | 71  |
| 7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....                                                                                     | 73  |
| Заключение.....                                                                                                                    | 74  |
| Список литературы.....                                                                                                             | 76  |

## **Введение**

Вода является одним из самых жизненно важных природных ресурсов, используемых в любой хозяйственной деятельности человека, да и практически во всех сферах жизни. Одним из наиболее сильных факторов отрицательного воздействия человека на окружающую среду является загрязнение природных вод. Наиболее важной проблемой современного мира является сохранение качества водных ресурсов, особенно водных бассейнов, густонаселенных территорий, подверженных высокой антропогенной нагрузке. Эффективная очистка сточных вод является необходимым условием устойчивого функционирования природно-техногенных комплексов разного уровня. При этом большое значение имеет не только количество и тип очистных сооружений, но и система нормирования сбросов очищенных сточных вод в водные объекты. Эта система включает административно-управленческий аппарат и накопление информации, и собственно расчёт допустимых концентраций загрязняющих веществ в очищенных сточных водах, при которых влияние сбросов на водный объект не приводит к ухудшению качества вод. Общие подходы к определению допустимых концентраций включены в состав действующих нормативных документов в области охраны природы [5]. Однако методика бассейновых расчётов разработана недостаточно подробно, в результате чего их проведение остаётся нетривиальной задачей, а бассейновый расчёт допустимых концентраций фактически проводится относительно редко [23].

Именно такая ситуация сложилась и в водосборе реки Киргизка – элемента системы «река Киргизка – река Томь – река Обь – Карское море». Для этой территории, в целом соответствующей Северному промышленному узлу (СПУ) Томской агропромышленной агломерации, характерна достаточно высокая концентрация жилых и производственных объектов, являющихся источником значительного количества сточных вод и загрязняющих веществ [20].

**Цель работы** - изучение и оценка состояния качества речных вод и условий самоочищения в бассейне реки Киргизка (Томский район).

Для достижения поставленной цели были рассмотрены следующие задачи:

- 1) анализ природных условий формирования химического состава и водного режима исследуемой территории;
- 2) анализ хозяйственной деятельности в водосборе реки Киргизка;
- 3) характеристика химического состава и качества подземных вод в бассейне реки Киргизка;
- 4) оценка условий самоочищения по результатам математического моделирования трансформации минерализации вод реки Киргизка и ее притоков под влиянием сбросов сточных вод.

## 1. Природные условия исследуемой территории

Река Киргизка после слияния с рекой Омутная называется Большой Киргизкой или просто Киргизка. Она является правым притоком реки Томи и впадает в нее в 58 км от её устья, на участке между городами Томск и Северск.

Томск является областным центром, в котором проживает 569 428 человек. Томск с ближайшим городом Северском и прилегающими территориями Томского района формируют Томскую городскую агломерацию с населением около 728 тысяч человек.

Часть этой агломерации образует Северный промышленный узел, который, в свою очередь, территориально соответствует водосбору реки Киргизка (рис. 1).

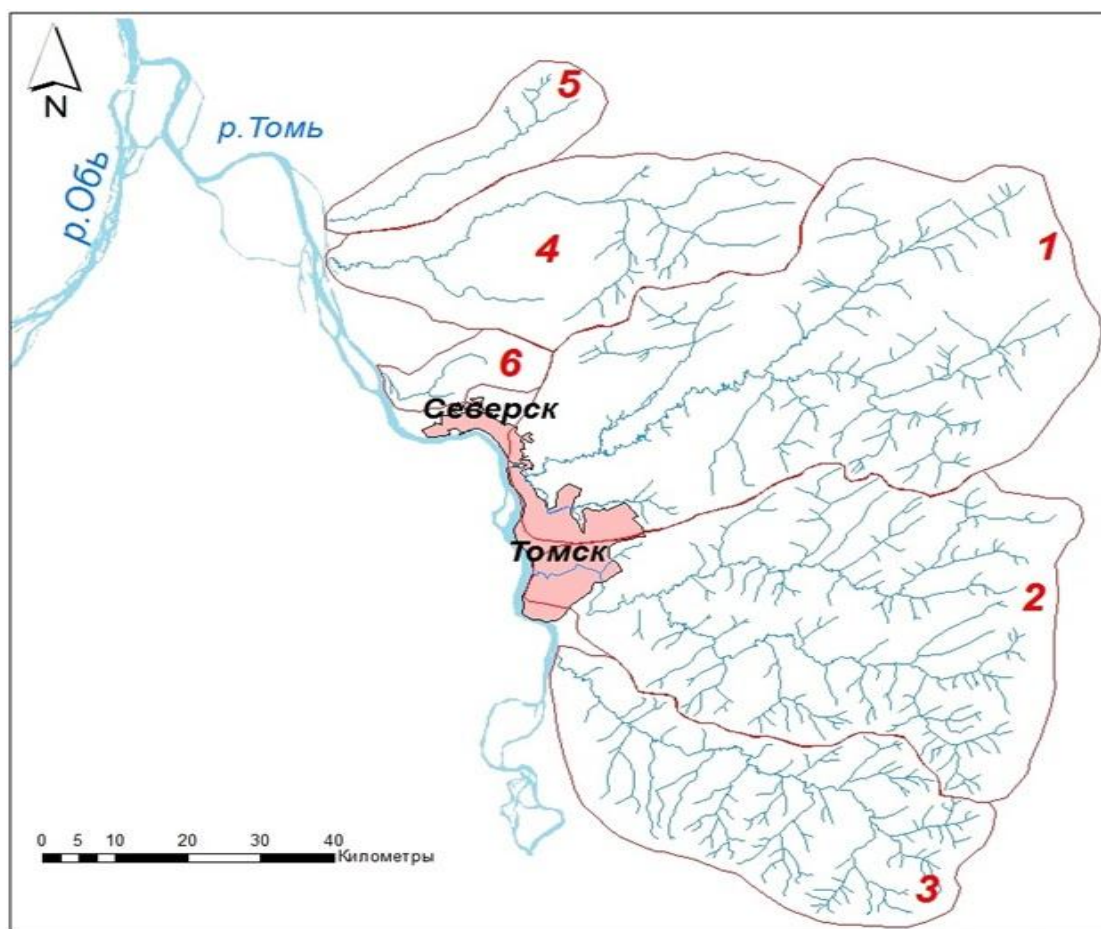


Рисунок 1 – Схема расположения бассейна реки Киргизка. (1 - бассейн р.Киргизка; 2 - бассейн р.Ушайка; 3 - бассейн р.Басандайка; 4 - бассейн р.Самуська; 5 - бассейн р.Камышка; 6 - бассейн р.Ромашка)

## 1.1 Климат

Климат района характеризуется как континентальный с большими амплитудами колебания температуры, тёплым летом и холодной зимой. Среднегодовая температура составляет плюс 0,5 °С. Максимальная среднемесячная температура воздуха в июле плюс 18,7 °С, а минимальная в январе - минус 17,9°С. Наиболее подробно среднемесячные и годовая температура воздуха представлены в приложении А. Безморозный период составляет 110-120 дней. Зима суровая и продолжительная. На данной территории в связи с особенностями циркуляции атмосферного воздуха в целом преобладает западный и юго-западные ветры, а в теплый период — северный и северо-западный. Среднегодовая скорость ветра данного района составляет 3-3,6 м/с. Среднегодовое количество осадков составляет 568 мм, основная часть которых приходится на теплый период года. Наибольшее количество осадков в среднем приходится на июль – август, а наименьшее на февраль-март [23].

После установления отрицательных температур, в среднем к концу октября, наблюдается устойчивое образование снежного покрова. Высота снежного покрова за зимний период по среднемаксимальным значениям равна 40-60 см. на закрытых участках, а на открытых 60-70 см. В целом окончательный сход снега в данном регионе приходится на конец апреля.

Территория Томской области и бассейн реки Киргизка относится к зонам избыточного увлажнения и недостаточной теплообеспеченности.

Таблица 1 – Средняя месячная и годовая температуры воздуха, °С [23]

| Пункт | 1     | 2     | 3    | 4   | 5   | 6    | 7    | 8    | 9   | 10  | 11  | 12    | Год |
|-------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-------|-----|
| Томск | -17,9 | -15,7 | -7,7 | 1,2 | 9,7 | 15,9 | 18,7 | 15,3 | 9,0 | 1,3 | 8,5 | -15,4 | 0,5 |

## 1.2 Рельеф

В геоморфологическом отношении территория водосбора реки Киргизка представляет собой всхолмленную равнину, сформировавшуюся в результате аккумулятивной деятельности и действием эрозионных процессов в четвертичное время. Водосбор реки Киргизка расположен в пределах западного склона Томь-Яйского водораздела. Абсолютные отметки колеблются в пределах от 73 до 210 м [3].

Водораздел и речные террасы являются основными формами рельефа. Река Томь имеет ассиметричную долину, плоскую в левобережной части и крутосклонную на правом берегу. Ширина долины может достигать 5 км.

Томь-Яйский водораздел и его склоны - основная геоморфологическая структура, имеющая доминирующее распространение в пределах городской территории. Однако в результате эрозионной деятельности водных потоков в пределах водораздела сформировались такие типы рельефа, как аккумулятивный, аккумулятивно-эрозионный и абразионный, отличающиеся степенью эродированности, подверженности другим экзогенным геологическим процессам. Собственно аккумулятивная часть водораздела имеет относительно пологий рельеф, заболоченный в понижениях. Эрозионный склон водораздела - от полого наклонного до крутого (уклоны поверхности могут достигать более 30%), рельеф бугристо-западинный, осложнен оврагами, оползнями (рис. 2). Абразионный склон водораздела по границам тектонических блоков круто обрывается к р. Томь и ее притокам. В рельефе отчетливо прослеживаются отдельные уступы в виде полого наклоненных ступеней, образованных в результате отступления древнего пресноводного моря. Рельеф также осложнен овражно-балочной сетью, оползнями, имеются многочисленные выходы родников [4].

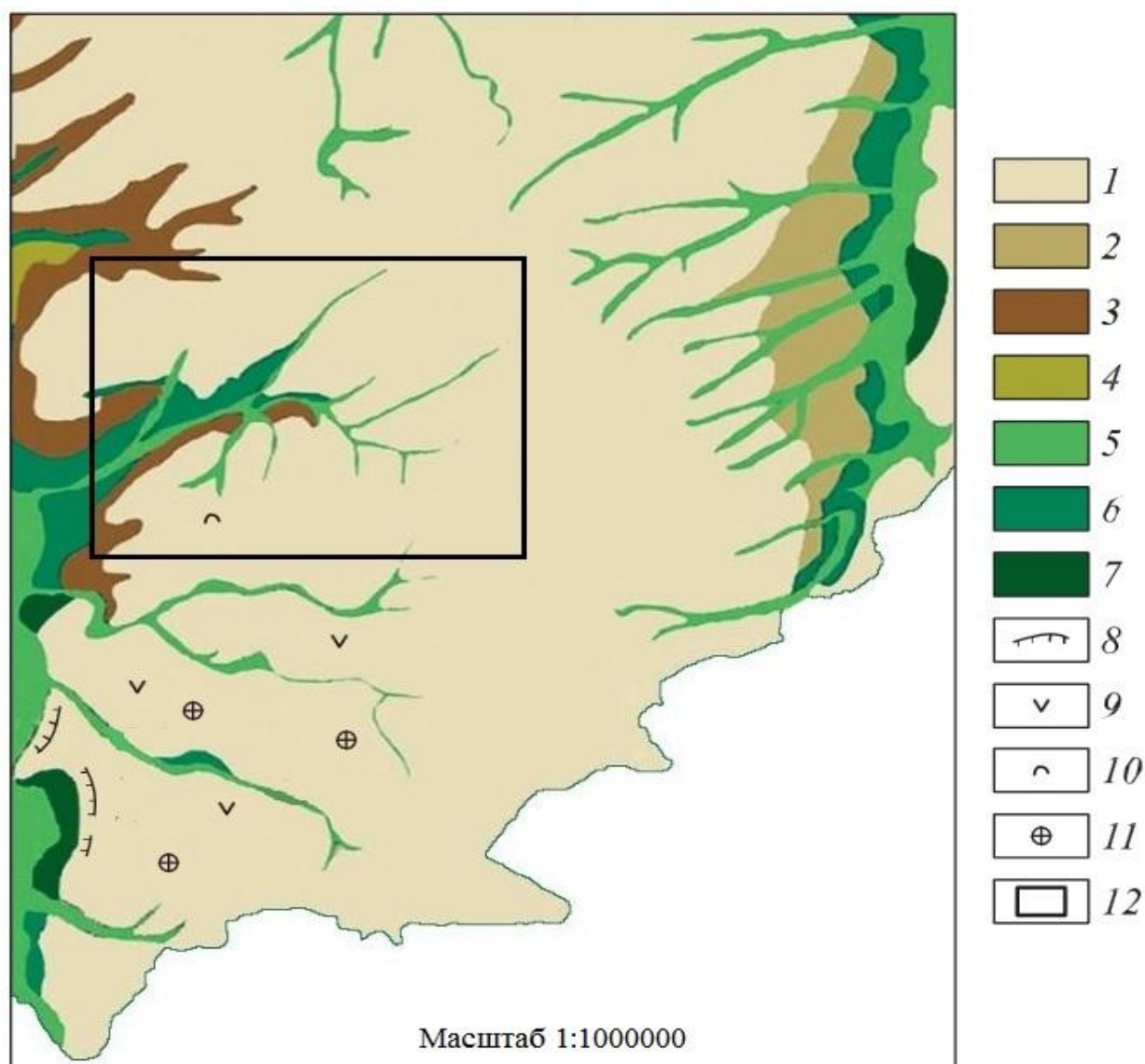


Рисунок 2 – Схема геоморфологического строения Томь-Яйского междуречья (фрагмент геоморфологической карты Томской области). Денудационно-аккумулятивный рельеф: 1–3 водораздельные равнины ранне- и среднелепистоценового возраста (1), эопепистоценового и раннелепистоценового (2), эопепистоценового (3) возраста; 4 — фрагмент водораздельной равнины раннелеогенового возраста. Эрозионно-аккумулятивный рельеф: 5 — пойма голоценового возраста, местами с мелкими фрагментами первой надпойменной террасы; 6, 7 — вторая (6) и первая (7) надпойменные террасы позднепепистоценового возраста. Элементы, формы рельефа: 8 — крутые задернованные уступы; 9 — балки, овраги; 10 — суффозионные западины; 11 — оползни. 12 — водосбор реки Киргизки [4]

Современный рельеф водосбора реки Киргизка, да и в целом Томского района, изменяется под воздействием экзогенных и эндогенных сил, а также в результате хозяйственной деятельности человека.

Территория бассейна реки Киргизки с давних пор осваивается человеком. Здесь расположены крупные промышленные объекты, а также населенные пункты, массивы садоводческих товариществ и пахотные земли. На протяжении последних десятилетий отмечается усиление антропогенного воздействия на геоморфологическую среду данного района, это воздействие связано со строительством поселков, дорог, линий электропередач, разработкой карьеров и размещением свалок. Строительство и распашка сопровождаются накоплением антропогенных геологических отложений, изменением рельефа, перераспределением поверхностного и подземного стока.

### **1.3 Почвенно - растительный покров**

Территория Томской области преимущественно располагается в пределах южно- и среднетаежных подзон [24]. На границе южной тайги и лесостепи, которая является переходом от сосновых лесов и темнохвойной тайги к лесным лугам и березовым лесам. В данном регионе распространена бореальная Обь-Иртышская растительность. В связи с разнообразием форм рельефа и условий дренированности, растительный покров отличается большим разнообразием. Местами наблюдается сильное антропогенное влияние. Преобладающие древесные породы - берёза, сосна, кедр. Кроме того на данной территории широко представлена и болотная растительность [18].

Пашни приурочены к наиболее удобным для сельского хозяйства выположенным элементам рельефа с лесными, серыми и светло-серыми почвами. Негативное влияние сельскохозяйственного освоения земель человеком проявляется в виде начальных форм эрозионного процесса, выноса гумуса из верхних горизонтов земель.

Почвы бассейна реки Киргизка приурочены к зоне подтайги, на данной территории наиболее развиты дерново-подзолистые почвы (рис. 3), среди которых значительные площади занимают почвы со вторым гумусовым горизонтом, так называемые вторично - подзолистые почвы. Кроме дерново-подзолистых почв, на данной территории распространены пойменные, серые лесные оподзоленные, а также болотные почвы.

