



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

Инженерная школа природный ресурсов

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Отделение геологии

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

| Тема работы                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Элементный состав почв и донных отложений нижней части бассейна реки Ромашка<br/>(Томский район)</b> |

УДК 550.4:551.312.4(571.16)

Обучающийся

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 2Г91   | Мезенцева Валерия Евгеньевна |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность                    | ФИО                      | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент отделения<br>геологии | Иванов Андрей<br>Юрьевич | К.Г. — М.Н.               |         |      |

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность                                           | ФИО                         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент отделения<br>социально-<br>гуманитарных наук | Криницына Зоя<br>Васильевна | К.Т.Н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность                | ФИО                          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший<br>преподаватель | Гуляев Милий<br>Всеволодович | -                         |         |      |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП/ОПОП,<br>должность | ФИО                            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент отделения<br>геологии        | Азарова Светлана<br>Валерьевна | К.Г. — М.Н.               |         |      |

Томск – 2023 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

| Код компетенции                         | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| УК(У)-1                                 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| УК(У)-2                                 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| УК(У)-3                                 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| УК(У)-4                                 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| УК(У)-5                                 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| УК(У)-6                                 | Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| УК(У)-7                                 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| УК(У)-8                                 | Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| УК(У)-9                                 | Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| УК(У)-10                                | Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| УК(У)-11                                | Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ОПК(У)-1                                | Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ОПК(У)-2                                | Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации |
| ОПК(У)-3                                | Владение профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | практической географии, общего почвоведения и использовать их в области экологии и природопользования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ОПК(У)-4                                            | Владение базовыми общепрофессиональными (общэкологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ОПК(У)-5                                            | Владение знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ОПК(У)-6                                            | Владение знаниями основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития, оценки воздействия на окружающую среду, правовых основ природопользования и охраны окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ОПК(У)-7                                            | Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ОПК(У)-8                                            | Владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ОПК(У)-9                                            | Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Профессиональные компетенции</b>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>производственно-технологическая деятельность</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ПК(У)-1                                             | Способность осуществлять разработку и применение технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды, осуществлять прогноз техногенного воздействия, знать нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования в заповедном деле и уметь применять их на практике                                                                                                                                                                                                                   |
| ПК(У)-2                                             | Владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявления источники, виды и масштабы техногенного воздействия |
| ПК(У)-3                                             | Владение навыками эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК(У)-4                                             | Способность прогнозировать техногенные катастрофы и их последствия, планировать мероприятия по профилактике и ликвидации последствий экологических катастроф, принимать профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствий                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ПК(У)-5                                             | Способность реализовывать технологические процессы по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов; организовывать производство работ по рекультивации нарушенных земель, по восстановлению нарушенных агрогеосистем и созданию культурных ландшафтов                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК(У)-6                                      | Способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии |
| ПК(У)-7                                      | Владение знаниями о правовых основах природопользования и охраны окружающей среды, способностью критически анализировать достоверную информацию различных отраслей экономики в области экологии и природопользования                                         |
| <b>научно-исследовательская деятельность</b> |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК(У)-14                                     | Владение знаниями об основах земледования, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии                                                                                                                       |
| ПК(У)-15                                     | Владение знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов                                                                                                                                                        |
| ПК(У)-16                                     | Владение знаниями в области общего ресурсоведения, регионального природопользования, картографии                                                                                                                                                             |
| ПК(У)-17                                     | Способность решать глобальные и региональные геологические проблемы                                                                                                                                                                                          |
| ПК(У)-18                                     | Владение знаниями в области теоретических основ геохимии и геофизики окружающей среды, основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития                                                                                          |



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

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Уровень образования Бакалавриат

Отделение геологии

Период выполнения осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года

### **КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

| Группа | ФИО                          |
|--------|------------------------------|
| 2Г91   | Мезенцева Валерия Евгеньевна |

Тема работы:

|                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Элементный состав почв и донных отложений нижней части бассейна реки Ромашка (Томский район) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | 30.05.2023 |
|--------------------------------------------|------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)           | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 15.02.2023    | Геохимическая характеристика района долины реки Ромашка         | 10                                 |
| 20.03.2023    | Краткая характеристика района исследований                      | 10                                 |
| 15.04.2023    | Методика исследований проб почв и воды                          | 25                                 |
| 29.05.2023    | Содержание химических элементов в почвах и воде реки Ромашка    | 25                                 |
| 29.05.2023    | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 15                                 |
| 29.05.2023    | Социальная ответственность                                      | 15                                 |

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

| Должность                 | ФИО                   | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------|-----------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент отделения геологии | Иванов Андрей Юрьевич | К.Г. — М.Н.            |         |      |

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП/ОПОП**

| Должность                 | ФИО                      | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент отделения геологии | Азарова Светлана Юрьевна | К.Г. — М.Н.            |         |      |

**Обучающийся**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 2Г91   | Мезенцева Валерия Евгеньевна |         |      |



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

Инженерная школа природный ресурс

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП/ОПОП

\_\_\_\_\_ Азарова С.В.

(Подпись) (Дата) (ФИО)

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| Группа | ФИО                          |
|--------|------------------------------|
| 2Г91   | Мезенцева Валерия Евгеньевна |

Тема работы:

|                                                                                              |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Элементный состав почв и донных отложений нижней части бассейна реки Ромашка (Томский район) |                       |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                                                  | от 20.01.2023, 20-7/с |

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | 30.05.2023 |
|--------------------------------------------|------------|

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к работе</b><br>(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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)                                        | Литературные данные, материалы по ранее проведенным исследованиям, результаты собственных научных исследований                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b><br>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе) | 1. Геохимическая характеристика района долины реки Ромашка;<br>2. Краткая характеристика района исследований;<br>3. Методика исследований проб почв и воды;<br>4. Содержание химических элементов в почвах и воде реки Ромашка;<br>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;<br>6. Социальная ответственность |
| <b>Перечень графического материала</b><br>(с точным указанием обязательных чертежей)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1. Расположение города Северск<br>2. Карта-схема отбора проб почв и воды в нижней части бассейна реки Ромашка<br>3. Схема обработки проб почв<br>4. Схема обработки проб воды<br>5. Ртутный газоанализатор «РА 915+» с приставкой «ПИРО-915+»                                                                                           |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br>(с указанием разделов)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Раздел                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Консультант                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                       |                           |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Финансовый менеджмент,<br>ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение | Креницына Зоя Васильевна  |
| Социальная ответственность                                            | Гуляев Милий Всеволодович |

|                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной<br>квалификационной работы по линейному графику | 21.01.2023 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

| Должность                    | ФИО                      | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент отделения<br>геологии | Иванов Андрей<br>Юрьевич | К.Г – М.Н.                |         |      |

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 2Г91   | Мезенцева Валерия Евгеньевна |         |      |

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

Студенту:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 2Г91   | Мезенцевой Валерии Евгеньевне |

| Школа               | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение школы (НОЦ)     | Отделение геологии                       |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавриат                         | Направление/специальность | 05.03.06 «Экология и природопользование» |

|                                                                                                                                      |                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>                                  |                                                                                                                    |
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Бюджет проекта – не более 96820,35 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 30485,68 руб.                   |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                           | Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,5 баллов из 5                                   |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Социальные отчисления (30%)                                                                                        |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>                                                      |                                                                                                                    |
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения   | Технико-экономическое обоснование целесообразности выполнения работ                                                |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований                                                                          | Планирование технического проекта. Определение текущих затрат на проводимые работы. Расчет сметной стоимости работ |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования          | Обоснование эффективности выполненной работы                                                                       |
| <b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>                                                   |                                                                                                                    |
| 1. График проведения и бюджет НИ                                                                                                     |                                                                                                                    |
| 2. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ                                                                     |                                                                                                                    |

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 21.01.2023 |
|------------------------------------------------------|------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность            | ФИО                      | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| доцент ОСГН ШБИП ТПУ | Криницына Зоя Васильевна | к. т. н.               |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 2Г91   | Мезенцева Валерия Евгеньевна |         |      |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

|               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                    |
| 2Г91          | Мезенцевой Валерии Евгеньевне |

|                         |                           |                           |                                          |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------------|
| <b>Инженерная школа</b> | <b>природных ресурсов</b> | <b>Отделение</b>          | <b>Отделение геологии</b>                |
| Уровень образования     | Бакалавриат               | Направление/специальность | 05.03.06 «Экология и природопользование» |

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

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Объект исследования: элементный состав почв и донных отложений нижней части бассейна реки Ромашка (Томский район).  
Область применения: данные анализа почв и воды реки Ромашка Томской области.  
Рабочие места расположены в аналитической лаборатории НИ ТПУ ИШПР МИНОЦ «Урановая геология» (20 корпус ТПУ, пр. Ленина2/5) в аудиториях 530, 533-534.  
Работа с ЭВМ по анализу полученных результатов проходит в аудитории 438 в 20 корпусе ТПУ.

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

#### 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства;  
Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.  
Рассмотреть требования документов по организации условий труда.

#### 2. Производственная безопасность:

Анализ потенциально вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.  
Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов:

- Тяжесть и напряженность физического труда;
- Производственные факторы, связанные с микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;
- Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;
- Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями;
- Повышенный уровень шума;
- Монотонность труда, вызывающая монотонию.

Опасные факторы при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ:

- Механические травмы при пересечении местности;
- Производственные факторы, связанные с электрическим током;
- Пожаровзрывоопасность.
- выводы на соответствие допустимым условиям труда согласно специальной оценке условий труда

#### 3. Экологическая безопасность:

- Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу;
- Решение по обеспечению экологической безопасности;

#### 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

- Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;
- Выбор наиболее типичной ЧС;
- Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;

|                                                             |                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | – Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий;<br>Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). |
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | <b>21.01.2023</b>                                                                                                                                                                       |

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:**

| Должность                      | ФИО                       | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель ООД ШБИП | Гуляев Милий Всеволодович | -                      |         |      |

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 2Г91   | Мезенцева Валерия Евгеньевна |         |      |

## Оглавление

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение .....                                                                 | 13 |
| 1. Геохимическая характеристика района долины реки Ромашка .....               | 15 |
| 2. Краткая характеристика района исследований.....                             | 20 |
| 2.1 Административно-географическое описание района.....                        | 20 |
| 2.2 Климатическая характеристика района.....                                   | 21 |
| 2.3 Типы почв .....                                                            | 21 |
| 2.4 Растительный и животный мир.....                                           | 22 |
| 2.5 Гидрология.....                                                            | 23 |
| 2.6 Геологическая характеристика района.....                                   | 23 |
| 3. Методика исследований проб почв и воды .....                                | 25 |
| 3.1 Отбор проб и пробоподготовка .....                                         | 25 |
| 3.2 Аналитические методы определения химических элементов в почве и воде ..... | 27 |
| 3.2.1 Определение ртути атомно-абсорбционным методом .....                     | 27 |
| 3.2.2 Инструментальный нейтронно-активационный анализ .....                    | 28 |
| 3.2.3 Методы определения показателей качества проб воды .....                  | 29 |
| 4. Содержание химических элементов в почвах и воде реки Ромашка .....          | 30 |
| 4.1 Содержание химических элементов в почвах .....                             | 30 |
| 4.2 Определение показателей и элементов в воде .....                           | 33 |
| 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение .....         | 35 |
| 6. Социальная ответственность.....                                             | 49 |
| 6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....          | 49 |
| 6.2 Производственная безопасность .....                                        | 51 |
| 6.3 Экологическая безопасность .....                                           | 58 |
| 6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....                                | 58 |
| Заключение .....                                                               | 61 |
| Список литературы.....                                                         | 62 |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 65 страниц, 8 рисунков, 26 таблиц, 44 источника.

Ключевые слова: почвы, донные отложения, вода, ИНАА, концентрация ртути, Сибирский химический комбинат, река Ромашка, Северск.

Объектом исследования являются почвы, вода и донные отложения р. Ромашка, которая протекает на территории г. Северск, Томского района.

Целью данной работы является изучение элементного состава почв и донных отложений нижней части бассейна р. Ромашка Томского района в Томской области.

В процессе исследования проводились такие анализы как: атомно-абсорбционный и инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА).

В ходе работ было опробовано 4 пробы почв и 3 пробы воды р. Ромашка.

Результаты данной выпускной квалификационной работы могут быть использованы различными организациями в области охраны окружающей среды при проведении экологического мониторинга и разработке природоохранных мероприятий.

Значимость работ: результаты, полученные в ходе работы могут найти широкое применение при дальнейших исследованиях района р. Ромашка, а также при детальном изучении эколого-геохимических особенностей Томского района.

## **Введение**

Город Северск на протяжении долгого времени находился и до сих пор находится под воздействием Сибирского Химического комбината («СХК»). Известно, что после остановки последних двух реакторов в 2008 г. антропогенное воздействие уменьшилось, но производственная деятельность этого комплекса ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) продолжает сопровождаться поступлением в окружающую среду радионуклидов. Также, в ходе производственной деятельности образуются и радиоактивные отходы [27].

Почве свойственно выступать средой, способной длительное время накапливать и удерживать в себе различные элементы. Она является отличным индикатором уровня загрязнения территории, которая подвергается антропогенному воздействию.

Донные отложения имеют способность накапливаться, и формируются в последовательные слои на дне водоемов. Формирование происходит в результате внутренних процессов, протекающих как естественно, так и при непосредственном влиянии техногенных веществ. Донные осадки также способны концентрировать в себе различные элементы, по которым можно определить состояние водного объекта, а также степень и уровень загрязнения в те или иные промежутки времени.