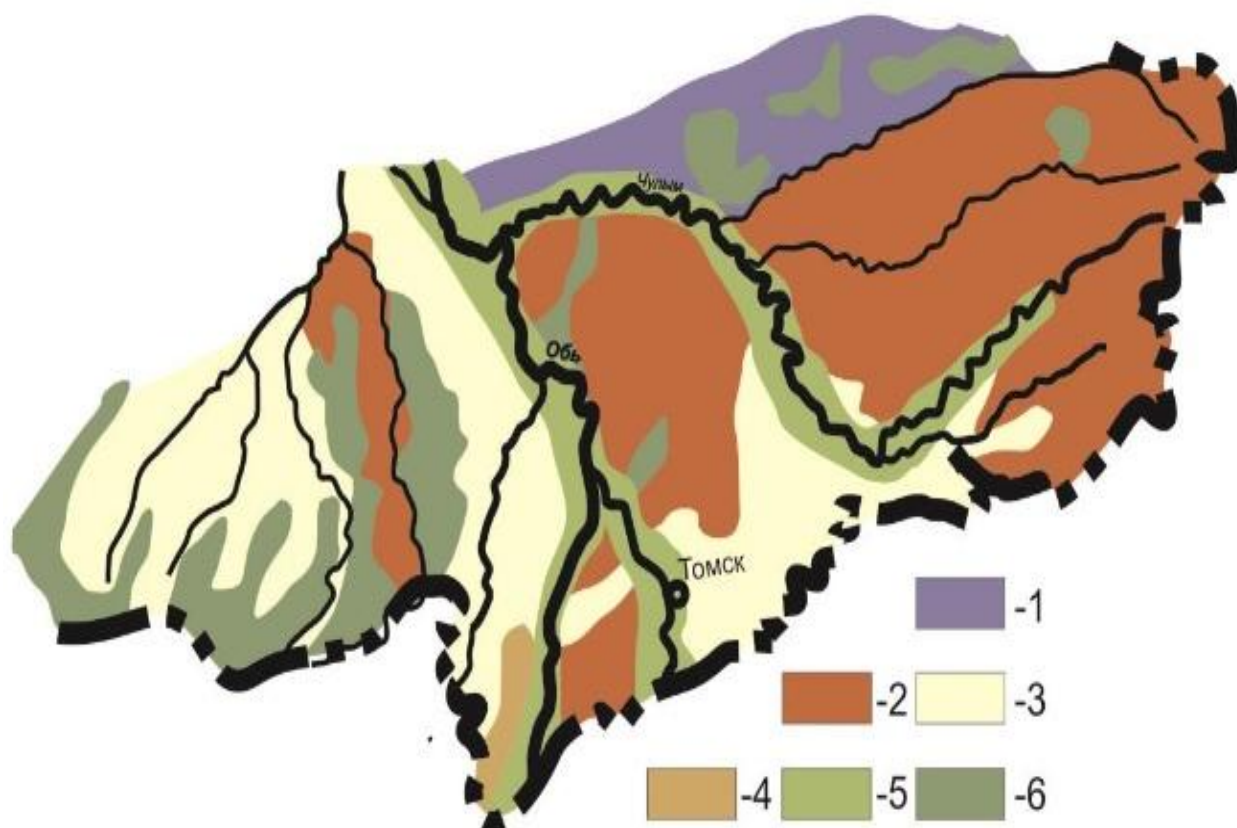


Рисунок 3 – Почвы южной части территории Томской области: 1 – подзолистые; 2 – дерново-подзолистые; 3 – серые лесные; 4 – черноземы; 5 – пойменные; 6 – болотные [4]

Среди приуроченных к пониженным элементам рельефа болотных почв наиболее широким распространением пользуются болотно-подзолистые, торфянисто- и торфяно-болотные почвы, торфяники низинных и верховых. К наиболее пониженным элементам рельефа приурочены болотные почвы водораздельных пространств, поймам рек, долинам ручьев и логов [4].

#### 1.4 Геологическое строение

Геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия района определяются пограничным расположением на стыке двух разнородных геологических структур: Западно-Сибирской плиты и Колывань-Томской складчатой зоны (рис. 4). Благодаря такому пограничному расположению район характеризуется широким диапазоном стратиграфических разрезов от верхнего палеогена до среднего девона. Колывань-Томская складчатая зона является частью Алтае-Саянской складчатой области и тянется от г. Камень-на-Оби на 450 км с юго-запада на северо-восток до р. Чулым. На север, юго-запад и запад она погружается под рыхлые отложения Западно-Сибирской плиты [3].

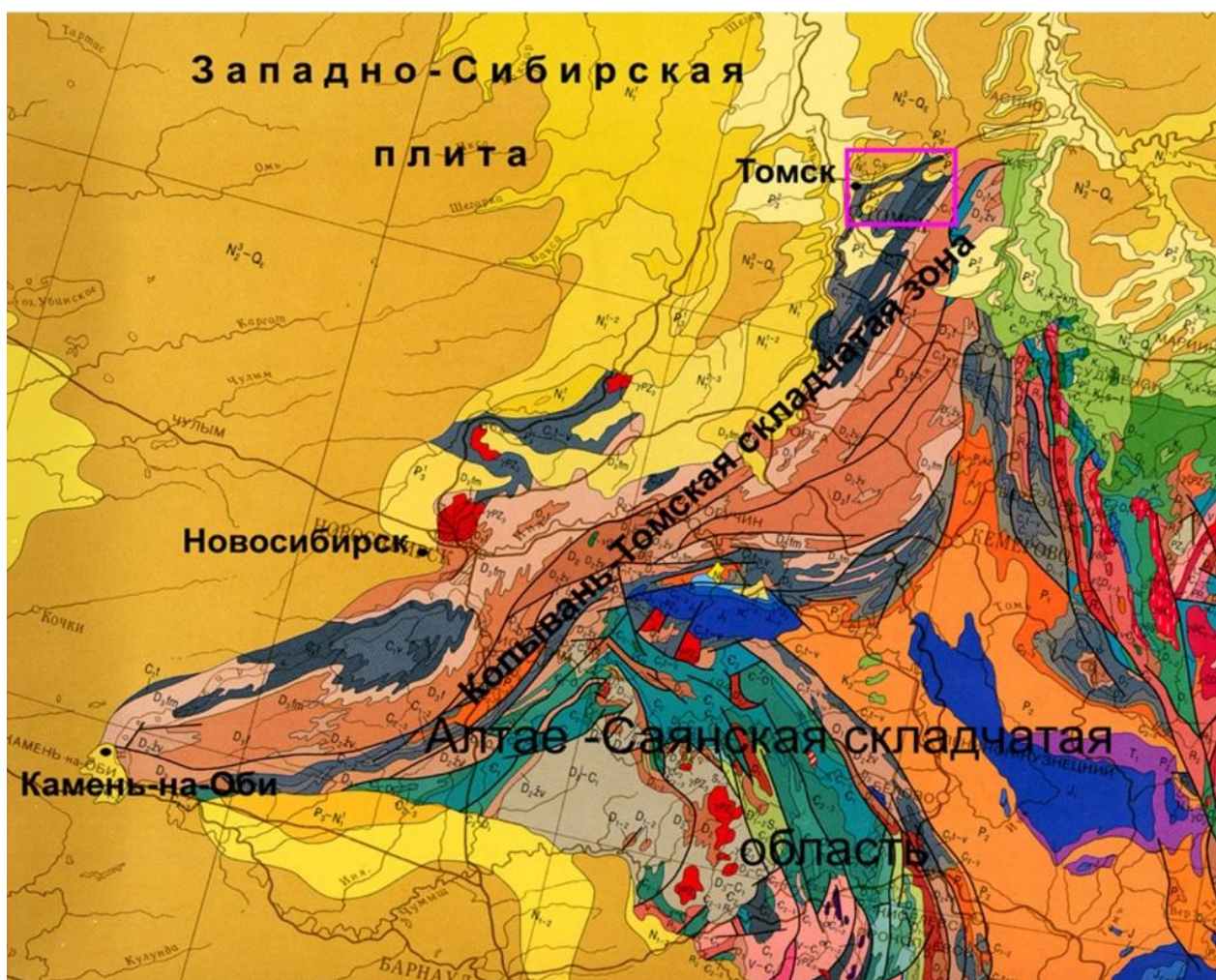


Рисунок 4 – Геологическая карта Колывань-Томской складчатой зоны и прилегающих территорий [3]

Геологическое строение рассматриваемой территории определяется процессами тектонического преобразования, аккумулятивной и эрозионной деятельности, которые на протяжении всего геологического возраста происходили на этой территории.

В геологическом строении участвуют отложения различного возраста и генезиса: от каменноугольных (отложения фундамента, выходящего на поверхность в бортах малых рек) до четвертичных (от склоновых отложений Томь-Яйского водораздела до современных отложений поймы р. Томь) [20].

В общем плане породы фундамента характеризуются постепенным погружением в западном-северо-западном направлении, на фоне которого развита мелкая складчатость, вытянутая в северо-восточном направлении.

Территория рассматриваемого района располагается в пределах Томского тектонического блока. Он представляет собой крупную, сложную структуру в целом синклинального строения, состоящую из более мелких складок, фундамент сложен нижнекаменноугольными (лагерносадская свита -  $C_1lg$ ) и ниже-средне-каменноугольными (басандайская свита -  $C_{1-2bs}$ ) метаморфизованными осадочными породами. Отложения секутся дайками основного состава триасового возраста, представляющими крутопадающие тела небольшой мощности.

**Лажерносадская свита ( $C_1lg$ )** представлена углисто-глинистыми или алевроито-углисто-глинистыми сланцами черной и темно-серой окраски с маломощными прослоями серых алевролитов. Лажерносадская свита вскрывается в коренных обнажениях по правому берегу р. Томи в районе г. Томска, в бортах долины р. М. Ушайка. На водоразделе отложения свиты вскрыты скважинами на глубинах 34-78 м. Отмечаются прослои и линзы сидерита мощностью до 1 м [17].

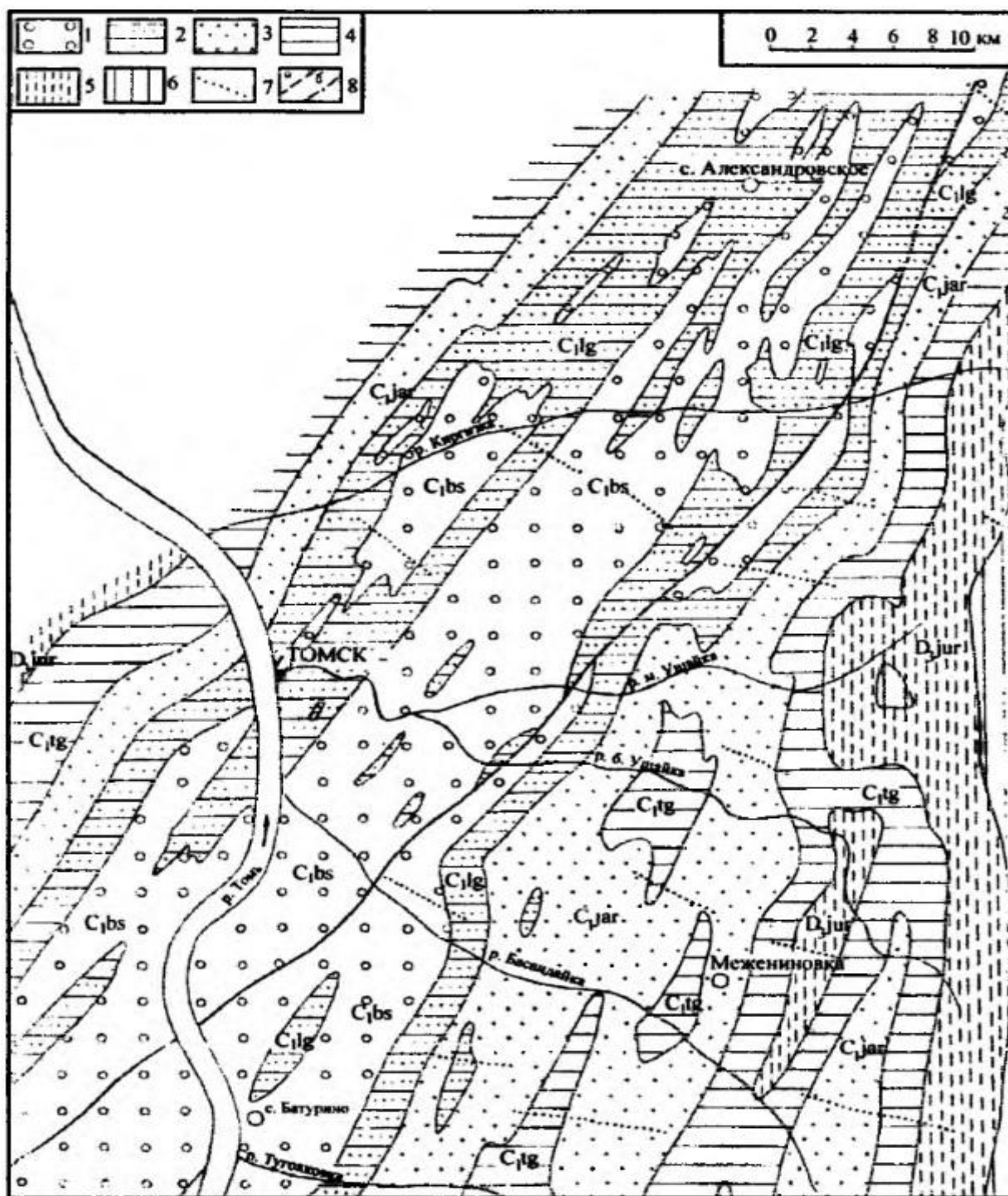


Рисунок 5 – Схема распространения девонско-каменноугольных толщ в Томской зоне, по В.А. Врублевскому и др. (1987): 1-4 - нижний карбон: 1 - басандайская свита ( $C_{1-2bs}$ ), 2 - лагерносадская свита ( $C_{1lg}$ ), 3 - ярская свита ( $C_{1jar}$ ), 4 - тугояковская свита ( $C_{1tg}$ ); 5-6 - средний - верхний девон: 5 - юргинская свита ( $D_{3jur}$ ), 6 - пачинская свита ( $B_{2-3ps}$ ); 7 - интрузивные породы (P-T), долериты, монцониты; 8 - дизъюнктивные нарушения: а - домезозойские, б – постпалеозойские [20]

**Басандайская свита ( $C_{1-2}bs$ )** выполняет центральную часть Томского прогиба и обнажается по правому берегу р. Томи. Среди отложений свиты преобладают песчаники и алевролиты, присутствуют прослои глинистых сланцев. Среди глинистых сланцев выделяются два типа. Одни из них обладают тёмно-серой окраской, содержат пирит и остатки морской фауны. Другие отличаются серым цветом, отсутствием пирита, наличием отпечатков ископаемой наземной флоры, раковин пелеципод, тонких пропластков и каменного угля [21].

**Ярская свита ( $C_1jar$ )** представлена чередованием мощных (10-40 м) пачек мелкозернистых светло-серых полевошпатов кварцевых песчаников с серыми и тёмно-серыми алевролитами. Местами в составе свиты встречаются пачки глинистых сланцев, а также прослои и линзы известковистых песчаников и песчанистых известняков. В породах проявляется горизонтальная и косая слоистость, знаки ряби и следы подводных оползней. Повсеместно в породах встречается вкрапленность пирита. Мощность ярской свиты около 700 м [17].

**Четвертичные отложения** распространены повсеместно. Четвертичные отложения занимают водораздельные пространства и склоны, отсутствуя только в речных долинах. Максимальная мощность свиты достигает 37 м, в среднем составляя 15-20 м. Аллювиальные отложения пойменных террас распространены в долинах рек Б. Киргизка и М. Киргизка и представлены суглинками и супесями темно-бурого цвета с серыми разнозернистыми песками и гравийно-галечниковыми отложениями в основании. Мощность отложений от 3,0 м до 7,0 м [21].

Район водосбора реки Киргизка характеризуется сложным геологическим строением. В геологическом строении района встречаются разновозрастные и разнообразные докембрийские и фанерозойские осадочные, магматические и метаморфические породы (рис. 5). Частично они выходят на дневную поверхность, но большей частью перекрыты рыхлыми

молодыми отложениями, и данные об их составе и строении получены по результатам буровых работ [20].

### **1.5 Гидрогеологические условия**

Гидрологические условия определяются особенностями геологического строения территории Томского района. В разрезе можно выделить два основных структурных этажа. Основание состоит из плотных дислоцированных трещиноватых пород палеозоя, на котором залегают рыхлые песчано-глинистые отложения мезо-кайнозойского возраста. Глинистая кора выветривания мел-палеогенового возраста служит раздельным слоем между ними, представлена водоупорными глинами и имеет переменную мощность. В плотных породах фундамента залегают преимущественно напорные, трещинные воды, которые в черте города частично используются в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для рыхлых пород чехла характерно почти горизонтальное залегание, в соответствии с которым возможно выделить водоносные горизонты по литолого-стратиграфическому принципу. Особые условия залегания подземных вод характерны для комплекса аллювиальных отложений достаточно хорошо развитой гидрографической сети. Самое большое техногенное воздействие испытывают подземные воды верхней части гидрогеологического разреза и оказывают существенное влияние на условия жизнедеятельности города [20].

Водоносный комплекс неоген-четвертичных отложений на территории водосбора реки Киргизка включает в себя гидравлически взаимосвязанные водоносные и водоупорные горизонты надпойменных террас, отложения пойм рек, озерно-болотных отложений, аккумулятивных равнин и древних ложбин. Водоносный комплекс распространен повсеместно на всей территории водосбора реки Киргизка. Воды голоценовых озерно-болотных отложений развиты на водоразделах, поймах рек, ложбинах стока и террасах. Сложены они торфом, илами, а также илистыми суглинками

мощность которых достигает до 6 м, характеризующиеся низкой водоотдачей. Водовмещающие породы пойменных осадков сложены гравийно-галечниковыми отложениями и песками мощностью от 5 до 23 м [2].