Основными загрязняющими веществами в почве и донных отложениях выступают как соединения тяжелых металлов, так и редкоземельные и радиоактивные элементы, различные лантаноиды.

Объектом изучения данной работы являются почвы и вода реки Ромашка, пробы которых были отобраны автором вблизи города Северск.

Целью данной работы является изучение элементного состава почв, донных отложений и воды нижней части бассейна р. Ромашка Томского района Томской области.

Задачи:

- Поиск, изучение и анализ литературных источников, посвященных исследованиям распределения элементов-примесей в почве, воде и донных отложениях на территории Томской области;
- Пробоотбор почв и воды, и их пробоподготовка к последующим анализам;
- Анализ и изучение элементного состава почв и воды реки Ромашка;
- Оценка средней концентрации химических элементов по Томскому району и их сравнение с ранее проведенными исследованиями воды и почв Томской области;
- Изучение пространственного распределения химических элементов в почвах р. Ромашка.

Актуальность выполненной работы заключается в малоизученности р. Ромашка, расположенной в Томском районе Томской области близ СХК, в плане исследований водных объектов, почв и донных отложений.

## **1. Геохимическая характеристика района долины реки Ромашка**

Известно, что в любой природной среде в том или ином количестве накапливаются различные загрязняющие вещества. Почва как раз выступает той средой, изучив которую можно сделать вывод о степени загрязнения территории. Она является продуктивным индикатором, обладающей свойством удерживать длительное количество времени различные элементы.

Исследования почв Томской области является актуальным. Часто поднимается вопрос эколого-геохимической оценки г. Томска по данным изучения почв.

В работе Жорняк Л.В. проводились исследования на территории г. Томска и юга Томской области. Было изучено 215 проб почв, из них 204 пробы отобраны по сети г. Томска и 11 - из населенных пунктов юга-запада и северо-востока Томской области. Были проведены: инструментальный нейтронно-активационных анализ, количественное определение элементов атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой и облучение проб для изучения методом осколочной радиографии.

По результатам исследования были определены уровни накопления элементов в почвах г. Томска. В наименьшей степени накапливается Sc, в наибольшей – Br и Tb, а также Ba, Rb, Sr, Hf, La.

Были представлены участки с максимальными содержаниями ряда элементов, относительно средних значений по городу, а также выявлены элементы, характерные для почв г. Томска – Ta, Br, Sb, U и Tb. Схожие распределения некоторых элементов говорят о том, что на территории города уже длительное время действует единый, мощный источник загрязнения, предположительно, подобными источниками являются Томская ГРЭС-2, а также Сибирский химический комбинат.

По результатам расчета коэффициентов парной корреляции можно выделить ассоциации элементов со значимыми коэффициентами, которые указывают на несколько распространённых типов источников загрязнения, а именно: топливо-энергетического комплекса, строительной индустрии,

металлообрабатывающие предприятия и транспорта. Выяснено, что геохимические особенности почв в районах промышленных предприятий г. Томска отражают специфику их производств. Например, для металлообрабатывающих предприятий характерны Cr, Co, Mo, W, для шпалопропиточного производства – Cu.

По результатам проведенных исследований выявлено, что среднее содержание тория в почвах г. Томска составляет 7,5 г/т, урана – 2,4 г/т, при отношении тория к урану – 3,1. Повышенные содержания данных элементов фиксируются в северо-восточной части Октябрьского района, восточной части Советского района и в районе золоотвала Томской ГРЭС-2. Проведенная автором f-радиография указывает на равномерный и неравномерный характер распределения делящихся радиоактивных элементов. Для почв г. Томска больше характерен равномерный характер распределения, чем неравномерный. Для почв населенных пунктов Томского района характерно похожее распределение, только у равномерного рассеяния плотность значительно выше, а у неравномерного – ниже [18].

Донные отложения являются важным компонентом природной среды, которые служат индикатором различных геохимических процессов, происходящих в озерах. Они являются аккумулятивной единицей ландшафта замкнутых водоемов.

Рассматривая данные по изучению донных отложений озера Черное, которое находится в непосредственной близости к г. Северск, следует отметить тенденцию к резкой смене геохимических ассоциаций в период 1950-1960 гг., что совпадает со стартом строительства СХК. Все изученные элементы ведут себя одинаково, кроме Са, который имеет противоположную картину вертикального распределения. По результатам исследования можно предположить, что смена геохимических ассоциаций говорит о техногенном воздействии со стороны деятельности такого предприятия как СХК [19].

За продолжительное время деятельности СХК, радиоактивные элементы поступали не только с радиоактивными отходами и выбросами, но и со

сбросами сточных вод. Известно, что в реку Томь поступали такие радионуклиды как натрий-24, фосфор-32, цинк-65, мышьяк-76, нептуний-239 и многие другие.

Донные отложения поймы р. Ромашки и р. Томи были изучены на наличие радиоактивных элементов. Это обусловлено тем, что в сточных водах СХК находятся долгоживущие радиоактивные вещества, которые осаждаются и в дальнейшем накапливаются в донных осадках. В 2011 году в СЗЗ (санитарно-защитная зона) СХК (р. Ромашка) был произведен отбор проб донных отложений. Отбор проб осуществлялся по урезу воды, граница которого ежегодно изменяется при половодье. Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Содержание радионуклидов в донных отложениях в СЗЗ СХК, Бк/кг [26]

| Радионуклид | р. Ромашка | вниз по течению Томи (500 м) | вниз по течению Томи (1000 м) | вниз по течению Томи (1500 м) | протока Черныльщикова |
|-------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Со-60       | 13,6       | 7,9                          | 2,1                           |                               |                       |
| Eu-152      | 8,7        | 2,6                          | -                             | -                             | -                     |
| Eu-154      | 2,4        | -                            | -                             | -                             | -                     |
| Cs-137      | 19,1       | 8,7                          | 15,2                          | 56                            | -                     |
| K-40        | 320        | 410                          | 490                           | 480                           | 480                   |
| Ra-226      | 10         | 11                           | 11,6                          | 14,9                          | 13,5                  |
| Th-232      | 10,9       | 12,3                         | 31                            | 33                            | 32                    |

Проанализировав полученные результаты можно сделать вывод, что содержание радионуклидов в пробах донных отложений снижается с каждым годом. За пределами СЗЗ СХК содержание большинства радионуклидов находится ниже уровня чувствительности методов определения [26].

В районе расположения СХК также проводились исследования содержания радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях (рисунок 1) [28].