Основным источником водоснабжения г. Томска и г. Северска является водоносный комплекс палеогеновых отложений. Данный комплекс приурочен к отложениям новомихайловской, юрской и кусковской свиты, сложенных с прослоями лигнитов, бурых углей песками, глинами, алевроитами. Водоносный комплекс меловых отложений объединяет водоносные горизонты сымской и симоновской свит. В пределах рассматриваемого водосбора данный комплекс широко распространен [2].

Подземные воды трещеноватой водоносной зоны палеозойских образований распространены повсеместно, резко погружаются в северо-западном и северном направлениях, а на правом берегу р. Томи выходят на дневную поверхность.

Основную роль в питании подземных вод всех вышеперечисленных водоносных комплексов и горизонтов играет инфильтрация атмосферных осадков. По направлению к реке Томи разность абсолютных отметок уровней воды в первом от поверхности водоносном горизонте и нижезалегающих водоносных горизонтах существенно уменьшается. Во время половодья уровни воды в бассейне реки Киркизка превышают уровни подземных вод в аллювиальном водоносном горизонте, что приводит к изменению направления.

Вместо области разгрузки, в это время река становится областью питания подземных вод. На рисунке 6 представлена карта гидроизогипс неоген-четвертичного водоносного комплекса [15].

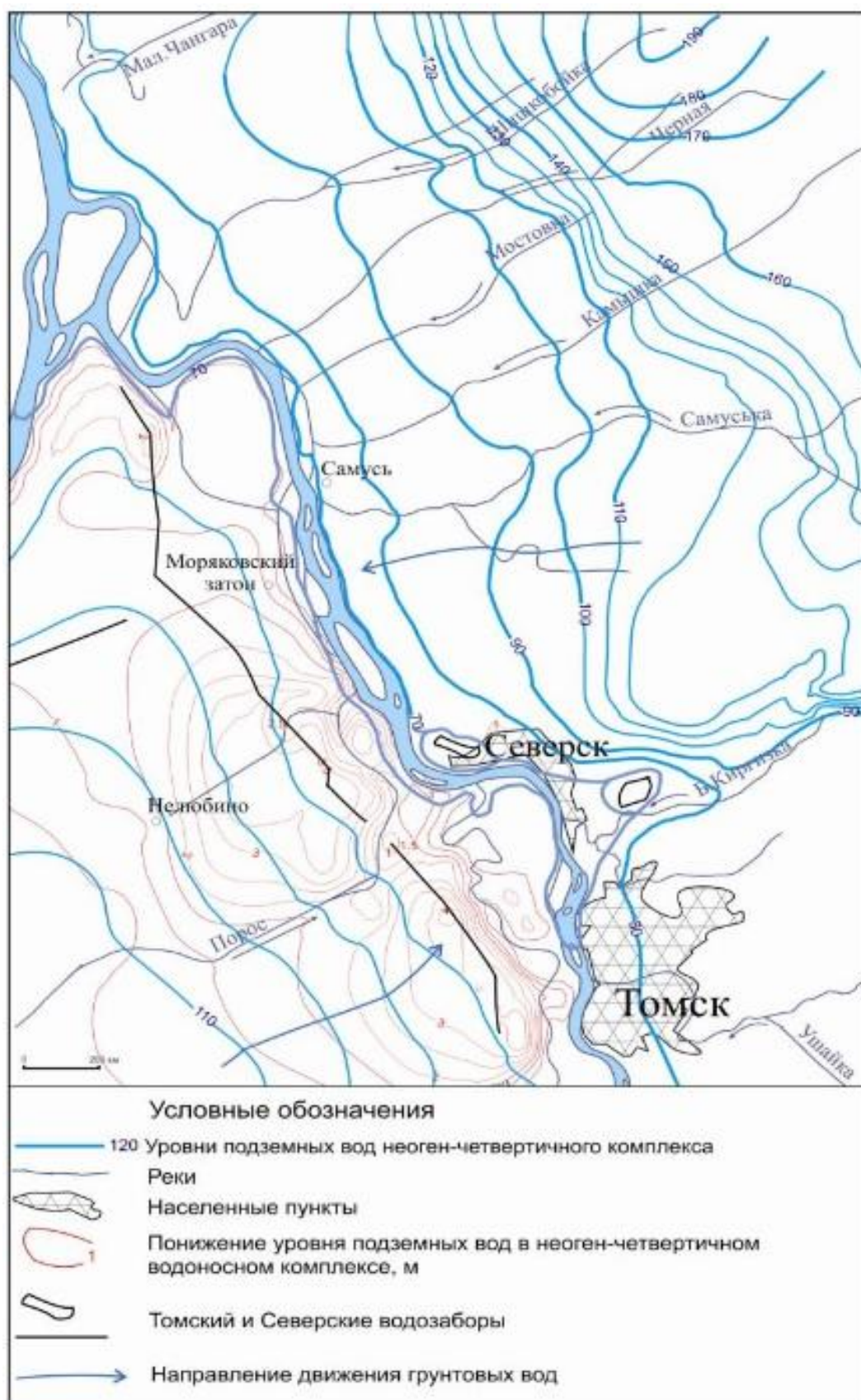


Рисунок 6 – Карта гидроизогипс неоген-четвертичного водоносного комплекса [2]

Так же существует влияние Томского и Северского водозабора, функционирование которых привело к образованию депрессионной воронки. Понижение уровней подземных вод составляет до 4 метров, а для палеогенового водоносного комплекса и неоген-четвертичного до 10 м. [15].

### 1.6 Гидрологические условия

Река Киргизка является правым притоком реки Томи и впадает в нее в 58 км от её устья, на участке между городами Томск и Северск. Площадь бассейна составляет 848 км<sup>2</sup>. Основные притоки приведены в таблицы 2.

Таблица 2 – Основные Притоки реки Киргизка

| Наименования притока | Место впадения в Киргизку (от устья) |
|----------------------|--------------------------------------|
| Малая Киргизка       | 2 км, слева                          |
| Падун                | 5 км, справа                         |
| Топтоножка           | 8 км, справа                         |
| Чёрная               | 13 км, справа                        |
| Сарла                | 17 км, справа                        |
| Вейциховская         | 18 км, слева                         |
| Омутная (Мутная)     | 40 км, справа                        |
| Топкая               | 41 км, слева                         |
| Еловка               | 42 км, слева                         |
| Каменка              | 57 км, слева                         |
| Сурла                | 69 км, справа                        |
| Манган               | 71 км, слева                         |

До строительства грузового речпорта река Малая Киргизка впадала в реку Томь в 61 км от устья по правому берегу реки Томь.

Гидрологические параметры приняты по данным наблюдений на реке Киргизка у поселка Кузовлево (рис. 8): средний расход воды  $Q=5.17 \text{ м}^3/\text{с}$ ; средний модуль водного стока  $M=6.27 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ ; средний уклон водной поверхности  $S=1.35 \text{ м}/\text{км}$ ; коэффициент шероховатости открытого русла  $n_{M,OR}=0.16$ ; площади водосбора  $F=848 \text{ км}^2$  [27].

Гидрологические условия на территории водосбора реки Киргизка характеризуются наличием продолжительного зимнего периода, в течение которого на всей территории водосбора происходит значительное накопление больших объемов снега. Весной при увеличении температуры атмосферного воздуха происходит интенсивное таяние этого снега с последующим поступлением талых вод в речную сеть. Благодаря тому, что большинство притоков текут на север, почти каждый год складывается ситуация, при которой в южной части водосбора речная сеть оказывается свободной ото льда и принимает большое количество талых снеговых вод, в то время как на севере из-за более низких температур воздуха на реках еще сохраняется ледостав. В результате образуются ледовые заторы, зажоры особенно на поворотах, возле островов, в сужениях русел, и формируется подпорный участок, что приводит к затоплению приречных территорий.

На фоне сценария, описанного выше, может происходить усиление негативного воздействия вод из-за антропогенных факторов, к примеру, вследствие сужения русел в результате строительства мостов, перераспределение стока между протоками в процессе русловой и пойменной добычи песчано-гравийного материала.

## **2. Хозяйственная деятельность в водосборе р. Киргизка**

Большая часть водосбора реки Киргизка совпадает с территорией Северного промышленного узла. Ландшафт данной территории характеризуется слабой устойчивостью к антропогенному воздействию,

также территория СПУ относится к южнотаежной подзоне таежной зоны и умеренно континентальным климатом.

В социально – экономическом плане территория Северного промышленного узла представляет собой крупный агропромышленный конгломерат - концентрацию на ограниченной территории большого количества как жилых, так и производственных объектов. На территории Северного промузла насчитывается около 33 предприятий, среди которых основными источниками загрязнения являются: один из крупнейших на территории Российской Федерации Томский нефтехимический комбинат (ТНХК), Сибирский химический комбинат (СХК), а так же агропромышленные комплексы: свинокомплекс Томский, Туганская и Межиноговская птицефабрики. Помимо вышеперечисленных предприятий на данной территории водосбора располагаются около 10 АЗС, полигоны промышленных и бытовых отходов, карьеры и золоотвалы, помимо существующих полигонов планируется строительство крупного полигона бытовых отходов в районе с. Семилужки. Вероятно сток грунтовых вод будет осуществляться в притоки реки Каменка, которая проходит через Семилужки и впадает в Киргизку [38].

В границах Северного промышленного узла насчитывается 13 населенных пунктов сельского типа и населением около 20 тысяч человек. Территория СПУ является местом размещения участков садово-огородческого типа, а так же служит рекреационной зоной для большинства жителей областного центра [38].

## **2.1 Водоотведение в поверхностные водные объекты и химический состав сточных вод**

Основное поступление сточных вод по сосредоточенным выпускам приурочено к очистным сооружениям Туганской птицефабрики (сброс в реку

Киргизка), Томской птицефабрики (сброс в реку Омутная) и ОАО «Томский завод ДСП» (сброс в реку Малая Киргизка).

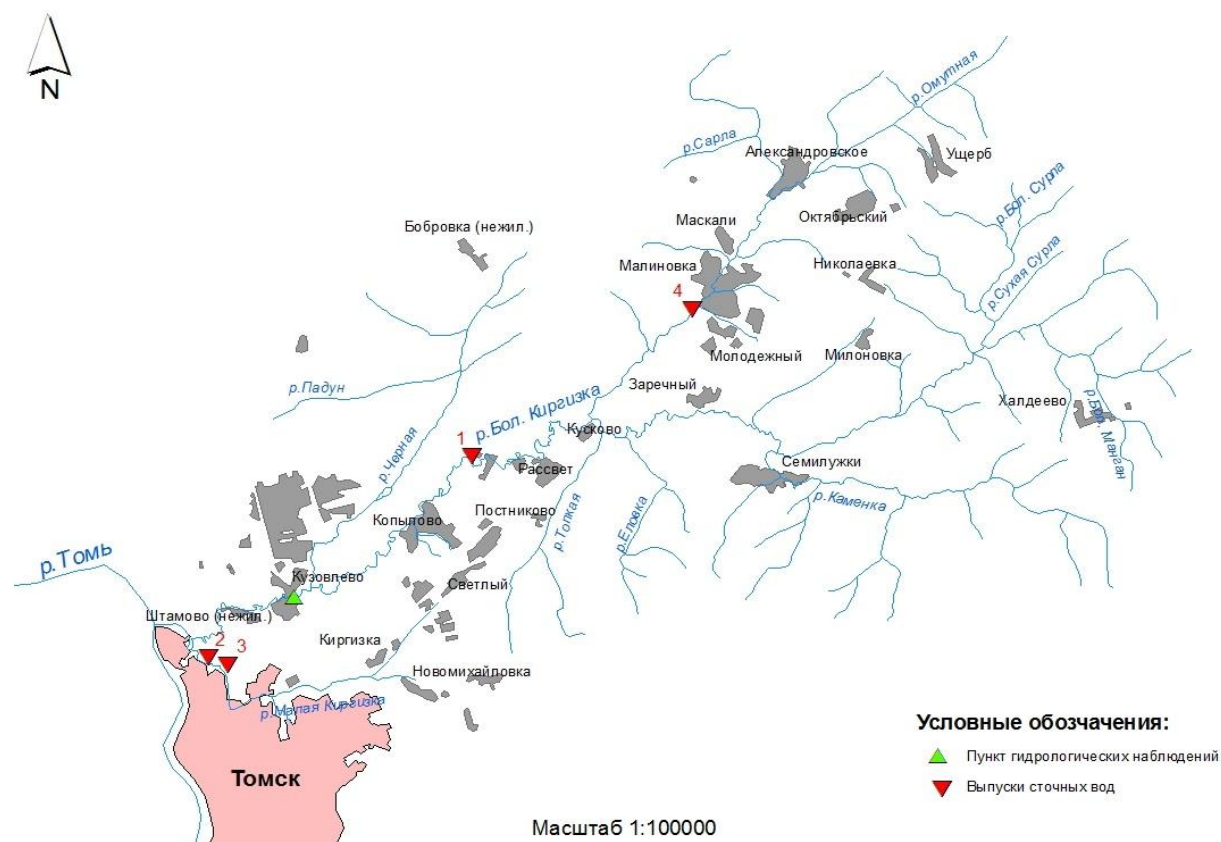


Рисунок 8 – Схема расположения населенных пунктов и выпусков сточных вод от промышленных предприятий (номер выпуска соответствует табл. 3) бассейна реки Киргизка

В таблице 3 приведены средние значения общей минерализации сточных вод до и после очистки.

Таблица 3 – Значение общей минерализации в сточных водах предприятия - водопользователя [24]

| Номер выпуска на рис. 8 | Предприятие – водопользователь | Приёмник сточных вод | Характеристика сточных вод       | $M$ , мг/дм <sup>3</sup> | $N$ |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------|-----|
| 1                       | Туганская птицефабрика         | река Киргизка        | до очистки                       | 1189.2                   | 29  |
|                         |                                |                      | после очистки                    | 1023.4                   | 29  |
| 2                       | ОАО «Томский завод ДСП»        | река Малая Киргизка  | до очистки                       | 460.5                    | 8   |
|                         |                                |                      | после очистки                    | 369.1                    | 8   |
| 3                       | ТЭЦ-1                          | река Малая Киргизка  | ливневая канализация без очистки | 473.4                    | 6   |
| 4                       | Томская птицефабрика           | река Омутная         | до очистки                       | 1382.9                   | 17  |
|                         |                                |                      | после очистки                    | 835.9                    | 18  |

Примечание к таблице 3:  $M$  – среднее значения общей минерализации;  $N$  – количество проб

Сточные воды проходят очистку, однако её эффективность для ряда веществ недостаточно высока: максимальная – для взвешенных веществ и легкоокисляемых органических веществ по величине биохимического потребления кислорода за 5 суток (БПК); минимальная – для соединений азота и фосфора (во многих случаях требуется доочистка от продуктов разложения органических веществ; содержания трудноокисляемых веществ по величине химического потребления кислорода (ХПК) и суммы растворённых солей ( $M$ ) после очистки практически не меняются или меняются на уровне погрешности определения средних значений. [28].

Так же в таблице 4 приведены данные по общей минерализации в водах бассейна реки Киргизка выше и ниже выпусков.

Таблица 4 – Значение общей минерализации в створах выше и ниже выпусков сточных вод [28]

| Водный объект  | Пункт (номер выпуска на рис. 8)             | Створ        | $M$ ,<br>мг/дм <sup>3</sup> | $N$ |
|----------------|---------------------------------------------|--------------|-----------------------------|-----|
| Киргизка       | п. Рассвет, КОС Туганской птицефабрики (1)  | выше выпуска | 447.1                       | 15  |
|                |                                             | ниже выпуска | 524.6                       | 13  |
|                | г. Томск                                    | устье        | 265.7                       | 16  |
| Малая Киргизка | г.Томск, КОС ОАО «Томский завод ДСП» (2)    | выше выпуска | 516.2                       | 15  |
|                |                                             | ниже выпуска | 454.7                       | 14  |
| Омутная        | п. Молодежный, КОС Томской птицефабрики (4) | выше выпуска | 439.8                       | 10  |
|                |                                             | ниже выпуска | 492.4                       | 10  |
|                | г. Томск                                    | устье        | 358.7                       | 2   |

Примечание к таблице 4:  $M$  – среднее значения общей минерализации;  $N$  – количество проб; КОС – канализационно-очистные сооружения

Кроме промышленных предприятий источниками загрязнения также являются стоки, исходящие от населенных пунктов.

Отвод стоков на территории Копыловского сельского поселения производится в выгребные ямы и на рельеф (с последующим вывозом ассенизаторскими машинами). Централизованная система водоотведения имеется лишь в некоторых населённых пунктах, в поселках Копылово и Рассвет. Отвод стоков осуществляется с использованием канализационных станций. Протяжённость канализационных сетей составляет 20600 м. Монтаж системы водоотведения произведён в 1976 году. Очистка стоков поселка Копылово осуществляется на городских очистных сооружениях, а поселка Рассвет на очистных сооружениях ООО «Птицефабрика Томская» [16].