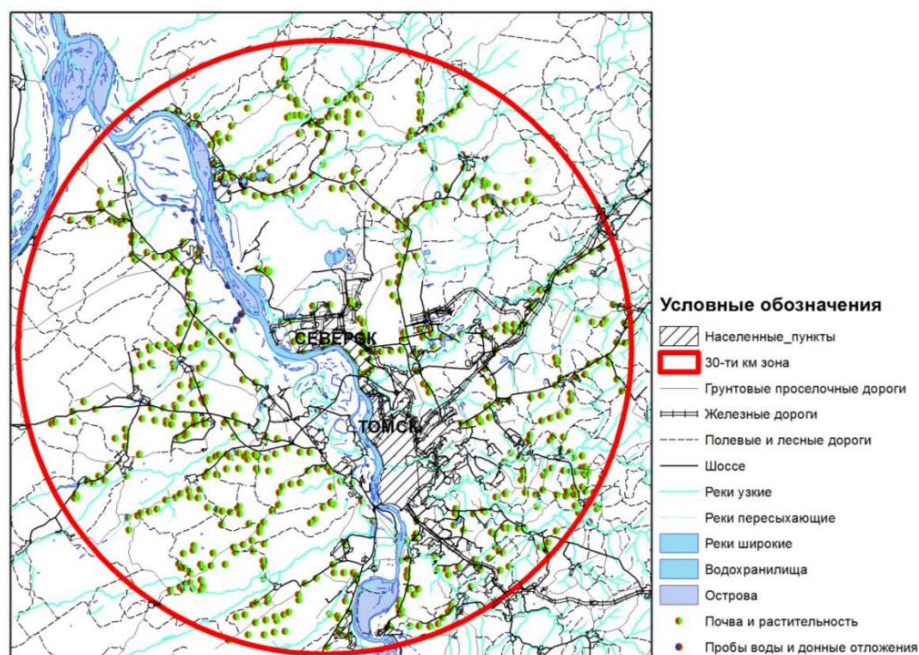


Рисунок 1 - Карта-схема отбора проб почвы, растений, поверхностных вод и донных отложений в 30-км зоне АО «СХК». Масштаб 1:500000 [28].

Было выделено несколько особенностей по результатам исследований. Они заключаются в относительно высоком фоне естественной радиоактивности, а также в малых значениях радионуклидов в воде.

Содержание Cs достигало максимальных значений в р. Томь ( $0,5 \text{ Бк/дм}^3$ ), а содержание Sr – в оз. Мальцево ( $0,15 \text{ Бк/дм}^3$ ). Анализируя все точки отбора в 30-км зоне СХК можно сделать вывод, что содержания Cs и Sr находятся в диапазоне значений природного регионального фона.

По результатам отбора проб донных отложений р. Ромашка, озер Мальцево и Яково были определены содержания Cs  $530 \text{ Бк/кг}$ ,  $154 \text{ Бк/кг}$  и  $157 \text{ Бк/кг}$  соответственно.

Данные, полученные при проведении исследований, соответствуют допустимым нормам, поэтому нецелесообразно вводить какие-либо ограничения по радиационному фактору на производственную деятельность предприятий СХК [28].

Исследования почв в нижней части бассейна реки Ромашка (протоки Чернильщиково) по результату инструментального нейтронно-активационного анализа показали повышенные концентрации лантаноидов, в сравнение с почвами Томской области. Также было выявлено превышение

концентраций La, Ce, Eu, Tb и Yb в почвах исследуемого района [1] в сравнении со средними содержаниями химических элементов в земной коре [2]. Выявлено влияние антропогенного воздействия со стороны Сибирского химического комбината [1].

Результаты исследования загрязнения рыбы реки Томи техногенными радионуклидами в зоне влияния СХК показали, что в реке Ромашка концентрация Sr в водных растениях выше, чем в реке Томи. Также было выявлено, что водная биота фиксировала в основном короткоживущие радионуклиды, что очень в редких случаях можно обнаружить с помощью донных осадков. Причиной выступает их разложение [21].

Был изучен вопрос загрязнения снегового покрова ураном и торием в окрестностях теплоэлектростанций. Были отобраны пробы по векторной сети от труб Томской ГРЭС-2. Пробы твердого осадка снега изучались на содержание элементов с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа. Было выявлено, что в зоне воздействия Томской ГРЭС-2 величина пылевой нагрузки в 7-30 раз выше фонового значения. Также содержание урана в среднем было превышено над фоновыми значениями почти в 20 раз, а тория – почти в 3 раза. Это говорит о локальном источнике поступления этих элементов в окружающую среду [43].

## 2. Краткая характеристика района исследований

### 2.1 Административно-географическое описание района

Территориально Томская область располагается на юго-востоке Западно – Сибирской равнины, а ее площадь составляет около 320 тыс. км<sup>2</sup>. Протяжённость с севера на юг — около 600 км, а с запада на восток — 780 км. Площадь области – 316,9 тыс. км<sup>2</sup>. Административным центром является город Томск, с населением 576 624 человек. Томскую область составляют: 4 городских округа, 16 муниципальных районов, включающих 3 городских и 112 сельских поселений, 571 сельских населенных пунктов.

Границы закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) Северск расположены в Томском районе, на правом берегу реки Томь, на расстоянии 10-12 километров севернее города Томска. Площадь закрытого административно-территориального образования – 486 км<sup>2</sup> [5].



Рисунок 2 – Расположение города Северск (Яндекс.картинки)

Район хорошо освоен в экономическом отношении. Имеется разветвленная сеть ЛЭП, автомобильных и железных дорог, других инженерных сооружений.

## 2.2 Климатическая характеристика района

По схеме климатического районирования Томской области, территория работ относится к умеренно-прохладной и умеренно-влажной зоне. Климат резкоконтинентальный, зима чаще бывает холодной и продолжительной, лето – жаркое, непродолжительное. Годовое количество осадков в среднем 610 мм. Наибольшее их количество приходится на июль-август. Общее число дней с осадками составляет за год около 190. В Июле температуры являются самыми высокими, в среднем +18.2 °С. Январь является самым холодным месяцем, с температурами в среднем -17.4 °С.

Разница в количестве осадков между засушливыми и дождливыми месяцами - 40 мм. В июне наибольшее количество солнечных часов в день в среднем - 13, это в общей сложности 381 часов солнечного сияния в месяц. В Январе наименьшее количество солнечных часов в день в среднем 1,6 часов, это в общей сложности 50,5 часов солнечного сияния в месяц [20].

Таблица 2 – Климатическая характеристика г. Северска [20]

| Показатель              | Янв.  | Фев.  | Март  | Апр. | Май  | Июнь | Июль | Авг. | Сен. | Окт. | Нояб. | Дек.  | Год  |
|-------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| Средний максимум, °С    | -13,5 | -11,4 | -2,5  | 6,4  | 15,7 | 22,2 | 24,9 | 21,3 | 15   | 4,6  | -5,6  | -11,5 | 5,5  |
| Средняя температура, °С | -17,4 | -16,1 | -7,9  | 1,3  | 9,6  | 16,1 | 19,2 | 16   | 10   | 1,2  | -9,2  | -15,5 | 0,6  |
| Средний минимум, °С     | -21,3 | -20,8 | -13,3 | -3,7 | 3,6  | 10,1 | 13,5 | 10,7 | 5,1  | -2,1 | -12,8 | -19,4 | -4,2 |
| Норма осадков, мм       | 31    | 20    | 21    | 29   | 46   | 61   | 71   | 69   | 45   | 51   | 49    | 37    | 530  |

## 2.3 Типы почв

Почвенный покров Томского района благодаря своей неоднородности природных условий территории отличается разнообразием. В основном распространены подзолистые, подзолисто-болотные, серые лесные, серые лесные глеевые, черноземы, черноземно-луговые, болотные и пойменные (образующиеся на аллювиальных отложениях в поймах рек) типы почв [17].

Вся же территория, на которой расположены антропогенные объекты имеет в приоритете почво-грунты (техногенно - измененные почвы). Реже же на городской территории могут встретиться естественные почвы, которые сохраняют свойства горных пород и зональных почв [18].

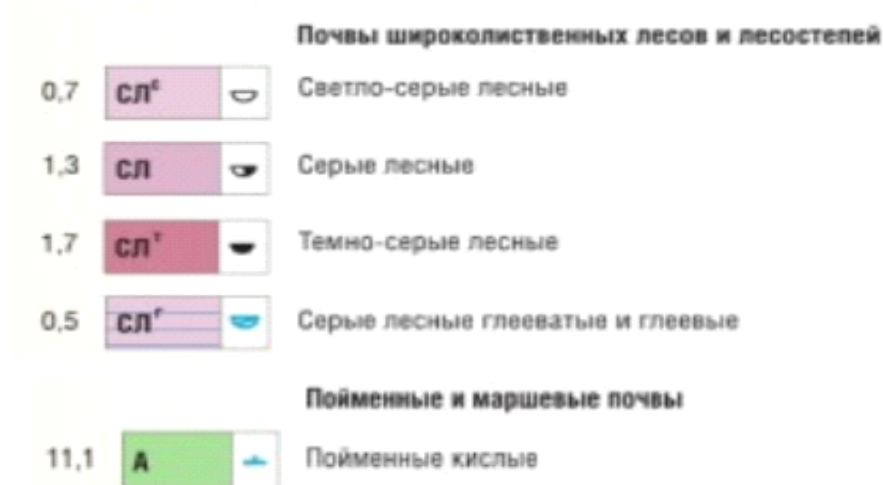
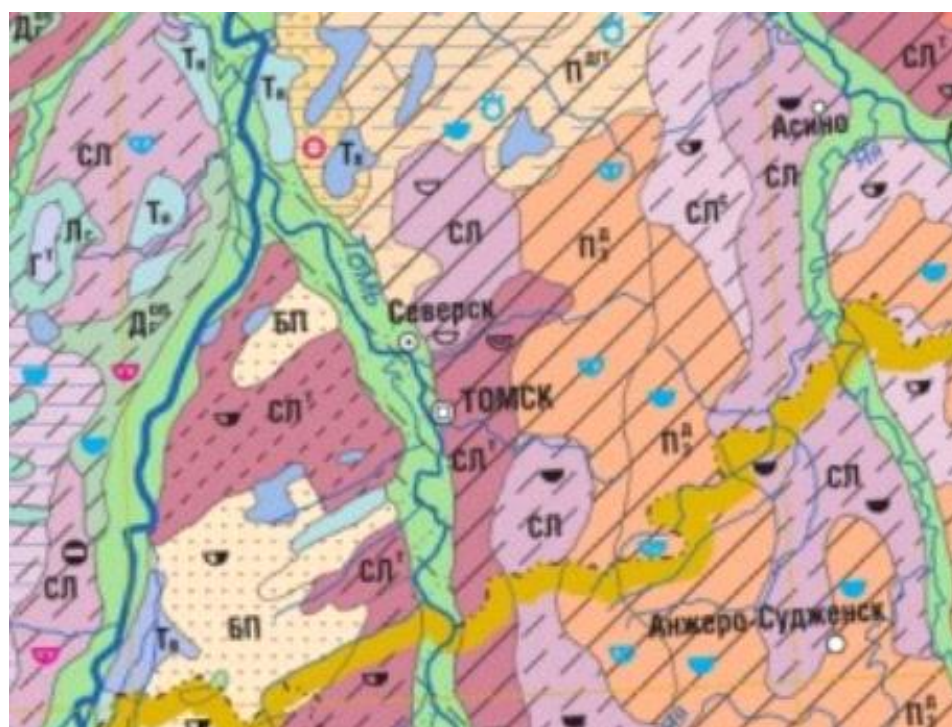


Рисунок 3 – Почвы Томского района [17]

## 2.4 Растительный и животный мир

Более 756 тыс. га занимают леса в Томском районе - это 75% от его общей площади. В растительном покрове на территории преобладают лиственные, смешанные и хвойные леса. Типичными представителями растительности можно назвать сосну, пихту, ель, лиственницу, березу, осину, а также тополь. Также можно встретить ромашку, одуванчики, зверобой и многие другие растения.

Территория района также не обделена видовым разнообразием животного мира. В сумме насчитывается примерно 2000 видов млекопитающих, беспозвоночных, рыб, птиц и амфибий [39].

## 2.5 Гидрология

Одним из главных водных ресурсов Томского района выступает река Томь, которая является притоком реки Оби. Питание реки - смешанное, преобладает - снеговое. Также территория насыщена и крупными подземными источниками, из них 90% воды поступает на хозяйственно-питьевые нужды и производственное водоснабжение.

Также на территории Томского района, вблизи города Северск, свое начало берет река Ромашка, которая впадает в реку Томь вместе с очищенными сбросами Северского водоканала [4].

## 2.6 Геологическая характеристика района

Территория Томского района располагается между молодой Западно-Сибирской плитой и Алтае-Саянской складчатостью. В истории развития геологических структур района выделяется два основных периода: верхнепалеозойский (позднегерцинский) и мезозойско-кайнозойский [39].

Один из склонов Томско-Каменского выступа постепенно ступенями погружается на запад-северо-запад (рисунок 4) [42].

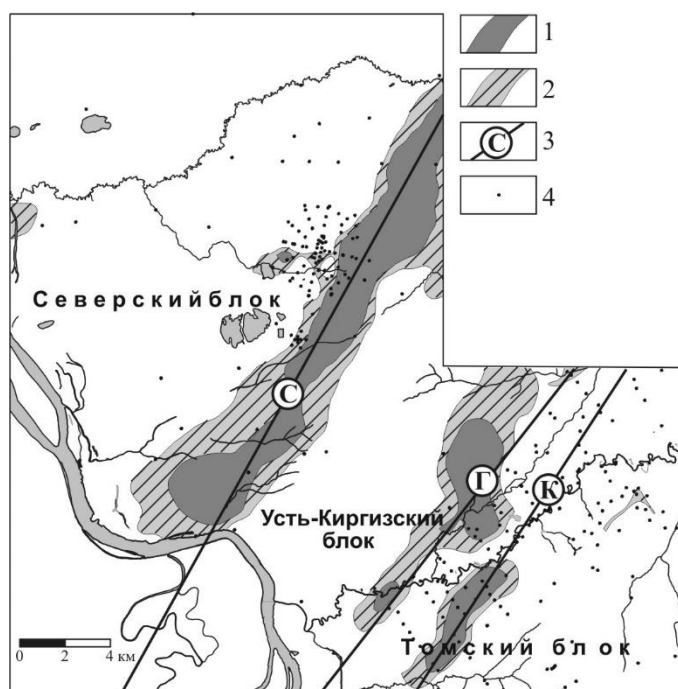


Рисунок 4 – Карта градиента абсолютных отметок кровли палеозойского фундамента северной части Томского района по результатам бурения

\*1-2 - значения градиента кровли палеозойского фундамента (1 - 40 м/км, 2 - 30 м/км); 3 - основные разломы (С - Северский, Г - Городской, К - Конининский); 4 - буровые скважины [42].