Малиновское сельское поселение включает в себя поселки Молодежный и Заречный, села Малиновка и Александровское, а так же деревню Москали. Централизованная система водоотведения имеется в поселке Молодежный и поселке Заречный. Общая протяженность канализационных сетей составляет 8200 м. Сброс сточных вод в поселке Заречный осуществляется на рельеф. В поселке Молодежный отвод стоков осуществляется самотеком от жилых домов и зданий по ул. Северная в отстойник с последующим сбросом в реку Омутная, имеется также небольшой обособленный участок сети на ул. Светлая отвод стоков по которому также осуществляется самотеком в отстойник с последующим вывозом на рельеф при помощи ассенизаторских машин. Очистка стоков осуществляется биологическим способом с использованием отстойников и аэротенков. Водоотведение остальных населенных пунктов осуществляется в выгреб с последующим вывозом на сельские свалки, расположенные возле населенных пунктов. Вывоз осуществляется специализированной организацией, имеющей соответствующую лицензию, по разовым заявкам [15].

## **2.2 Водозабор на территории водосбора р. Киргизка**

На территории водосбора реки Киргизка осуществляется водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения г. Северска и нужд ООО «Межениновская птицефабрика» за счет использования подземных вод. Северский водозабор № 2 находится в 4-х км восточнее г. Северска, на правом берегу р. Киргизка, в пределах второй надпойменной террасы р. Томь, работает с 1970 г. эксплуатирует подземные воды палеогенового и верхнемелового водоносных комплексов. Водозабор площадной, состоит из 26 эксплуатационных скважин.

В собственности компании ООО «Межениновская птицефабрика» находятся 11 скважин, расположенные непосредственно возле предприятия в

поселке Светлый, который в свою очередь располагается в водосборе реки Малая Киргизка.

Многолетняя совместная эксплуатация водозаборов г. Томска и г. Северска привела к формированию единой депрессионной поверхности (рис.9). Величины достигнутых понижений подземных вод палеогенового водоносного комплекса на Северском водозаборе приведены в таблице 5 за 2009-2010года [11].

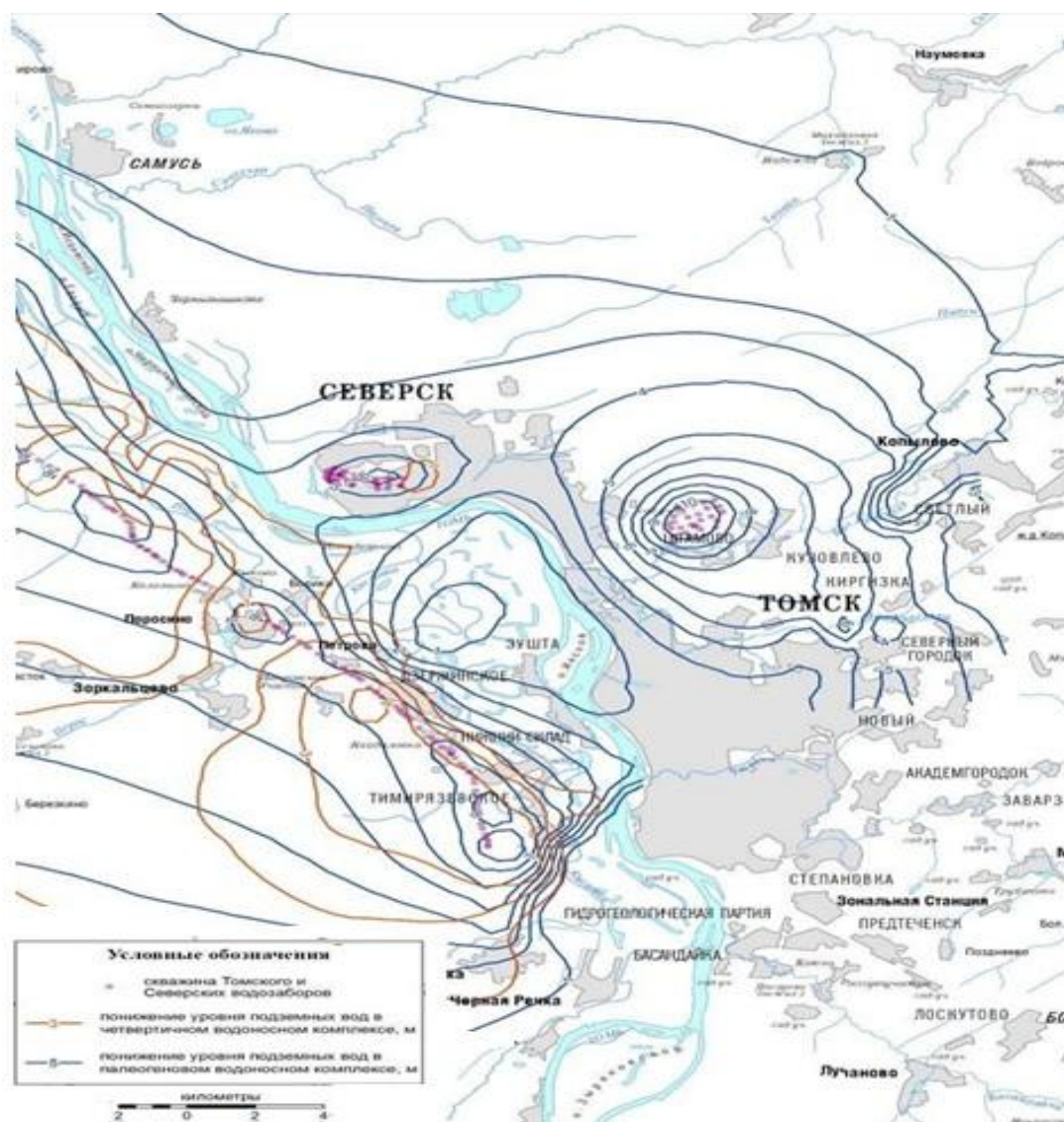


Рисунок 9 – Карта гидродинамических условий Томского и Северских водозаборов [11]

Таблица 5 – Водозабор и понижение уровня в эксплуатируемом горизонте [11]

| Водозабор     | <u>Q, тыс.м<sup>3</sup>/сут</u> |             |
|---------------|---------------------------------|-------------|
|               | S сред, м. (S max,м)            |             |
|               | 2009 г                          | 2010 г      |
| Северский № 2 | <u>23,24</u>                    | <u>24,6</u> |
|               | 10,0 (11,4)                     | 9,9 (11,4)  |

### 3. Методика исследования и исходные данные

Методика исследования включает в себя:

1. Классификацию поверхностных и подземных вод по минерализации, химическому составу, величине рН и общей жесткости.
2. Оценку качества поверхностных и подземных вод путем сопоставления концентраций загрязняющих веществ с соответствующими значениями ПДК.
3. Анализ условий самоочищения речных вод путем разработки и апробации математической модели.

Оценка качества поверхностных и подземных вод проводилась по сумме ПДК для группы из  $M$  загрязняющих веществ с одинаковым лимитирующим признаков вредности (ЛПВ), должно соблюдаться условие:

$$\sum_i^M \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1. \quad (1)$$

где  $C_i$  – фактическая концентрации веществ, мг/л;  $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация в воде для  $i$ -го элемента, мг/л;  $M$  – общее число веществ одного ЛПВ, присутствующих в воде водоема.

.

Так же оценка качества вод проводилась по коэффициенту концентрации по ПДК ( $K_{\text{ПДК}}$ ), по формуле [29]:

$$K_{\text{ПДК}_i} = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}. \quad (2)$$

где  $K_{\text{ПДК}}$  – коэффициент концентрации по ПДК;  $C_i$  – фактическая концентрация веществ в воде водоема, мг/л;  $\text{ПДК}_i$  – предельно допустимая концентрация в воде для  $i$ -го элемента, мг/л.

Для анализа условий самоочищения была разработана модель трансформации суммы растворённых солей в речных водах. Проведена её апробация на примере реки Киргизка. Расчёт трансформации суммы растворённых солей ( $M$ ) проводился с помощью модели согласно [6]:

$$C_p = C_1 \cdot \exp(-k_C \cdot t_m) + \sum_{i=1}^{N_w} \frac{(C_{w,i} - C_1)}{n_{C,i}} \cdot \exp(-k_C \cdot t_i), \quad (3)$$

где  $C_p$  и  $C_1$  – концентрация вещества в расчетном створе и в истоках реки Киргизка;  $C_w$  – концентрация вещества в сточных водах;  $N_w$  – количество источников загрязнения;  $k_C$  – коэффициент самоочищения речных вод в естественных условиях и под влиянием  $i$ -го выпуска или притока;  $t_m$  и  $t_i$  – время перемещения водных масс от истока реки Киргизка и источников загрязнения (устьев притоков);  $n_C$  – кратность разбавления сточных вод (или вод притока), вычисляемая методом В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера [10]. Эта же модель использовалась и для расчёта трансформации суммы растворённых солей вод притоков. При этом значение общей минерализации в устье притока представлено в виде источника наряду с выпусками сточных вод.

Исходные данные о составе сточных и речных вод, использованных для расчёта трансформации суммы растворённых солей в водах реки Киргизка, ранее описаны в главе 2.1 Водоотведение, химический состав сточных вод. Величины общей минерализации для истоков рек Малая

Киргизки и Омутная приняты по таблице 4 для створов, расположенных выше по течению от выпусков сточных вод, для истоков рек Киргизка, Чёрная, Топкая и Каменка – по среднему значению общей минерализации ( $467.7 \text{ мг/дм}^3$ ), полученному для створов на реках Киргизка, Малая Киргизка и Омутная в створах, расположенных выше по течению от выпусков сточных вод. Расходы сточных вод приняты по средним арифметическим значениям без учёта суточной и часовой неравномерности: КОС (канализационно-очистные сооружения) Туганской птицефабрики –  $0,0110 \text{ м}^3/\text{с}$ ; КОС Томской птицефабрики –  $0,0151 \text{ м}^3/\text{с}$ ; КОС ОАО «Томский завод ДСП» –  $0,0139 \text{ м}^3/\text{с}$ ; сброс неочищенных ливневых и талых вод –  $0,0016 \text{ м}^3/\text{с}$ . Кроме того, учитывался забор воды из реки Киргизка в двух створах в размере  $0,0048$  и  $0,0265 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Гидрологические параметры приняты по данным наблюдений на реке Киргизка у п. Кузовлево. Расчёт гидрологических характеристик реки Киргизка и её притоках в других створах выполнен с учётом модуля водного стока  $6.27 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ , площади водосбора и зависимостями между расходом воды, площадью живого сечения, скоростью течения и средней глубиной, полученными для створа у п. Кузовлево. Безусловно, это грубое, но приемлемое в данном случае допущение, основанное на сходстве морфометрических характеристик водотоков.

#### **4. Химический состав и качественный режим вод бассейна реки Киргизка**

##### **4.1 Химический состав поверхностных вод**

Речные воды бассейна Киргизки по показателю общей минерализации относятся к умеренно пресным, при среднем ее значении  $429 \text{ мг/л}$ . По показателю рН даны воды относятся к слабощелочным (среднее значение рН –  $7,5$ ). Величина общей жесткости составляет  $4,9 \text{ мг-экв/л}$ , что относит данные воды к умеренно жестким. По химическому составу – гидрокарбонатно-кальциевые.

В таблице 5 приведен более подробный химический состав поверхностных вод.

Таблица 5 – Химический состав поверхностных вод [12]

| Показатель<br>и                      | Содержание в речных<br>водах реки Киргизки и ее<br>притоках |       |       | ПДК <sub>п</sub> | ПДК <sub>р</sub> | ПДК <sub>х</sub> | К <sub>ПДКп</sub> | К <sub>ПДКх</sub> |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                                      | Мин.                                                        | Сред. | Макс. |                  |                  |                  |                   |                   |
| рН                                   | 6,0                                                         | 7,5   | 8,2   | 6-9              | 6,5-8,5          | -                | -                 | -                 |
| Об.ж, мг-экв/л                       | 1,2                                                         | 4,9   | 13,2  | 7                | -                | -                | 0,7               | -                 |
| CO <sub>2</sub> , мг/л               | 1,5                                                         | 10    | 70    | -                | -                | -                | -                 | -                 |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л | 72                                                          | 309   | 1098  | -                | -                | -                | -                 | -                 |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л | 1,0                                                         | 5,9   | 90    | 500              | 100              | 500              | 0,012             | 0,012             |
| Cl <sup>-</sup> , мг/л               | 1,1                                                         | 5,3   | 1553  | 350              | 300              | 350              | 0,015             | 0,015             |
| Ca <sup>2+</sup> , мг/л              | 18                                                          | 76    | 184   | -                | 180              | -                | -                 | -                 |
| Mg <sup>2+</sup> , мг/л              | 0,5                                                         | 13,7  | 72    | -                | 40               | 50               | -                 | 0,274             |
| Na <sup>+</sup> , мг/л               | 2,8                                                         | 12,1  | 840   | 200              | 120              | 200              | 0,061             | 0,061             |
| K <sup>+</sup> , мг/л                | 0,4                                                         | 2,5   | 170   | -                | 50               | -                | -                 | -                 |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л  | 0,0015                                                      | 0,03  | 3,0   | 3                | 0,08             | 3,3              | 0,010             | 0,009             |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л  | 0,05                                                        | 0,6   | 565   | 45               | 40               | 45               | 0,013             | 0,013             |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л  | 0,05                                                        | 0,6   | 230   | 2                | 0,5              | 1,5              | 0,300             | 0,400             |
| Si, мг/л                             | 0,4                                                         | 4,0   | 12    | 10               | -                | 10               | 0,400             | 0,400             |
| Fe общ. , мг/л                       | 0,15                                                        | 0,6   | 6,5   | 0,3              | 0,1              | 0,3              | 2,000             | 2,000             |
| M, мг/л                              | 121                                                         | 429   | 2754  | 1000             | -                | -                | -                 | -                 |
| F <sup>-</sup> , мкг/л               | 90                                                          | 220   | 3790  | 1500             | 750              | 1500             | 0,147             | 0,147             |
| Br, мкг/л                            | 0,3                                                         | 43,1  | 687   | 200              | 1350             | 200              | 0,216             | 0,216             |
| Ba, мкг/л                            | 2,5                                                         | 42,7  | 280   | 100              | 740              | 700              | 0,427             | 0,061             |
| Sr, мкг/л                            | 9,0                                                         | 315   | 1467  | 7000             | -                | 7000             | 0,045             | 0,045             |
| Li, мкг/л                            | 1,8                                                         | 14,1  | 160   | 30               | 0,7              | 30               | 0,470             | 0,470             |
| Al, мкг/л                            | 5,0                                                         | 98    | 340   | 500              | 40               | 200              | 0,196             | 0,490             |
| Ti, мкг/л                            | 0,3                                                         | 1,5   | 100   | -                | -                | -                | -                 | -                 |
| V, мкг/л                             | 0,2                                                         | 1,0   | 20    | 100              | 1                | -                | 0,010             | -                 |
| Cr, мкг/л                            | 0,2                                                         | 5,0   | 67    | 50               | 20               | 50               | 0,100             | 0,100             |

Продолжение таблицы 5.

| Показатель<br>и                     | Содержание в речных<br>водах реки Киргизки и<br>ее притоках |       |        | ПДК <sub>п</sub>                                                                                         | ПДК <sub>р</sub> | ПДК <sub>х</sub> | К <sub>ПДКп</sub> | К <sub>ПДКх</sub> |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                                     | Мин.                                                        | Сред. | Макс.  |                                                                                                          |                  |                  |                   |                   |
| Co, мкг/л                           | 0,1                                                         | 0,5   | 5,7    | 100                                                                                                      | 10               | 100              | 0,005             | 0,005             |
| Ni, мкг/л                           | 0,3                                                         | 2,1   | 19     | 100                                                                                                      | 10               | 20               | 0,021             | 0,105             |
| Cu, мкг/л                           | 0,05                                                        | 1,3   | 30     | 1000                                                                                                     | 1                | 1000             | 0,001             | 0,001             |
| Zn, мкг/л                           | 0,1                                                         | 9,9   | 592    | 5000                                                                                                     | 10               | 10               | 0,002             | 0,990             |
| Cd, мкг/л                           | 0,005                                                       | 0,11  | 153    | 1                                                                                                        | 5                | 1                | 0,110             | 0,110             |
| Pb, мкг/л                           | 0,05                                                        | 1,6   | 30     | 30                                                                                                       | 100              | 10               | 0,053             | 0,160             |
| As, мкг/л                           | 0,9                                                         | 4,8   | 91     | 50                                                                                                       | 50               | 10               | 0,096             | 0,480             |
| Ag, мкг/л                           | 0,01                                                        | 0,26  | 5,0    | 50                                                                                                       | -                | 50               | 0,005             | 0,005             |
| Au, мкг/л                           | 0,001                                                       | 0,01  | 0,18   | -                                                                                                        | -                | -                | -                 | -                 |
| Sb, мкг/л                           | 0,01                                                        | 0,11  | 10,7   | 50                                                                                                       | -                | 5                | 0,002             | 0,022             |
| Hg, мкг/л                           | 0,002                                                       | 0,07  | 2,4    | 0,5                                                                                                      | 0,01             | 0,5              | 0,14              | 0,14              |
| $\sum_i^M \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$ | 2,46                                                        | 22,55 | 976,21 | Для рыбохозяйственной категории водопользования: оценка по токсикологическому (т.) ЛПВ.                  |                  |                  |                   |                   |
|                                     | 0,16                                                        | 1,02  | 19,81  | Для рыбохозяйственной категории водопользования: оценка по санитарно-токсикологическому (с.-т.) ЛПВ.     |                  |                  |                   |                   |
| $\sum_i^M \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$ | 0,31                                                        | 2,15  | 205,36 | Для хозяйственно-питьевой категории водопользования: оценка по санитарно-токсикологическому (с.-т.) ЛПВ. |                  |                  |                   |                   |
|                                     | 0,56                                                        | 3,18  | 178,35 | Для хозяйственно-питьевой категории водопользования: оценка по органолептическому (орг.) ЛПВ.            |                  |                  |                   |                   |

Примечание: **ПДК<sub>п</sub>** – предельно-допустимые концентрации компонентов для питьевых вод (СанПиН 2.1.4.1074-01), **ПДК<sub>р</sub>** – предельно-допустимые концентрации вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения (утв. приказом Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010г. № 20), **ПДК<sub>х</sub>** – предельно-допустимые концентрации компонентов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого назначения (ГН 2.1.5.1315-03), **М** – общая минерализация, **К** - коэффициент концентрации по ПДК.