В основе геологических структур лежит фундамент палеозойского времени, покрытый чехлом различных мезозойских пород, а выше – третичные и четвертичные кайнозойские отложения [40].

### **Вывод по разделу**

Подводя итоги, следует отметить, что территория города Северска не сильно отличается от подобных ему закрытых городов России, но имеет очень близкое расположение к областному центру. Маленькое расстояние до г. Томска способствует большему антропогенному воздействию, что может непредсказуемо повлиять на результаты проводимых исследований. Для этого были выявлены физико-географические особенности района исследования, чтобы выбрать методики и места отбора проб компонентов природной среды.

### 3. Методика исследований проб почв и воды

#### 3.1 Отбор проб и пробоподготовка

Пробоотбор почв и воды на территории района исследований проводился автором в сентябре 2021 и 2022 гг.

Отбор проб был проведен в г. Северск Томского района, в нижней части бассейна реки Ромашка (рисунок 5).



Рисунок 5 – Карта-схема отбора проб почв и воды в нижней части бассейна реки Ромашка (яндекс.карты) (с дополнениями автора)

Исследование проб почв и воды реки Ромашка проходило в несколько этапов:

- 1) пробоотбор почв (4 пробы) и воды (3 пробы) р. Ромашка;
- 2) подготовка проб к проведению анализов (атомно-абсорбционный, ИНАА);
- 3) камеральная обработка полученных результатов.

Отбор проб почв происходил методом конверта из прикопок глубиной 20-25 см специально лопаткой в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017 [6].

Отобранные пробы упаковывались и просушивались при комнатной температуре. Далее пробы были доставлены в лабораторию 20 к. ТПУ для просеивания через сито диаметром 1 мм и истирания до 200 меш на установке МВИ-1.



Рисунок 6 – Схема обработки проб почв [44] (с дополнениями автора)

Отбор проб воды происходил в чистые пластиковые бутылки объемом 1,5 л. в соответствие с ГОСТ 31861-2012 [7]. Далее отобранные пробы воды были доставлены в лабораторию для проведения исследований.

Для изучения отобранных проб были проведены инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) (только для почв) и атомно-абсорбционный, для определения концентрации ртути при помощи ртутного газоанализатора РА 915+ (для почв и воды).

## 3.2 Аналитические методы определения химических элементов в почве и воде

### 3.2.1 Определение ртути атомно-абсорбционным методом

Атомно-адсорбционная спектроскопия является методом, основанным на способности атомов к поглощению света с определенной длиной волны.

Определение ртути в пробах почв и воды проводится путём использования анализатора ртути «РА-915+» с приставкой «ПИРО-915+», согласно методике ПНД Ф 16.1:2.23-2000 [24] Анализ проводился в лаборатории отделения геологии ИШПР ТПУ научно-образовательного центра «Урановая геология», консультант – Осиповой Н.А. (доцент к.х.н.).



Рисунок 7 – Ртутный газоанализатор «РА 915+» с приставкой «ПИРО-915+»

Принцип работы заключается в восстановлении связанной ртути в пробе до атомарного состояния путем пиролиза. Далее ртуть по воздуху переносится в специальную кювету, которая нагрета до 700 °С.

Для проведения анализа нужна навеска пробы весом ~60 мг. Подготовленную пробу с помощью специальной ложечки вводят в приставку «ПИРО-915+», далее происходит запуск работы аналитического сигнала, который с кюветы интегрируется и возвращается обратно в течение одной – двух минут.

Данный метод анализа имеет ряд преимуществ, а именно: широкий диапазон измерений и минимальные требования к обработке проб.

На ртутном газоанализаторе было проанализировано 4 пробы почв и 3 пробы воды.

### **3.2.2 Инструментальный нейтронно-активационный анализ**

Для определения элементов-примесей в почвах исследуемой территории был применен инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) (аналитики Судыко А.Ф. Богутская Л.В.). Сам анализ проводился в стенах учебного исследовательского ядерного реактора ТПУ, в научной лаборатории ядерно-геохимических исследований отделения геологии ИШПР ТПУ.

Данный метод выступает самым оптимальным в плане высокой точности и получения широкого спектра химических элементов. Происходит анализ путем облучения нейтронным потоком пробы, в ходе чего регистрируются данные по качественному и количественному составу этой пробы.

Плюсом этого метода выступает высокая чувствительность инструментального нейтронно-активационного анализа, позволяющая определить точные концентрации тех или иных элементов.

Результат анализа показывает концентрации 28 химических элементов, включая редкоземельные - Sm, Ce, Ca, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Ag, Br, Cs, Tb, Sc, Rb, Fe, Zn, Ta, Co, Na, Eu, La, Sb. В ходе работы, было проанализировано 4 пробы почв.

### 3.2.3 Методы определения показателей качества проб воды

В рамках научно-исследовательской работы было отобрано 3 пробы воды из реки Ромашка. Было определено 10 различных показателей.

Водородный показатель (pH) определялся потенциометрическим методом согласно ПНДФ 14.1.2.4.121-97 [25].

Электропроводность ( $\sigma$ ) определялась кондуктометрическим методом согласно РД 52.24.495-2005 [29].

Хлорид - ионы ( $\text{Cl}^-$ ) определялись аргентометрическим методом согласно ГОСТ 4245-72 [11].

Для определения ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) использовался титриметрический метод с трилоном Б (ЭДТА) согласно ГОСТ 23268.5-78 [8].

Ртуть определялась согласно ГОСТ Р 51212-98 [12] методом атомно-адсорбционной спектроскопии на ртутном анализаторе.

Для определения жесткости (Ж) использовался комплексометрический метод с эриохром-черным согласно РД 52.24.47-87 [32].

Для определения гидрокарбонат-ионов ( $\text{HCO}_3^-$ ) использовался метод обратного титрования согласно РД 52.24.493-2020 [31].

Метод флуоресцентного определения урана на флуориметре «Флуорат-О2-Панорама» использовался для определения уранил-ионов согласно ГОСТ 28817-90 [10].