Из таблицы 5 видна характерная особенность поверхностных вод, заключающаяся в обогащенности катионами Fe. Данная особенность связана с тем, что в пределах исследуемой территории существуют благоприятные естественные условия для его накопления в водах. Так же в водах реки Киргизки можно отметить аномально высокое значение макрокомпонентов  $\text{Cl}^-$  – 1553,  $\text{Na}^+$  – 840,  $\text{NO}_3^-$  – 565 и  $\text{NH}_4^+$  – 230 мг/л. Кроме того, воды изучаемого бассейна характеризуются накоплением в них химических веществ 2, 3 и 4 классов опасности: Fe, Li, Al, V, Ni, Cu, F, Zn, Cd, As, Hg, средние и максимальные значения которых в речных водах Киргизки превышают значения предельно-допустимые концентрации компонентов установленных для вод рыбохозяйственных водоемов.

Для оценки качества поверхностных вод реки Киргизка рассчитаем коэффициент концентрации по ПДК ( $K_{\text{ПДК}}$ ) по средним значениям. Результаты расчетов коэффициента концентрации по ПДК ( $K_{\text{ПДК}}$ ) представлены в таблице 5. Полученные значения коэффициента концентрации ( $K_{\text{ПДК}}$ ) сравниваем с приведенными критериями загрязнения поверхностных вод связаны с уровнями загрязнения и экологической обстановкой территории, которые приведены в таблицах 6 и 7.

При сравнении коэффициента концентрации по ПДК с критериями оценки для загрязнения поверхностных вод питьевого назначения (табл. 6) можно сделать вывод, что экологическая обстановка оценивается как напряженная, уровень загрязнения природных сред – умеренно опасный, а уровень загрязнения – низкий (слабый). Данные результаты оценки связаны с обогащенностью поверхностных вод реки Киргизка катионами Fe.

Таблица 6 – Критерии оценки загрязнения поверхностных вод питьевого назначения [5].

| Экологическая обстановка        | Уровень загрязнения природных сред | Уровень загрязнения           | Токсичные элементы |       |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------|
|                                 |                                    |                               | $K_{ПДК}$          |       |
|                                 |                                    |                               | Класс опасности    |       |
|                                 |                                    |                               | 1,2                | 3, 4  |
| Относительно удовлетворительная | Допустимый                         | Минимальный                   | < 1                | < 1   |
| Напряженная                     | Умеренно опасный                   | Низкий (слабый)               | 1–1,5              | 1–5   |
| Критическая                     | Опасный                            | Средний                       | 1,5–2              | 5–10  |
| Чрезвычайная                    | Высоко опасный                     | Высокий (сильный)             | 2–3                | 10–15 |
| Экологического бедствия         | Чрезвычайно опасный                | Очень высокий (очень сильный) | > 3                | > 15  |

Таблица 7 – Критерии оценки загрязнения поверхностных вод хозяйственно-бытового назначения [5].

| Экологическая обстановка        | Уровень загрязнения природных сред | Уровень загрязнения           | Токсичные элементы |        |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------|
|                                 |                                    |                               | Класс опасности    |        |
|                                 |                                    |                               | 1, 2               | 3, 4   |
| Относительно удовлетворительная | Допустимый                         | Минимальный                   | < 1                | < 1    |
| Напряженная                     | Умеренно опасный                   | Низкий (слабый)               | 1–2,5              | 1–25   |
| Критическая                     | Опасный                            | Средний                       | 2,5–5              | 25–50  |
| Чрезвычайная                    | Высоко опасный                     | Высокий (сильный)             | 5-10               | 50-100 |
| Экологического бедствия         | Чрезвычайно опасный                | Очень высокий (очень сильный) | > 10               | > 100  |

По полученным значениям коэффициента концентрации по ПДК<sub>х</sub> (табл. 5) можно сделать вывод, что в целом экологическая обстановка оценивается как напряженная, уровень загрязнения природных сред – умеренно опасный, а уровень загрязнения – низкий (слабый). Данные

результаты оценки также связаны с обогащенностью катионами Fe поверхностных вод реки Киргизка.

Так же произведем оценку качества поверхностных вод по сумме средних значений концентраций для рыбохозяйственной категории водопользования с одинаковым лимитирующим признаком вредности (ЛПВ). По результатам расчета, приведенным в таблице 5, для рыбохозяйственной категории водопользования с санитарно-токсикологическим и токсикологическим ЛПВ, уровень загрязнения вод в целом оценивается как высокий (сильный). Данные результаты оценки связаны с накоплением в поверхностных водах бассейна реки Киргизка химических веществ 1, 2, 3 и 4 классов опасности: Fe, Li, Al, V, Ni, Cu, F, Zn, Cd, As, Hg, концентрации которых в речных водах превышают значения предельно-допустимые концентрации компонентов установленных для вод рыбохозяйственных водоемов. При сравнении с нормативами хозяйственно-бытового водопользования с ЛПВ, уровень загрязнения вод в целом оценивается как высокий (сильный).

#### **4.2 Химический состав подземных вод**

Подземные воды коренных пород бассейна Киргизки по показателю общей минерализации (527 мг/л) – пресные, слабощелочные (среднее значение pH-7,6). По показателю общей жесткости подземных водах коренных относятся к умеренно жестким и очень жестким (показатель общей жесткости варьируется от 4,0 до 9,7 мг-экв/л). Более подробный химический состав природных вод приведен в таблице 8.

Подземных вод рыхлых отложений при среднем значении величины общей минерализации равно 507 мг/л, являются пресными. По среднему значению pH – 7,4 данные воды относятся к нейтральным. По анионно-катионному составу воды гидрокарбонатно-кальциевые, что в целом характерно для территории Томской области.

Таблица 8 – Химический состав подземных вод [12]

| Показатели                           | Подземные воды<br>рыхлых отложений |       |       | Подземные воды<br>коренных пород |       |       | ПДКп | ПДКх |
|--------------------------------------|------------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|------|------|
|                                      | Мин.                               | Сред. | Макс. | Мин.                             | Сред. | Макс. |      |      |
| рН                                   | 6,0                                | 7,4   | 8,2   | 6,9                              | 7,6   | 8,2   | 6-9  | -    |
| Об.ж, мг-<br>экв/л                   | 0,9                                | 5,9   | 14,6  | 4,0                              | 6,1   | 9,7   | 7    | -    |
| CO <sub>2</sub> , мг/л               | 1,5                                | 12,7  | 116   | 1,5                              | 18,5  | 127   | -    | -    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л | 49                                 | 375   | 680   | 265                              | 385   | 565   | -    | -    |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л | 1,0                                | 5,8   | 80    | 1,0                              | 6,3   | 53    | 500  | 500  |
| Cl <sup>-</sup> , мг/л               | 0,5                                | 5     | 78    | 1,4                              | 6,6   | 121   | 350  | 350  |
| Ca <sup>2+</sup> , мг/л              | 16                                 | 93    | 210   | 54                               | 97    | 166   | -    | -    |
| Mg <sup>2+</sup> , мг/л              | 0,5                                | 14,2  | 63    | 0,5                              | 15,6  | 52    | -    | 50   |
| Na <sup>+</sup> , мг/л               | 1,4                                | 11    | 55    | 5                                | 12    | 46    | 200  | 200  |
| K <sup>+</sup> , мг/л                | 0,23                               | 1,6   | 22    | 0,2                              | 1,7   | 18,5  | -    | -    |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л  | 0,001<br>5                         | 0,05  | 1,2   | 0,001<br>5                       | 0,01  | 0,9   | 3    | 3,3  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л  | 0,05                               | 0,4   | 200   | 0,05                             | 0,5   | 69    | 45   | 45   |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л  | 0,015                              | 0,5   | 3,8   | 0,015                            | 0,4   | 2,5   | 2    | 1,5  |
| Si, мг/л                             | 0,9                                | 5,3   | 9,7   | 2,3                              | 6,2   | 12    | 10   | 10   |
| M, мг/л                              | 104                                | 507   | 1229  | 354                              | 527   | 784   | 1000 | -    |
| F <sup>-</sup> , мкг/л               | 90                                 | 230   | 1180  | 90                               | 250   | 510   | 1500 | 1500 |
| Br, мкг/л                            | 0,3                                | 44    | 200   | 3,3                              | 41    | 172   | 200  | 200  |
| Ba, мкг/л                            | 2,5                                | 44,6  | 175   | 7,2                              | 56    | 210   | 100  | 700  |
| Sr, мкг/л                            | 9,0                                | 378   | 1597  | 9,0                              | 430   | 1447  | 7000 | 7000 |
| Li, мкг/л                            | 2,4                                | 13,4  | 45    | 5,0                              | 13,3  | 38    | 30   | 30   |
| Al, мкг/л                            | 5,0                                | 85    | 2650  | 5,0                              | 203   | 500   | 500  | 200  |
| Ti, мкг/л                            | 0,3                                | 1,5   | 81    | 0,3                              | 2,5   | 70    | -    | -    |
| V, мкг/л                             | 0,3                                | 0,7   | 10    | 0,3                              | 1,1   | 20    | 100  | -    |
| Cr, мкг/л                            | 0,9                                | 5,4   | 76    | 0,2                              | 5,3   | 40    | 50   | 50   |
| Co, мкг/л                            | 0,01                               | 0,4   | 5,9   | 0,1                              | 0,5   | 3,4   | 100  | 100  |
| Ni, мкг/л                            | 0,3                                | 1,9   | 23,5  | 0,3                              | 2,8   | 100   | 100  | 20   |
| Cu, мкг/л                            | 0,05                               | 0,8   | 138   | 0,05                             | 1,3   | 5,8   | 1000 | 1000 |
| Zn, мкг/л                            | 0,6                                | 12    | 2830  | 0,1                              | 12,1  | 900   | 5000 | 10   |
| Cd, мкг/л                            | 0,05                               | 0,15  | 12    | 0,05                             | 0,1   | 15    | 1    | 1    |
| Pb, мкг/л                            | 0,05                               | 1,4   | 26    | 0,05                             | 1,8   | 25    | 30   | 10   |

Продолжение таблицы 8.

| Показатели                          | Подземные воды<br>рыхлых отложений |       |        | Подземные воды<br>коренных пород |       |       | ПДКп                                                          | ПДКх |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------|--------|----------------------------------|-------|-------|---------------------------------------------------------------|------|
|                                     | Мин.                               | Сред. | Макс.  | Мин.                             | Сред. | Макс. |                                                               |      |
| As, мкг/л                           | 2,0                                | 5,1   | 70,5   | 2,0                              | 4,8   | 26,4  | 50                                                            | 10   |
| Ag, мкг/л                           | 0,03                               | 0,24  | 3,5    | 0,03                             | 0,3   | 5,0   | 50                                                            | 50   |
| Au, мкг/л                           | 0,001                              | 0,01  | 0,3    | 0,001                            | 0,01  | 0,2   | -                                                             | -    |
| Sb, мкг/л                           | 0,01                               | 0,12  | 3,1    | 0,01                             | 0,1   | 6,5   | 50                                                            | 5    |
| Hg, мкг/л                           | 0,005                              | 0,05  | 4,5    | 0,005                            | 0,05  | 2,9   | 0,5                                                           | 0,5  |
| $\sum_i^M \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$ | 0,36                               | 2,58  | 42,31  | 0,64                             | 2,89  | 32,82 | Для ПДКп: оценка по санитарно-токсикологическому (с.-т.) ЛПВ. |      |
|                                     | 0,30                               | 1,70  | 125,09 | 0,51                             | 2,37  | 28,64 | Для ПДКп: оценка по органолептическому (орг.) ЛПВ.            |      |
| $\sum_i^M \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$ | 0,55                               | 2,68  | 43,94  | 0,80                             | 2,80  | 39,48 | Для ПДКх: оценка по санитарно-токсикологическому (с.-т.) ЛПВ. |      |
|                                     | 0,33                               | 2,34  | 131,82 | 0,55                             | 3,94  | 33,32 | Для ПДКх: оценка по органолептическому (орг.) ЛПВ.            |      |

Примечание: **ПДКп** – предельно-допустимые концентрации компонентов для питьевых вод (СанПиН 2.1.4.1074-01), **ПДКх** – предельно-допустимые концентрации компонентов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого назначения (ГН 2.1.5.1315-03), **М** – общая минерализация

Произведем оценку качества подземных вод рыхлых отложений и коренных пород по сумме значений концентраций для группы с одинаковыми лимитирующими признаками вредности (ЛПВ). Для рыхлых отложений и коренных пород уровень загрязнения вод в целом оценивается как высокий (сильный).

Из таблицы 6 видно, что значение некоторых химических показателей состава данной водной среды превышают их естественный фон, а некоторые компоненты в десятки и сотни раз. Действующие для них санитарно-гигиенические нормы. С учетом этого данные воды относятся к группе техногенно-трансформированных вод.

При этом в зоне влияния СПУ степень техногенного воздействия на столько велико, что природные воды бассейна реки Киргизка начинают радикально изменять свой общий химический состав с гидрокарбонатно-кальциевого ( $\text{HCO}_3/\text{Ca}$ ) на хлоридно-натриевый ( $\text{Cl}/\text{Na}$ ), не характерный для данной территории. При этом содержания аниона  $\text{Cl}^-$  достигает 94 мг-экв%, а содержания катиона  $\text{Na}^+$  – 80 мг-экв%. По показателю общей минерализации данные воду существенно отличаются от пресных, он достигает до 2,7 г/л, по классификации О. А. Алекина данные воды относятся к солоноватым.

### **5. Условия самоочищения речных вод в бассейне р. Киргизки**

Разработана модель трансформации суммы растворённых солей в водах бассейна реки Киргизка, учитывающая влияние сбросов сточных вод, а также влияние притоков (реки Малая Киргизка, Омутная, Топкая, Каменка, Чёрная). Данная модель показала, что, во-первых, модель (3) вполне адекватно описывает среднемноголетние изменения общей минерализации вод реки Киргизка и её притоков. Во-вторых, изменения суммы растворённых солей в речных водах по длине реки наилучшим образом описываются при  $k_c=0.093 \text{ сут}^{-1}$ . В связи с этим, величину общей минерализации следует интерпретировать как неконсервативной. В-третьих, речная система характеризуется как достаточно устойчивая к сбросу растворённых солей со сточными водами. Одно из объяснений этого явления – сочетание, с одной стороны, разбавления более минерализованных подземных вод, дренируемых реками, и атмосферных осадков, а с другой стороны, – процессов взаимодействия в системе «вода – порода – органическое вещество».

По данным Ю.В. Колубаевой [12], сумма растворённых солей в подземных водах региона в среднем составляет от 507 мг/дм<sup>3</sup> (воды рыхлых отложений) до 527 мг/дм<sup>3</sup> (воды коренных отложений), в то время как для атмосферных осадков в бассейне реки Обь на участке среднего течения характерны значения суммы главных ионов составляют: дождевые воды – 50.9 мг/дм<sup>3</sup>; снеготалые воды – 23.1 мг/дм<sup>3</sup> [27].

Влияние второго фактора вполне применимо и к речным водам в среднемноголетнем разрезе. В частности, в работе [28] ранее было показано, что наиболее активное взаимодействие речных вод и отложений происходит в пространственном разрезе – в верхнем течении рек, а во времени – в половодье. При этом отмечены следующие особенности:

1) состояние, близкое к равновесному, наблюдается в основном только при взаимодействии вод с кальцитом, глинистыми минералами, кварцем, соединениями металлов с гуминовыми кислотами;

2) по отношению к первичным алюмосиликатам речные воды повсеместно и в течение всего года недонасыщены, так как достижение равновесного состояния ограничено в результате выведения из раствора кальция с соединениями с угольной и гуминовыми кислотами;

3) рост концентраций растворенных солей в водах рек – приёмников стоков в определенной степени ограничивается относительно низкой растворимостью ряда соединений главных ионов, что ограничивает рост суммарного содержания растворённых солей или даже приводит к его некоторому снижению [28].