Нитрит-ионы ( $\text{NO}_2^-$ ) определялись фотоколориметрическим методом согласно ГОСТ 18826-73 [9].

Фторид - ионы ( $\text{F}^-$ ) определялись потенциометрическим методом согласно РД 52.24.360-2008 [30].

#### 4. Содержание химических элементов в почвах и воде реки Ромашка

##### 4.1 Содержание химических элементов в почвах

В одну из поставленных задач входила оценка среднего содержания элементов в почвах р. Ромашка.

Данные о содержании химических элементов в почвах района реки Ромашка, которые были получены в результате анализов, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание химических элементов в почвах, отобранных близ реки Ромашка и статистические параметры их распределения, г/т (объем выборки 4 пробы)

| Элемент    | X      | min    | max    | V, %         | Медиана |
|------------|--------|--------|--------|--------------|---------|
| Натрий, %  | 1,11   | 1,07   | 1,15   | 3,62         | 1,12    |
| Кальций, % | 2,34   | 1,86   | 2,76   | 19,59        | 2,36    |
| Железо, %  | 1,94   | 1,42   | 2,18   | 18,40        | 2,09    |
| Бром       | 0,92   | 0,50   | 1,88   | <b>64,29</b> | 1,01    |
| Барий      | 302,66 | 258,49 | 331,06 | 10,24        | 310,55  |
| Кобальт    | 8,21   | 5,41   | 10,34  | 25,06        | 8,54    |
| Хром       | 133,98 | 103,22 | 173,94 | 26,02        | 129,38  |
| Сурьма     | 0,54   | 0,43   | 0,63   | 15,86        | 0,56    |
| Цинк       | 26,33  | 19,10  | 35,79  | 27,32        | 25,22   |
| Мышьяк     | 3,54   | 2,61   | 3,88   | 17,58        | 3,84    |
| Рубидий    | 46,07  | 37,34  | 55,51  | 16,73        | 45,72   |
| Цезий      | 1,71   | 1,13   | 2,31   | 33,46        | 1,69    |
| Стронций   | 127,10 | 86,00  | 172,44 | 28,18        | 124,98  |
| Гафний     | 4,20   | 2,03   | 6,048  | <b>40,80</b> | 5,09    |
| Тантал     | 0,39   | 0,12   | 0,86   | <b>62,76</b> | 0,48    |
| Золото     | 0,0015 | 0,0005 | 0,0026 | <b>52,34</b> | 0,00    |
| Ртуть      | 0,02   | 0,014  | 0,032  | 31,13        | 0,03    |
| Скандий    | 6,83   | 4,61   | 8,24   | 23,19        | 7,23    |
| Тербий     | 0,67   | 0,44   | 1,07   | <b>38,92</b> | 0,68    |
| Самарий    | 4,55   | 2,47   | 6,55   | <b>36,48</b> | 5,17    |
| Европий    | 0,68   | 0,44   | 0,89   | 26,87        | 0,70    |
| Лантан     | 16,65  | 11,12  | 20,63  | 24,64        | 17,42   |
| Церий      | 37,58  | 21,97  | 79,51  | <b>62,43</b> | 36,26   |
| Иттербий   | 16,23  | 10,10  | 21,12  | 29,92        | 16,85   |
| Лютеций    | 1,85   | 1,04   | 2,33   | 33,22        | 2,01    |
| Уран       | 0,28   | 0,17   | 0,35   | 26,96        | 0,30    |
| Торий      | 4,34   | 2,88   | 5,87   | 28,18        | 4,31    |
| Рубидий    | 1,58   | 0,82   | 3,12   | <b>55,20</b> | 1,58    |

Примечание: X – среднее, min – минимальное; max – максимальное; V% – коэффициент вариации, жирным шрифтом выделен V>35%

Из таблицы 3 видно, что такие элементы, как бром, гафний, тантал, золото, тербий, самарий, церий и уран в почвах нижней части бассейна реки Ромашка имеют коэффициент вариации больше или в пределах 35%, что

указывает на их неравномерное распределение. Все остальные элементы имеют коэффициент вариации меньше 35%, что указывает на равномерное распределение данных элементов в отобранных пробах.

Показатели максимального и минимального значения говорят об интервале разброса значений среднего содержания элементов в почве. Высокий коэффициент вариации может зависеть от разных факторов, например, от региональных особенностей территории района.

Чтобы сравнить полученные данные по элементному составу почв района р. Ромашка, сопоставим их с данными Жорняк Л.В. [18] по изучению почв г. Томска и с кларком в верхней части континентальной коры по Н.А. Григорьеву [3] (таблица 4).

Таблица 4 – Среднее содержание элементов в почвах нижней части бассейна реки Ромашка (4 пробы) и почв г. Томска

| Элементы,<br>г/т | Р.<br>Ромашка | Томск <sup>1</sup> | Кларк <sup>2</sup> | Элементы  | Р.<br>Ромашка | Томск <sup>1</sup> | Кларк <sup>2</sup> |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------|-----------|---------------|--------------------|--------------------|
| <b>Na</b> , %    | 1,11          | 1,1                | 2,07               | <b>Ta</b> | 0,39          | 0,85               | 1,4                |
| <b>Ca</b> , %    | 2,34          | 1,4                | 3,89               | <b>Au</b> | 0,0015        | -                  | 0,00436            |
| <b>Fe</b> , %    | 1,94          | 3,2                | 4,06               | <b>Hg</b> | 0,02          | -                  | 0,065              |
| <b>Br</b>        | 0,92          | 8,8                | 11                 | <b>Sc</b> | 6,83          | 11,3               | 15                 |
| <b>Ba</b>        | <b>302,66</b> | <b>550</b>         | 210                | <b>Tb</b> | 0,67          | <b>1</b>           | 0,89               |
| <b>Co</b>        | 8,21          | 14,3               | 17                 | <b>Sm</b> | 4,55          | <b>5,7</b>         | 5,7                |
| <b>Cr</b>        | 133,98        | 103,6              | 150                | <b>Eu</b> | 0,68          | <b>1,3</b>         | 1,3                |
| <b>Sb</b>        | <b>0,54</b>   | <b>1,6</b>         | 0,5                | <b>La</b> | 16,65         | 25,7               | 32                 |
| <b>Zn</b>        | 26,33         | -                  | 75                 | <b>Ce</b> | 37,58         | 58,6               | 63                 |
| <b>As</b>        | 3,54          | 0,4                | 6,5                | <b>Yb</b> | 1,85          | <b>2,7</b>         | 2,5                |
| <b>Rb</b>        | 46,07         | 76,7               | 110                | <b>Lu</b> | 0,28          | 0,4                | 0,51               |
| <b>Cs</b>        | 1,71          | 3,6                | 4                  | <b>U</b>  | 1,58          | 2,4                | 2,5                |
| <b>Sr</b>        | 127,10        | 67,3               | 270                | <b>Th</b> | 4,34          | 7,5                | 9,3                |
| <b>Hf</b>        | 4,20          | <b>6,6</b>         | 4,5                |           |               |                    |                    |

Примечание: - нет данных; Жирным выделены элементы, которые превышают кларк в верхней континентальной коре; 1 – Жорняк, 2009; 2 – Григорьев, 2009.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод о превышении кларка в верхней части континентальной коры такими элементами как Ba и Sb. В данных по г. Томску полученных Жорняк Л.В. [18], Ba и Sb также превышают значения кларка в верхней части континентальной коры [3], а также выделяются такие элементы как Hf, Tb, Sm, Eu и Yb.