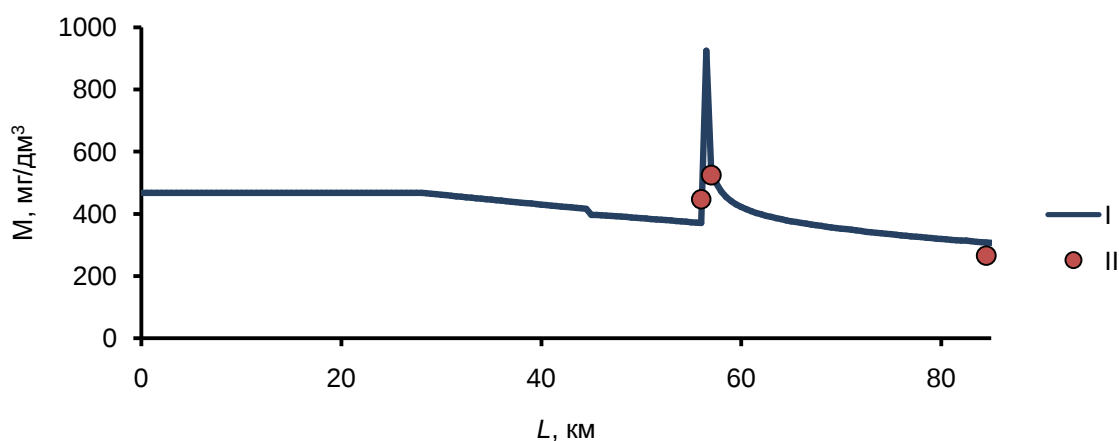


Рисунок 10 – Изменение расчетных (I) и средних измеренных значений суммы растворенных солей (M) (II) по длине (L) реки Киргизка (от истока)

Таким образом, выполненное моделирование формирования минерализации вод реки Киргизка показало, что исследуемая речная система,

несмотря на сброс значительного количества сточных вод, обладает значительной способностью к самоочищению как за счёт разбавления сточных вод речными, так и за счёт гидрохимических процессов, протекающих в речной экосистеме.

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

Студенту:

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>              |
| 2В21          | Титов Иван Владимирович |

|                            |                           |                                  |                                                      |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Институт</b>            | <b>Природных ресурсов</b> | <b>Кафедра</b>                   | Гидрогеологии инженерной геологии и гидрогеоэкологии |
| <b>Уровень образования</b> | Бакалавриат               | <b>Направление/специальность</b> | 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>СНОР 93, вып. 1, ч. 3<br/>ССН 92, вып. 7<br/>ССН 93, вып. 1, ч. 3</i>                                       |
| 2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>                                  | <i>Налоговый кодекс РФ</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>Анализ затрат времени на организацию мониторинга поверхностных вод реки Каменка (левый приток Киргизки)</i> |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>                                                                          | <i>Расчет стоимости по организации мониторинга поверхностных вод реки Каменка (левый приток Киргизки)</i>      |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>          | <i>Расчет общей сметы проведения мониторинга поверхностных вод реки Каменка (левый приток Киргизки)</i>        |

|                                                                |                  |
|----------------------------------------------------------------|------------------|
| 8. <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | 9. 01.03.2016 г. |
|----------------------------------------------------------------|------------------|

**Задание выдал консультант:**

|                       |                |                               |                |             |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b>      | <b>ФИО</b>     | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Старший преподаватель | Кочеткова О.П. | Старший преподаватель         |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                         |                |             |
|---------------|-------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>              | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 2В21          | Титов Иван Владимирович |                |             |

## 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Экономическая часть содержит расчеты по необходимым затратам на организацию мониторинга поверхностных вод на реке Каменка (левый приток Киргизки), с целью оценки состояния природных вод при эксплуатации полигона бытовых отходов в районе села Семилужки.

### 6.1 Виды и объемы проектируемых работ

Таблица 9 – Виды и объемы проектируемых работ

| №         | Наименование работ                              | Един. изм. | Объем | Условия производства работ              | Вид оборудования                   |
|-----------|-------------------------------------------------|------------|-------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| <b>A</b>  | <b>Работы по осуществлению ГМПВО</b>            |            |       |                                         |                                    |
| <b>1.</b> | <b>Полевые работы</b>                           |            |       |                                         |                                    |
| 1.1.      | Создание новых пунктов наблюдений               | пост       | 1     | Гидрогеологический пост на реке Каменка | Гидрогеологический пост            |
| 1.2.      | Отбор проб при ведении ГМПВО                    | проба      | 8     | Отбор проб воды из реки Каменка         | Стерилизованные стеклянные бутылки |
| <b>2.</b> | <b>Лабораторные исследования</b>                |            |       |                                         |                                    |
| 2.1.      | Анализ проб воды при ведении ГМПВО              | проба      | 8     | Анализ в лаборатории                    | Лабораторное оборудование          |
| <b>3.</b> | <b>Камеральные работы</b>                       |            |       |                                         |                                    |
| 3.1.      | Сбор, анализ и обработка имеющейся информации   | %          | 100   | Компьютерная обработка материала        | Компьютер                          |
| 3.2.      | Сбор метеорологических данных о подземных водах | %          | 100   | Компьютерная обработка материала        | Компьютер                          |
| <b>Б.</b> | <b>Сопутствующие работы</b>                     |            |       |                                         |                                    |
| 4.        | Транспортировка грузов                          | м/см       | 5     | Ручная работа                           | Автомобиль                         |

### 6.2 Затраты времени на проектируемые работы

Расчет затрат времени производится по формуле (4):

$$N = Q * H_{BP} * K, \quad (4)$$

где N – затраты времени, (чел\см); Q – объем работ, (проба);  $H_{BP}$  – норма выработки (час); K – коэффициент за ненормализованные условия (0,83).

Таблица 10 – Расчет затрат времени на проектируемые работы

| №<br>п/п | Виды работ                                      | Объем работ |            | Норма<br>длительности | Коэф.т | Нормативный<br>документ ССН<br>92 | Итого N<br>чел./<br>см, м/см. |
|----------|-------------------------------------------------|-------------|------------|-----------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------|
|          |                                                 | Ед.изм      | Кол-<br>во |                       |        |                                   |                               |
| А.       | Работы по осуществлению ГМПВО                   |             |            |                       |        |                                   |                               |
| 1.       | Полевые работы                                  |             |            |                       |        |                                   |                               |
| 1.1.     | Создание новых пунктов наблюдений               | пост        | 1          | 2,0990                | 0,83   | в.1 ч 4, т. 48, с. 1              | 1,74                          |
| 1.2.     | Отбор проб при ведении ГМПВО                    | проба       | 8          | 0,0437                | 0,83   | в. 1, ч 3, т. 22                  | 0,29                          |
| 2.       | Лабораторные исследования                       |             |            |                       |        |                                   |                               |
| 2.1.     | Анализ проб воды при ведении ГМПВО              | проба       | 8          | 7,2000                | 1,00   | в. 7А, т. 2                       | 57,60                         |
| 3.       | Камеральные работы                              |             |            |                       |        |                                   |                               |
| 3.1.     | Сбор, анализ и обработка имеющейся информации   | %           | 100        | 0,0221                | 1,00   | в.1, ч 3, т. 56                   | 0,18                          |
| 3.2.     | Сбор метеорологических данных о подземных водах | %           | 100        | 0,0221                | 1,00   | в.1, ч 3, т. 56                   | 0,18                          |
| Б.       | Сопутствующие работы                            |             |            |                       |        |                                   |                               |
| 4.       | Транспортировка грузов                          | м/см        | 5          |                       |        | п. 1.2                            | 1,74                          |

### 6.3 Расчеты стоимости основных расходов

Таблица 11 – Расчет 1.1 сметная стоимость устройства гидрологических постов

| №   | Виды работ                                  | Сметная стоимость расчетной единицы, руб. | Кол-во расчетных единиц | Сметная стоимость объема работ, руб | Ед. изм. | Объем работ | Единичная сметная расценка |
|-----|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------|-------------|----------------------------|
| 1.  | <b>Устройство гидрогеологических постов</b> |                                           |                         |                                     |          |             |                            |
| 1.1 | Устройство гидрогеологических постов        | 1 452                                     | 2,099                   | 3 048                               |          |             |                            |
| 1.2 | Транспорт в режиме ожидания, р.к.=1,3       | 1 201                                     | 2,099                   | 2 521                               |          |             |                            |
|     | Итого                                       |                                           |                         | 5 569                               | пост     | 1           | 5 569                      |

Таблица 12 – Расчет 1.1 затраты времени на устройства гидрологических постов

| №   | Виды работ                                  | Един. измер. | Объем работ | Нормативный документ | Затраты времени |          |
|-----|---------------------------------------------|--------------|-------------|----------------------|-----------------|----------|
|     |                                             |              |             |                      | На един.        | На объем |
| 1.  | <b>Устройство гидрогеологических постов</b> |              |             |                      |                 |          |
| 1.1 | Устройство гидрогеологических постов        | пост         | 1           | ССН-1-4, т. 48, с. 1 | 2,099           | 2,099    |
| 1.2 | Транспорт в режиме ожидания, р.к.=1,3       | м/см         |             | п. 1.1.              |                 | 2,099    |

Таблица 13 – Расчет 1.2. сметная стоимость отбора проб из поверхностных вод

| №         | Виды работ                              | Сметная стоимость расчетной единицы, руб. | Кол-во расчетных единиц | Сметная стоимость объема работ, руб. | Ед. изм. | Объем работ | Единичная сметная расценка |
|-----------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------|-------------|----------------------------|
| <b>1.</b> | <b>Отбор проб на химические анализы</b> |                                           |                         |                                      |          |             |                            |
| 1.1       | Отбор проб, р.к.=1,3                    | 2 185                                     | 1,6                     | 3 496                                |          |             |                            |
| 1.2       | Транспорт в режиме ожидания, р.к.=1,3   | 1 336                                     | 1,6                     | 2 138                                |          |             |                            |
|           | Итого                                   |                                           |                         | 5 634                                | проба    | 8           | 705                        |

Таблица 14 – Расчет 1.2 затраты времени на отбор проб из поверхностных вод

| №         | Виды работ                              | Един. измер. | Объем работ | Нормативный документ | Затраты времени |          |
|-----------|-----------------------------------------|--------------|-------------|----------------------|-----------------|----------|
|           |                                         |              |             |                      | На един.        | На объем |
| <b>1.</b> | <b>Отбор проб на химические анализы</b> |              |             |                      |                 |          |
| 1.1       | Отбор проб, р.к.=1,3                    | 2 л.         | 8           | ССН-1-4, т. 48, с. 1 | 0,2             | 1,6      |
| 1.2       | Транспорт в режиме ожидания, р.к.=1,3   | м/см         |             | п. 1.1.              |                 | 1,6      |

Таблица 15 – Расчет 2.1 затраты времени и цены на лабораторные исследования

| №             | Виды анализа              | Ед-ца измерения | Метод анализа  | Затраты времени на 1 пробу (ССН-7, Доп. к ССН-7) |
|---------------|---------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------------------|
| 1             | Об. жест.                 | проба           | Титриметрия    | 0,18                                             |
| 2             | ХПК                       | проба           | Титриметрия    | 0,25                                             |
| 3             | БПК5                      | проба           | Титриметрия    | 0,21                                             |
| 4             | pH                        | проба           | Потенциометрия | 0,09                                             |
| 5             | Цветность                 | проба           | Фотометрия     | 0,07                                             |
| 6             | В.В.                      | проба           | Турбидиметр    | 0,18                                             |
| 7             | Аммоний NH <sub>4</sub>   | проба           | Фотометрия     | 0,12                                             |
| 8             | Нитриты NO <sub>2</sub>   | проба           | Фотометрия     | 0,11                                             |
| 9             | Нитраты NO <sub>3</sub>   | проба           | Фотометрия     | 0,30                                             |
| 10            | Карбонаты CO <sub>3</sub> | проба           | Титриметрия    | 0,05                                             |
| 11            | Хлориды Cl                | проба           | Титриметрия    | 0,19                                             |
| 12            | Сульфаты SO <sub>4</sub>  | проба           | Фотометрия     | 0,23                                             |
| 14            | Магний Mg                 | проба           | Титриметрия    | 0,10                                             |
| 15            | Натрий Na                 | проба           | Потенциометрия | 0,18                                             |
| 16            | Калий К                   | проба           | А.абсорбция    | 0,20                                             |
| 17            | Железо Fe                 | проба           | Фотометрия     | 0,19                                             |
| 19            | Кадмий Cd                 | проба           | Инверсной ВА   | 0,37                                             |
| 24            | Ртуть Hg                  | проба           | А. абсорбция   | 0,3                                              |
| 25            | Свинец РЬ                 | проба           | Инверсион.ВА   | 0,24                                             |
| 28            | Хром Сг                   | проба           | А. эмиссия     | 0,12                                             |
| 29            | Цинк Zn                   | проба           | Инверсион.ВА   | 0,24                                             |
| <b>Итого:</b> |                           |                 |                | <b>4,11</b>                                      |

Таблица 16 – Расчет 2.1 сметная стоимость лабораторных исследований

| №  | Виды работ             | Сметная стоимость расчетной единицы, руб. | Кол-во расчетных единиц | Сметная стоимость объема работ, руб. | Ед. изм. | Объем работ | Единичная сметная расценка |
|----|------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------|-------------|----------------------------|
| 1. | Химический анализ воды | 988                                       | 32,88                   | 32 485                               |          |             |                            |
|    | Итого                  |                                           |                         | 32 485                               | проба    | 8           | 4 060                      |

Таблица 17 – Расчет 3.1 сметной стоимости сбора, анализа и обработки имеющейся информации

| Наименование расходов                              | Единица измерения | Количество единиц | Стоимость единицы, руб. | Сумма основных расходов, руб. |
|----------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Основная заработная плата:<br>Ведущий специалист 1 | ч.см              | 30,00             | 539                     | 16 170                        |
| Итого                                              |                   | 30,00             |                         | 16 170                        |
| Дополнительная заработная плата 7,9%               |                   |                   |                         | 1 277                         |
| Итого                                              |                   |                   |                         | 17 447                        |
| Итого с р.к.=1,3                                   |                   |                   |                         | 22 681                        |
| Отчисления на соц. нужды 39,0%                     |                   |                   |                         | 8 846                         |
| Итого                                              |                   |                   |                         | 31 527                        |
| Материалы, $K_{\text{тзр}}=1,2 - 5,0\%$            |                   |                   |                         | 872                           |
| Услуги – 5,0%                                      |                   |                   |                         | 872                           |
| Амортизация – 2,0%                                 | смена             |                   |                         | 6 192                         |
| Итого                                              |                   |                   |                         | 39 463                        |

Таблица 18 – Расчет 3.2 сметной стоимости сбора метеорологических данных о подземных водах

| Наименование расходов                              | Единица измерения | Количество единиц | Стоимость единицы, руб. | Сумма основных расходов, руб. |
|----------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Основная заработная плата:<br>Ведущий специалист 1 | ч.см              | 20,00             | 539                     | 10 780                        |
| Итого                                              |                   | 20,00             |                         | 10 780                        |
| Дополнительная заработная плата 7,9%               |                   |                   |                         | 852                           |
| Итого                                              |                   |                   |                         | 11 632                        |
| Итого с р.к.=1,3                                   |                   |                   |                         | 15 122                        |
| Отчисления на соцнужды 39,0%                       |                   |                   |                         | 5 898                         |
| Итого                                              |                   |                   |                         | 21 020                        |
| Материалы, $K_{гзр}=1,2 - 5,0\%$                   |                   |                   |                         | 582                           |
| Услуги – 5,0%                                      |                   |                   |                         | 582                           |
| Амортизация – 2,0%                                 | смена             |                   |                         | 4 128                         |
| Итого                                              |                   |                   |                         | 26 312                        |

Таблица 19 – Расчет 3.3 сметной стоимости составления отчета

| Наименование расходов                   | Единица измерения | Количество единиц | Стоимость единицы, руб. | Сумма основных расходов, руб. |
|-----------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Основная заработная плата:              |                   |                   |                         |                               |
| Ведущий специалист 1                    | ч.см              | 5,00              | 610                     | 3 050                         |
| Начальник отдела 1                      | ч.см              | 25,00             | 539                     | 13 475                        |
| Специалист 1 категории 2                | ч.см              | 25,00             | 539                     | 26 950                        |
| Техник 1 категории 1                    | ч.см              | 25,00             | 421                     | 10 525                        |
| Итого                                   |                   | 80,00             |                         | 54 000                        |
| Дополнительная заработная плата 7,9%    |                   |                   |                         | 4 266                         |
| Итого                                   |                   |                   |                         | 58 266                        |
| Итого с р.к.=1,3                        |                   |                   |                         | 75 746                        |
| Отчисления на соцнужды 39,0%            |                   |                   |                         | 29 541                        |
| Итого                                   |                   |                   |                         | 105 287                       |
| Материалы, $K_{\text{тзр}}=1,2 - 5,0\%$ |                   |                   |                         | 2 913                         |
| Услуги – 5,0%                           |                   |                   |                         | 2 913                         |
| Амортизация – 2,0%                      | смена             |                   |                         | 4 301                         |
| Итого                                   |                   |                   |                         | 115,414                       |

Таблица 20 – Расчет 4. Сметная стоимость 1 м/см. работы автомобиля УАЗ - 39629

| <b>№</b> | <b>Наименование затрат</b>               | <b>Стоимость м/см,<br/>руб.</b> | <b>Стоимость 1<br/>часа работы,<br/>руб.</b> |
|----------|------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| 1        | Стоимость ГСМ                            | 238,00                          | 29,75                                        |
| 2        | Стоимость аренды гаража                  | 20,00                           | 2,50                                         |
| 3        | Заработная плата водителя с<br>р.к.=1,3  | 337,00                          | 42,13                                        |
| 4        | Заработная плата а/слесаря с<br>р.к.=1,3 | 378,00                          | 47,25                                        |
| 5        | Амортизация автомобиля УАЗ-<br>39629     | 36,00                           | 4,5                                          |
|          | Итого:                                   | 1009                            | 126,13                                       |
|          | <i>НДС 18%:</i>                          | 181,62                          | 22,7034                                      |
|          | ВСЕГО с НДС 18%:                         | 1190,6                          | 148,833                                      |

## 6.4 Общий расчет сметной стоимости работ

Таблица 21 – Общий расчет сметной стоимости работ

| №           | Наименование работ и затраты                    | Един. измер. | Объем работ | Единицн. Сметная расценка, руб. | Сметная стоимость объема работ, в текущих ценах, руб. |
|-------------|-------------------------------------------------|--------------|-------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>I.</b>   | <b>Основные расходы</b>                         | <b>руб.</b>  |             |                                 | <b>230 827</b>                                        |
| <b>A.</b>   | <b>Работы по осуществлению ГМПВО</b>            | <b>руб.</b>  |             |                                 | <b>224 872</b>                                        |
| <b>1.</b>   | <b>Полевые работы</b>                           | <b>руб.</b>  |             |                                 | <b>11 203</b>                                         |
| 1.1.        | Создание новых пунктов наблюдений               | пост         | 1           | 5 569                           | 5 569                                                 |
| 1.2.        | Отбор проб при ведении ГМПВО                    | проба        | 8           | 705                             | 5 634                                                 |
| <b>2.</b>   | <b>Лабораторные исследования</b>                | <b>руб.</b>  |             |                                 | <b>32 480</b>                                         |
| 2.1.        | Анализ проб воды при ведении ГМПВО              | проба        | 8           | 4 060                           | 32 480                                                |
| <b>3.</b>   | <b>Камеральные работы</b>                       |              |             |                                 | <b>181 189</b>                                        |
| 3.1.        | Сбор, анализ и обработка имеющейся информации   | 100%         | 1           | 39 463                          | 39 463                                                |
| 3.2.        | Сбор метеорологических данных о подземных водах | 100%         | 1           | 26 312                          | 26 312                                                |
| 3.4.        | Составление отчета                              | отчет        | 1           | 115 414                         | 115 414                                               |
| <b>Б.</b>   | <b>Сопутствующие работы</b>                     | <b>руб.</b>  |             |                                 | <b>5 955</b>                                          |
| 4.          | Транспортировка грузов с р.к.=1,3               | м. см        | 5           | 1 191                           | 5 955                                                 |
| <b>II.</b>  | <b>Компенсирующие затраты</b>                   |              |             |                                 |                                                       |
|             | Накладные расходы – 15%                         | руб.         |             |                                 | 34 624                                                |
|             | Плановые накопления – 15%                       | руб.         |             |                                 | 34 624                                                |
|             | Резерв – 3%                                     | руб.         |             |                                 | 6 925                                                 |
| <b>III.</b> | <b>Всего по объекту:</b>                        | <b>руб.</b>  |             |                                 | <b>307 000</b>                                        |
|             | НДС – 18%                                       | руб.         |             |                                 | 5 5260                                                |
|             | <b>Всего по объекту с учетом НДС:</b>           | <b>руб.</b>  |             |                                 | <b>362 260</b>                                        |

Таблица 22 – Расчет стоимости основных расходов на организацию мониторинга

| шифр расценки | Виды работ, условия проведения (расчетная единица)                                            | Нормативный документ (СНОР-93) | Основные расходы по СНОР-93 |                      |           |        | Поправоч. коэффиц.           |                      | Основные расходы с учетом поправочных коэффициентов |                          |           |        |              |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------|--------|------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------|--------------|
|               |                                                                                               |                                | затраты на З/П              | отчис. на соц. нужды | мат. затр | аморт. | к з/п и отчисл. на соц.нужды | к мате-лам и оборуд. | затраты на оплату труда                             | отчисления на соц. нужды | мат. затр | аморт. | Итого смена: |
| 1             | Отбор проб воды                                                                               | в.1, ч.4 т. 11, с.1            | 19 654                      | 7 665                | 16 413    | 250    | 1,3                          | 1,2                  | 25 550                                              | 9 965                    | 19 696    | 300    | <b>2 185</b> |
| 2             | Лабораторные исследования при геолого-экологических работах                                   | в.7, т.11, с.1                 | 26 146                      | 10 198               | 35 488    | 64 226 | 1,3                          | 1,2                  | 33 990                                              | 13 257                   | 42 586    | 77 071 | <b>988</b>   |
| 3             | Устройство гидрологических постов                                                             | в.8, т.5 с.9                   | 55 956                      | 21 818               | 108 306   | 11 760 | 1,3                          | 1,2                  | 72 743                                              | 28 363                   | 129 967   | 14 112 | <b>1 452</b> |
| 4             | Перевозка грузов и персонала автомобилями повышенной проходимости, грузоподъемность до 0.8 т. | в.10, т.1 с.1                  | 484                         | 189                  | 1 005     | 272    | 1,3                          | 1,2                  | 629                                                 | 246                      | 1 206     | 326    | <b>2 407</b> |

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

### 6.5.1 Расчет срока окупаемости проекта

Таблица 23 – Показатели срока окупаемости проекта

| Показатели                                                          | Шаги расчета, кварталы |         |        |        |        |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------|---------|--------|--------|--------|
|                                                                     | 0                      | 1       | 2      | 3      | 4      |
| Чистый денежный поток от операционной и инвестиционной деятельности | -362,26                | 171,00  | 171,00 | 171,00 | 171,00 |
| Коэффициент дисконтирования                                         | 1,00                   | 0,97    | 0,93   | 0,90   | 0,87   |
| Дисконтированный денежный поток                                     | -362,26                | 165,13  | 159,46 | 153,98 | 133,90 |
| Накопленный дисконтированный денежный поток тыс. руб.               | -362,26                | -197,13 | -37,67 | 116,31 | 250,21 |

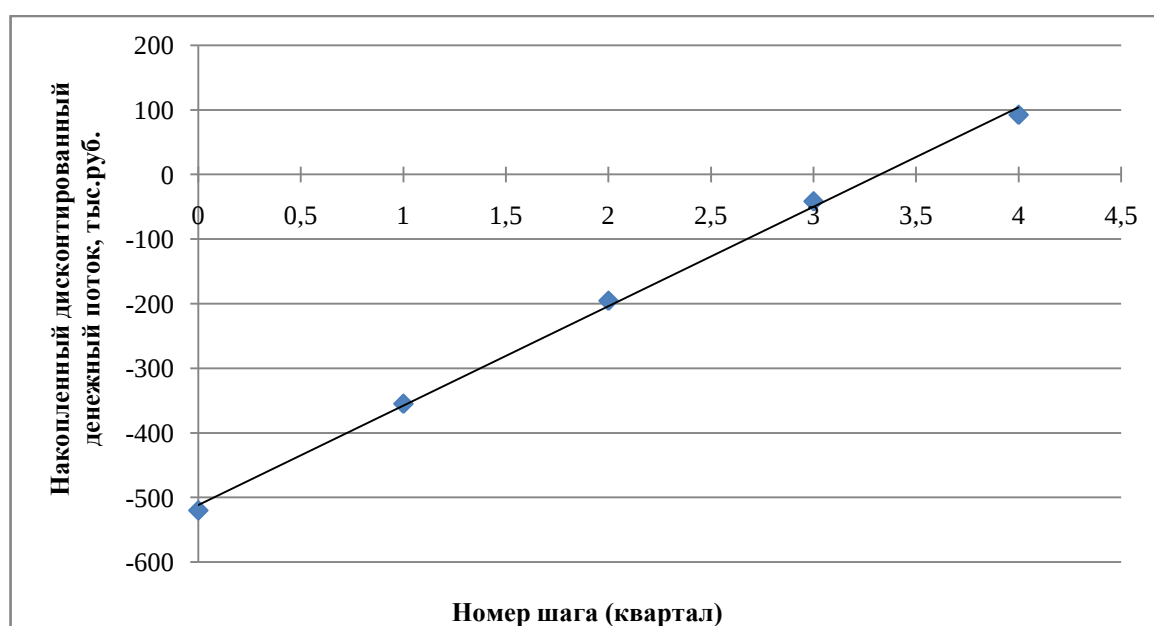


Рисунок 11 – Зависимость накопленного дисконтированного денежного потока от квартала

При процентной ставке равной 15%, инвестициях 363 тыс. руб. и ежемесячной экономия 57 тыс. руб., срок окупаемости составил 2,13 квартала (6,39 месяцев).

## 6.5.2 Оценка уровня финансовых рисков по отбору проб и лабораторным исследованиям

Таблица 24 – Исходные данные

| Наименование затрат                                                   | Ед. измерения | Итого  |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|--------|
| Цена за 1 пробу воды (отбор и лабораторное исследование)              | руб.          | 4 765  |
| Затраты на весь объем                                                 | тыс. руб.     | 38 120 |
| Максимальные цены на 1 пробу воды, при которых рентабельность равна 1 | руб.          | 6 633  |
| Затраты на весь объем                                                 | тыс. руб.     | 56 800 |

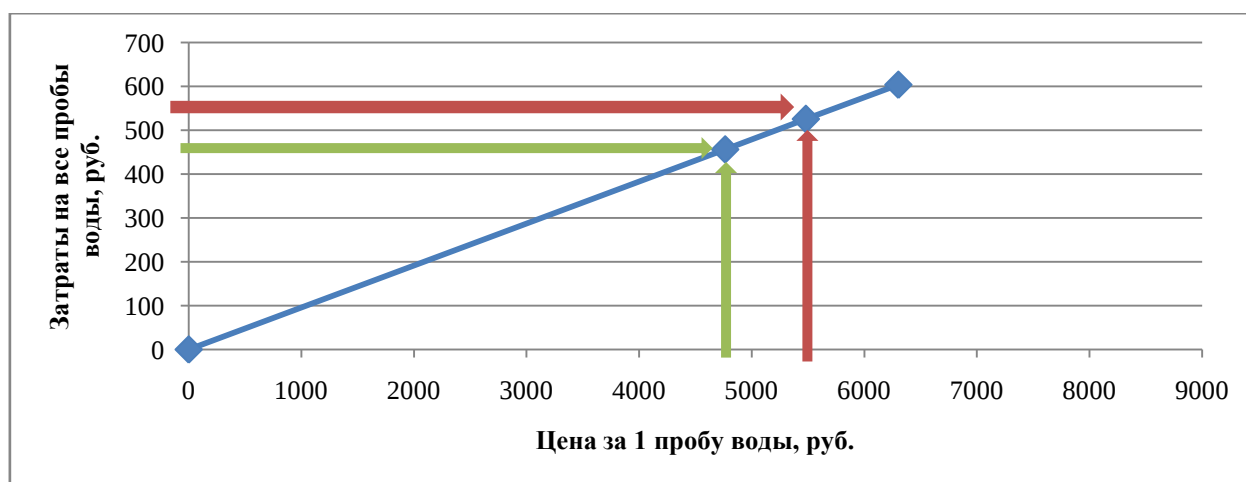


Рисунок 12 – Зависимость затрат за 1 пробу воды

В данной главе было составлено экономическое обоснование проведенных работ по организации мониторинга на реке Каменка, включающее в себя расчет затрат времени и труда, а также сметы по всем видам проведенных работ. Для производства данных работ требуется 362 260 рублей.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО                     |
|--------|-------------------------|
| 2В21   | Титов Иван Владимирович |

|                                |                                   |                                  |                                                            |
|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Институт</b>                | Институт<br>Природных<br>ресурсов | <b>Кафедра</b>                   | Гидрогеологии<br>инженерной геологии<br>и гидрогеоэкологии |
| <b>Уровень<br/>образования</b> | бакалавр                          | <b>Направление/специальность</b> | Природообустройство<br>и водопользование                   |

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

|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) | Кабинет, оборудованный ПЭВМ. В кабинете предусмотрено 11 индивидуальных рабочих мест. Каждое рабочее место представляет собой компьютерный стол, оснащенный стационарным компьютером.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2) Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме                                | ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности.<br>СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.<br>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.<br>ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.<br>ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92).<br>ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны<br>ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. |

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

|                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:<br>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; | Технологический процесс характеризуется наличием следующих вредных производственных факторов<br>– недостаточная освещенность;<br>– отклонение показателей |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>                                                                                                                                                                         | <p>микроклимата в помещении;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– степень нервно-эмоционального напряжения;</li> <li>– электромагнитное излучение.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul> | <p>При ведении технологического процесса, могут возникнуть опасные ситуации для обслуживающего персонала, к ним относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– поражение электрическим током;</li> <li>– пожароопасность.</li> </ul>                                                                                                                                                                                 |
| <p>3. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>                                                                                                            | <p>Правовую основу защиты в чрезвычайных ситуациях составляют отдельные разделы законов «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О пожарной безопасности», «Об охране окружающей среды».</p> <p>В районе деятельности возможно возникновение следующих видов чрезвычайных ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- техногенного характера;</li> <li>- природного характера.</li> </ul> |

|                                                      |               |
|------------------------------------------------------|---------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 18.02.2016 г. |
|------------------------------------------------------|---------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность          | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| доцент кафедры ЭБЖ | Шеховцова Н.С. | К.х.н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                     | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 2В21   | Титов Иван Владимирович |         |      |

## **7. Социальная ответственность**

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – это ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров [7].

Целью настоящей работы является оценка качества речных вод и условий самоочищения в бассейне реки Киргизка, располагающейся на территории Томского района. Для достижения цели проводился обзор литературных источников, в ходе работы была построена бассейновая модель трансформации загрязняющих веществ по сумме растворённых солей для среднемноголетних условий, поступающих в р. Киргизку и её притоки от сосредоточенных источников, выпусков сточных вод.

Рабочий процесс проходит в кабинете оборудованным ПЭВМ. В кабинете предусмотрено 11 индивидуальных рабочих мест. Каждое место представляет собой компьютерный стол, оснащенный стационарным компьютером (процессор: Intel(R) Core(TM) i5-3230M CPU 2,60 GHz) с монитором Samsung SyncMaster 715N с диагональю 19 дюймов (яркость 75 %, контрастность 50 %, с частотой обновления 60 Hz и разрешением 1920×1080).

Так же кабинет оборудован рабочими столами, рассчитанными на 24 человека. Кабинет имеет естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы (окна), искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Значения размеров комнаты составляют: длина – 10 м, ширина – 8 м, высота – 3,5 м.

## 7.1 Профессиональная социальная безопасность

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ в этом помещении, описаны в таблице 18 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74.

Таблица 25 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при построении бассейновой модели (согласно с ГОСТ 12.0.003-74)

| Наименование видов работ                                   | Ф а к т о р ы<br>(ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)                                                                                                                       |                                            | Нормативные документы                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | Вредные                                                                                                                                                                         | Опасные                                    |                                                                                                                                                                                                                                              |
| Сбор, изучение, анализ имеющихся материалов и их обработка | 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны<br>2. Отклонение параметров микроклимата в помещении<br>3. Степень нервно-эмоционального напряжения<br>4. Электромагнитное излучение | 1. Электрический ток<br>2. Пожароопасность | ГОСТ 12.1.019 -79 [9]<br>ГОСТ 12.1.038-82 [5]<br>ГОСТ 12.1.005-88 [7]<br>ПТЭ и ПТБ потребителей [20]<br>ПУЭ [21]<br>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [31]<br>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [30]<br>СанПиН 2.2.2.542-96 [33]<br>СанПиН 2.2.4.548-96 [32] |

## 7.2 Анализ вредных производственных факторов

### 7.2.1. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Свет имеет большое значение в жизнедеятельности человека, в сохранении его здоровья, и высокой работоспособности. Освещение производственных помещений может осуществляться естественным и искусственным путем. Естественное освещение для данного помещения должно осуществлять через окна. Искусственное освещение в помещении должно осуществляться системой общего равномерного освещения, при работе с документами применяется системы комбинированного освещения. В

качестве источников искусственного освещения рекомендуется пользоваться люминесцентными лампами типа ЛБ40, которые попарно объединяются в светильники, мощность каждой составляет 40 Вт.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещении следует проводить чистку стекол рам и светильников не реже 2-х раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место инженера-лаборанта должно освещаться естественным и искусственным освещением [31].

Нормы естественного и искусственного освещения: искусственное освещение-400 лк, естественное боковое освещение КЕО-1,2% (таблица 19).

Таблица 26 – Нормы естественного и искусственного освещения (согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)

| Помещения                  | Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м | Естественное освещение                    |                       | Совмещенное освещение                     |                       | Искусственное освещение       |              |                     |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------|---------------------|
|                            |                                                                                                                                        | КЕО $e_n$ , %                             |                       | КЕО $e_n$ , %                             |                       | Освещенность, лк              |              |                     |
|                            |                                                                                                                                        | при верхнем или комбинированном освещении | при боковом освещении | при верхнем или комбинированном освещении | при боковом освещении | при комбинированном освещении |              | при общем освещении |
|                            |                                                                                                                                        |                                           |                       |                                           |                       |                               |              |                     |
|                            |                                                                                                                                        |                                           |                       |                                           |                       | всего                         | от общего    |                     |
| Помещение для работы с ЭВМ | Г-0,8<br><br>Экран монитора:<br><br>В-1,2                                                                                              | 3,5<br><br>-                              | 1,2<br><br>-          | 2,1<br><br>-                              | 0,7<br><br>-          | 500<br><br>-                  | 300<br><br>- | 400<br><br>200      |

Недостаток освещения рабочего места вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости, а также вызывает 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.

### **7.2.2. Отклонение параметров микроклимата в помещении**

Показатели микроклимата обеспечивают сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и позволяют поддерживать оптимальное или допустимое тепловое состояние организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха.

К источникам теплоты относятся вычислительное оборудование, приборы освещения. ЭВМ дают порядка 80% тепловых выделений, при большом количестве это может привести к повышению температуры, а также снижению влажности в помещении.

На рабочих местах, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением в залах вычислительной техники, должны выполняться оптимальные условия микроклимата.

Значение параметров оптимальных микроклиматических условий установлено по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. В таких условиях обеспечивается общее и локальное ощущение теплового комфорта на протяжении восьмичасовой смены, соответствуют минимальным напряжениям механизмов терморегуляции, не оказывают вредного воздействия на состояние здоровья, а также создают предпосылки для повышения уровня работоспособности и являются рекомендуемыми для рабочих мест.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 20, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

По интенсивности общих энергозатрат организма в процессе труда работа с ПЭВМ относится к категории работ Ia.

Таблица 27 – Допустимые величины показателей микроклимата в рабочей зоне производственных помещений при работе в компьютерном помещении (согласно ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 2.24.548-96)

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|--------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|             |                                            | Допустимые              | Допустимые                   | Допустимые                         | Допустимые                     |
| Холодный    | Ia                                         | 22-24                   | 21-25                        | 60-40                              | 0,1                            |
| Теплый      | Ia                                         | 23-25                   | 22-26                        | 60-40                              | 0,1                            |

Из таблицы видно, что показатели характеризуют микроклиматические условия как оптимальные, которые при их воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают оптимальное тепловое состояние организма. В этих условиях напряжение терморегуляции минимально, общие и (или) локальные дискомфортные теплоощущения отсутствуют, что позволяет сохранять высокую работоспособность.

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 2.24.548-96. Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями.

В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера

одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

### **7.2.3. Степень нервно-эмоционального напряжения**

Длительная непрерывная работа с ПК вызывает усталость и перенапряжение зрения, внимания, нервно-эмоциональное и умственное напряжение. Все это может отрицательно повлиять на производительность труда, качество труда, «эмоциональное здоровье» человека и окружающее его общество.

Во избежание перечисленных последствий продолжительность непрерывной работы с ПК без перерыва не должна превышать 2 часов.

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

1. проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;
2. для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения индивидуально;
3. для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы (согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

### **7.2.4. Электромагнитное излучение.**

Персональный компьютер является источником электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (5 Гц – 400 кГц), рентгеновского излучения, ультрафиолетового излучения, инфракрасного излучения, излучения видимого диапазона, электростатического поля.

Наибольшую опасность для здоровья пользователя ПК представляет электромагнитное излучение монитора. Это является причиной появления в пространстве перед дисплеем электростатического, а вокруг дисплея – электромагнитного поля, спектральные составляющие которого сосредоточены в диапазоне частот 5 Гц – 400 кГц.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». В таблице 21 показаны допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений ВДТ в соответствии с требованиями вышеназванных стандартов.

Таблица 28 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений

| Наименование параметра                                                                                                                                                                                                                             | СанПиН 2.2.2.542-96 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг дисплея по электрической составляющей, В/м, не более <ul style="list-style-type: none"> <li>• в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц</li> <li>• в диапазоне частот 2 – 400 кГц</li> </ul> | 25<br>2,5           |
| Плотность магнитного потока на расстоянии 50 см вокруг дисплея, нТл, не более <ul style="list-style-type: none"> <li>• в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц</li> <li>• в диапазоне частот 2 – 400 кГц</li> </ul>                                        | 250<br>25           |
| Поверхностный электростатический потенциал, В, не более                                                                                                                                                                                            | 500                 |

С точки зрения обеспечения электромагнитной безопасности необходимо соблюдать следующие общие гигиенические требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ:

- площадь, приходящаяся на одно рабочее место, должна составлять не менее 6 кв.м., что позволяет расположить технические средства на безопасном расстоянии для пользователя;

- рекомендуемый объем, приходящийся на одно рабочее место, должен составлять не менее 20 куб.м. (24 куб.м. – во всех учебных и дошкольных учреждениях), что позволяет кроме обеспечения общей гигиены снижать концентрацию пылевидных частиц и аэроионов;
- с целью предотвращения накопления статических зарядов рекомендуется увлажнять воздух в помещениях с ВДТ, например, с помощью увлажнителей, заправляемых дистиллированной или прокипяченной водой;
- для снижения восприимчивости пользователей к воздействию вредных факторов, помещения с ВДТ и ПЭВМ должны быть расположены и оборудованы так, чтобы можно было обеспечить там параметры микроклимата, соответствующие действующим для производственных помещений санитарным нормам.

### **7.3 Анализ опасных производственных факторов**

#### **7.3.1 Электробезопасность**

Электрические установки, к которым относятся практически все оборудование ЭВМ, представляет для человека большую потенциальную опасность.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока и ЭМП зависит от: рода и величины напряжения и тока, частоты тока, пути тока через тело человека, продолжительности воздействия электрического тока на организм человека, условий внешней среды.

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие – термическое, электролитическое, биологическое, механическое.

Напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 22.

Таблица 29 – Предельно допустимые значения напряжений и токов (согласно ГОСТ 12.1.038-82)

| Род тока           | Напряжение (U), В | Сила тока (I), мА |
|--------------------|-------------------|-------------------|
|                    | не более          |                   |
| Переменный, 50 Гц  | 2,0               | 0,3               |
| Переменный, 400 Гц | 3,0               | 0,4               |
| Постоянный         | 8,0               | 1,0               |

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ потребителей) и правил устройства электроустановок (ПУЭ).

Аудитория, где проводится обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25°С, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций).

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности – ГОСТ 12.1.019 -79 и ГОСТ 12.1.038-82.

Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ:

- все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должны питаться от одной фазы электросети;
- корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;

- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный пункт с автоматами и общим рубильником.

### **7.3.2 Пожароопасность**

При эксплуатации ЭВМ не исключена опасность различного рода возгораний. В современных компьютерах очень высока плотность размещения элементов электронных систем, в непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммуникационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100 °С. При этом возможны оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое искрением, которое ведет к недопустимым перегрузкам элементов электронных схем. Перенагреваясь, они сгорают с разбрызгиванием искр.

Питание к электроустановкам подается по кабельным линиям, которые представляют особую пожарную опасность. Наличие горючего изоляционного материала, вероятных источников зажигания в виде электрических искр и дуг, разветвленность и труднодоступность делают кабельные линии местами наиболее вероятного возникновения и развития пожара.

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» утвержден федеральным законом от 22 июля 2008 г [14].

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;

- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
- сигнализация и оповещение о пожаре;
- «план эвакуации людей при пожаре»;
- установка система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП).

Помещение оборудованные ПЭВМ по пожарной и взрывной опасности относятся к категории Г (умеренная пожароопасность).

#### **7.4 Экологическая безопасность**

Река Киргизка является частью территории Северного промышленного узла, которую в той или иной мере подвергают негативному воздействию воздушный бассейн, почву, недра, растительный и животный мир. Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия, при существующих характеристиках состояния окружающей среды в районе расположения объекта исследования приведены в таблице 6.

На территории Северного промузла насчитывается около 33 предприятий, среди которых основными источниками загрязнения являются: один из крупнейших на территории Российской Федерации Томский нефтехимический комбинат (ТНХК), Сибирский химический комбинат (СХК), а так же агропромышленные комплексы: свинокомплекс Томский, Туганская и Межининовская птицефабрики. Помимо вышеперечисленных предприятий на данной территории располагаются полигоны промышленных и бытовых отходов, карьеры и золоотвалы.

Таблица 30 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия, при существующих характеристиках состояния окружающей среды

| <b>Природные компоненты и ресурсы окружающей среды</b> | <b>Вредные воздействия</b>                                                                                        | <b>Природоохранные мероприятия</b>                                                                                      |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Земля и земельные ресурсы                              | Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель                                          | Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель. Рекультивация земель     |
|                                                        | Засорение почвы производственными отходами и мусором                                                              | Вывоз и захоронение производственных отходов и мусора                                                                   |
|                                                        | Создание выемок и неровностей, усиление эрозионной опасности                                                      | Засыпка выемок и горных выработок                                                                                       |
| Лес и лесные ресурсы                                   | Лесные пожары                                                                                                     | Оборудование пожароопасных объектов, создание минерализованных полос, использование вырубленной древесины               |
| Вода и водные ресурсы                                  | Загрязнение сточными водами и мусором                                                                             | Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, уничтожение мусора, сооружение водоотводов, накопителей, отстойников |
|                                                        | Загрязнение бытовыми стоками                                                                                      | Очистные сооружения для бытовых стоков                                                                                  |
| Животный мир                                           | Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыб и других представителей животного мира, случайное уничтожение | Проведение комплекса природоохранных мероприятий, планирование работ с учетом охраны животных                           |
| Воздушная среда                                        | Загрязнение воздушной среды.                                                                                      | Очистные сооружения, проведение комплекса мероприятий по мониторингу состояния воздушной среды                          |

## 7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В данном разделе рассматривается чрезвычайная ситуация – пожары в зданиях, сооружениях жилого, социального и культурного назначения, относящаяся к классу ЧС техногенного характера.

В современных ЭВМ очень высока плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100°C. При повышении температуры отдельных узлов возможно оплавление изоляции соединительных проводов, которое ведет к короткому замыканию, сопровождающееся, в свою очередь, искрением.

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» утвержден федеральным законом от 22 июля 2008 г.

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
- сигнализация и оповещение о пожаре;
- «план эвакуации людей при пожаре»;
- установка система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП).

## Заключение

Воды реки Киргизка по классификации О.А. Алекина относятся к умеренно пресным гидрокарбонатно-кальциевым водам. По показателю pH данные воды относятся к слабощелочным (среднее значение pH – 7,5), по величине общей жесткости - к умеренно жестким (4,9 мг-экв/л). Согласно коэффициенту концентрации по ПДК можно сделать вывод, что в целом экологическая обстановка оценивается как критическая, уровень загрязнения природных сред – опасный, а уровень загрязнения – средний. По сумме значений концентраций для групп с одинаковыми лимитирующими признаками вредности (ЛПВ) уровень загрязнения вод по всем категориям водопользования в целом оценивается как высокий (сильный).

Также в водах реки Киргизки можно отметить аномально высокое значение макрокомпонентов  $\text{Cl}^-$  – 1553,  $\text{Na}^+$  – 840,  $\text{NO}_3^-$  – 565 и  $\text{NH}_4^+$  – 230 мг/л. Кроме того, воды изучаемого бассейна характеризуются накоплением в них химических веществ 2, 3 и 4 классов опасности: Fe, Li, Al, V, Ni, Cu, F, Zn, Cd, As, Hg.

Основными источниками загрязнения бассейна реки Киргизка являются предприятия Северного промышленного узла и сельские поселения, осуществляющие сброс сточных вод в Киргизку, а также в многочисленные ее притоки. В будущем к перечисленным источникам загрязнения будет добавляться проектируемый в районе села Семилужки полигон бытовых отходов. Фильтрация и движение стоков с территории полигона, возможно, будет поступать в левый приток реки Киргизка – реку Каменка, которая проходит по территории села Семилужки.

В процессе анализа условий самоочищения речных вод в бассейне Киргизки разработана и апробирована модель трансформации суммы растворённых солей в водах реки Киргизка под влиянием сброса сточных вод и влияния притоков (реки Малая Киргизка, Омутная, Топкая, Каменка, Чёрная). Показано, что по отношению к неорганическим солям речная система обладает значительной способностью к самоочищению и

характеризуется достаточно стабильным солевым составом. Это объясняется тем, что рост концентраций растворенных солей в речных водах в определенной степени ограничен, во-первых, разбавлением более минерализованных подземных вод, дренируемых реками, а, во-вторых, относительно низкой растворимостью ряда соединений макрокомпонентов. Ещё один важный вывод, подтверждаемый результатами моделирования, заключается в том, что сумму растворённых солей целесообразно рассматривать как «неконсервативный» гидрохимический показатель, который, согласно [28], представляет собой сложную функцию целого ряда физико-химических и биохимических процессов, протекающих в системе «речная вода — донные отложения — речные наносы», на поверхности водосборного бассейна и зоне активного подземного водообмена.

## Список литературы

1. Афанасьева Т.В., Василенко В.И., Терешина Т.В., Шеремет Б.В.; Отв. ред. Добровольский Г.В. М.: Мысль, 1979. — 380 с.
2. Абдель Азиз Фавзи Махмуд Эль Шинави Эль Хайес Гидрогеологические и инженерно-геологические условия нижней части бассейна реки Томи (Томская область) / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук – Томск: Томск. политехн. ун-т, 2012. – 23 с.
3. Геологическое строение окрестностей г.Томска (территории прохождения геологической практики) учебное пособие /С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова. –Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. –84с.
4. Геоморфологическая карта Томской области М-б 1:1 000 000 / Н.С.Евсеева, В.А. Льготин. – Томск, 2001.
5. Головин А.А., Морозова И.А., Трефилова Н.Я., Гуляева Н.Г. Учет и оценка природных ресурсов и экологического состояния территорий функционального использования. – М.: ИМГРЭ, 1996. – 86 с.
6. ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
7. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
8. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
10. Жуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. – М.: Стройиздат, 1977. – 204 с.
11. Информационный бюллетень о состоянии недр Сибирского федерального округа за 2010 г. Выпуск 7. – 158 с.
12. Колубаева Ю.В. Гидрогеохимия северо-восточной части Колывань-

- Томской складчатой зоны / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук – Томск: Томск. политехн. ун-т, 2015. – 22 с.
13. Колубаева Ю.В. Гидрогеохимия северо-восточной части Колывань-Томской складчатой зоны / диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук – Томск: Томск. политехн. ун-т, 2015. – 191 с.
14. Кумсиашвили Г.П. Гидроэкологический потенциал водных ресурсов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 270 с.
15. Льготин В.А., Савичев О.Г., Нигороженко В.Я. Состояние поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Томской области в 2000-2005 гг. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», 2006. – 88 с.
16. Приложение к проектным предложениям по социально-экономическому и пространственно-территориальному развитию агломерации «Томск – Северск – Томский район», 4 этап, Книга 2. Приложения № 5 – 6, Томск–Санкт-Петербург, 2015 – 172 с.
17. Пасечник Е. Ю. Эколого-геохимическое состояние природных вод территории города Томска / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук – Томск: Томск. политехн. ун-т, 2015. – 23 с.
18. Парначёв В.П., Парначёв С.В. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска: Материалы к полевой геологической экскурсии: Справочное пособие. - Томск: Томский государственный университет, 2010. - 144 с.
19. Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03»
20. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и

- правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Атомиздат, 1971.
- 21.Правила устройства электроустановок. 7-е изд., разд. 1, 6, 7. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2009.
- 22.Риск Развития эрозионных процессов на западном склоне Н.В. Осинцева, З.Н. Квасникова, Н.С. Евсеева. Томский государственный университет
- 23.СП 131.13330.2012 Строительная климатология
- 24.Седых В.Н. Леса Западной Сибири и нефтегазовый комплекс. – М.: Экология, 1996. – Вып.1. – 35 с.
- 25.Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области: монография; Национально исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 248 с.
- 26.Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2010. – 248 с.
- 27.Савичев О.Г., Иванов А.О. Атмосферные выпадения в бассейне Средней Оби и их влияние на гидрохимический сток рек // Известия РАН. Серия географическая. – 2010. – № 1, С. 63-70.
- 28.Савичев О.Г. Влияние взаимодействий в системе вода–порода на формирование состава речных вод бассейна Оби // География и природные ресурсы. – 2009. – № 2. – С. 74-80.
- 29.Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. Москва "Недра", 1990. - 335 с.
- 30.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
- 31.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.:

- Госкомсанэпиднадзор, 2003.
32. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
33. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
34. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
35. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.12.2013) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 07.01.2002. - N 1 (Ч. 1). - Ст. 3.
36. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
37. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1996. — 424 с.
38. Экология Севера промышленного узла г. Томска. Проблемы и решения / ред. А.М. Адам. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1994. – 260 с.
39. ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации».
40. Nash, J.E., Sutcliffe, J.V. River flow forecasting through conceptual models. P. I. A discussion of principles // Journal of Hydrology. – 1970. – № 10 (3). – P. 282–290.
41. Savichev, O.G. and Matveenko, I.A. 2013. Evaluation of chemical composition changes of surface water in Boguchan Reservoir (Siberia, Russia) // p. 706 – 715.