Полученные результаты также позволяют отметить, что содержание элементов в почвах р. Ромашка отличается более низкими значениями в сравнении с почвами г. Томска [18]. Исключение составляет Ca, Cr, As и Sr. А содержание таких элементов, как Lu, Hf и Tb - близки к данным по кларкам в верхней части континентальной коры [3].

Ассоциативные геохимические ряды элементов в пробах почв нижней части бассейна реки Ромашка построены в сравнении с кларком в верхней части континентальной коры [3]. Результат наиболее четко отражает геохимическую специализацию нижней части бассейна реки Ромашка (таблица 5).

Таблица 5 – Геохимический ряды ассоциаций элементов почв нижней части бассейна р. Ромашка

|                   |                                                                                                                                             |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Геохимический ряд | <b>Ba17,80 – Sb1,08</b> – Hf0,93 – Cr0,89 – Sm0,80 – Tb0,75 – Yb0,74 – Ce0,71 – U0,63 – Ca0,60 – Lu0,55 – As0,55 – Na0,54 – Eu0,52 – La0,52 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Примечание: жирным шрифтом выделены элементы с коэффициентом концентрации  $\geq 1$ .

Анализ элементного состава почв района реки Ромашка выявил накопление следующих элементов: Ba и Sb. Наиболее ярче на фоне других элементов выделяется Ba.

Таблица 6 – Геохимические ряды ассоциаций элементов в почвах для каждой точки отбора в нижней части бассейна реки Ромашка

|                      |                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| р. Ромашка           | <b>Ba1,58 – Hf1,30 – Sb1,26</b> – Yb0,93 – Sm0,81 – U0,72 – Cr0,71 – Ca0,69 – Eu0,68 – La0,64 – Sr0,64 – Th0,63 – Tb0,63 – Ta0,61 – Lu0,61 – As0,60 – Sc0,55 – Fe0,54 – Cs0,52 – Co0,52 – Rb0,50 |
| Водоканал 1          | <b>Ba1,48 – Hf1,34 – U1,25 – Cr1,16 – Sb1,08 – Sm1</b> – Yb0,93 – Tb0,89 – Ce0,78 – Lu0,69 – Co0,61 – As0,60 – Au0,60 – Cs0,58 – La0,58 – Na0,56 – Fe0,53 – Eu0,53 – Ca0,52 – Sc0,51             |
| Водоканал 2          | <b>Ba1,48 – Tb1,20 – Sb1,17 – Sm1,15</b> – Hf0,96 – Cr0,69 – Yb0,68 – As0,58 – Lu0,56 – Na0,55 – U0,55 – Eu0,54 – La0,51 – Fe0,50                                                                |
| р. Ромашка – р. Томь | <b>Ce1,26 – Ba1,23 – Cr1,02</b> – Sb0,85 – Ca0,71 – Na0,52                                                                                                                                       |

Примечание: жирным шрифтом выделены элементы с коэффициентом концентрации  $\geq 1$ .

Анализ элементного состава почв района реки Ромашка выявил накопление следующих элементов: Ba, Cr, Sb, Hf, Tb, Sm, Ce, U. Больше всего выделяются Ba и Sb.

## 4.2 Определение показателей и элементов в воде

В рамках бакалаврской работы была поставлена задача определить физико-химические показатели в пробах воды р. Ромашка.

Данные, полученные в результате проведения анализов проб воды реки Ромашка, представленные в таблице 7.

Таблица 7 – Содержания компонентов в пробах воды реки Ромашка

| №/№ | Наименование определяемого компонента | Содержание компонента, единицы измерения | ПДК для данного компонента, согласно документу                                                                                                                                                            |
|-----|---------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Водородный показатель                 | №1 – 7,24 ед                             | ПДК для питьевой воды 6-9 ед., согласно СанПиН 2.1.4.1074-01                                                                                                                                              |
|     |                                       | №2 – 7,40 ед                             |                                                                                                                                                                                                           |
|     |                                       | №3 – 8,33 ед                             |                                                                                                                                                                                                           |
| 2   | Электропроводность                    | №1 – 1244 мкСм/см                        | ПДК отсутствует в России, в документах ЕС – до 2500 мкСм/см                                                                                                                                               |
|     |                                       | №2 – 432 мкСм/см                         |                                                                                                                                                                                                           |
|     |                                       | №3 – 190 мкСм/см                         |                                                                                                                                                                                                           |
| 3   | Хлорид - ионы                         | №1 – 32,16 мг/л                          | Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 (ПДК) хлоридов в воде составляет 350 мг/л                                                                                                                                   |
|     |                                       | №2 – 11,15 мг/л                          |                                                                                                                                                                                                           |
|     |                                       | №3 – 7,1 мг/л                            |                                                                                                                                                                                                           |
| 4   | Ион кальция                           | №1 – 172 мг/л                            | ПДК кальция для водоемов хозяйственно-питьевого водоснабжения отсутствует, поэтому мы сравнили с директивой Совета ЕС от 03.11.98 (содержание кальция в воде не должно превышать 100,0 мг/л)              |
|     |                                       | №2 – 56 мг/л                             |                                                                                                                                                                                                           |
|     |                                       | №3 – 23,2 мг/л                           |                                                                                                                                                                                                           |
| 5   | Ртуть                                 | №1 – не обнаружено                       | Согласно Приказу Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 ПДК ртути в воде рыбохозяйственных водоемов не должна превышать 0,01 мкг/л                                                                        |
|     |                                       | №2 – не обнаружено                       |                                                                                                                                                                                                           |
|     |                                       | №3 – не обнаружено                       |                                                                                                                                                                                                           |
| 6   | Жесткость                             | №1 – 9,37 ммоль-экв/л                    | Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 ПДК жесткости воды не должна превышать 7,0 мг-экв/л                                                                                                                         |
|     |                                       | №2 – 5,67 ммоль-экв/л                    |                                                                                                                                                                                                           |
|     |                                       | №3 – 3,1 ммоль-экв/л                     |                                                                                                                                                                                                           |
| 7   | Гидрокарбонат-ион                     | №1 – 73,2 мг/л                           | ПДК гидрокарбонатов для природной воды не установлена. содержание гидрокарбонат-ионов мы сравнили с директивой Совета ЕС от 03.11.98 (ПДК щелочности в питьевой воде составляет 30,0 мг/дм <sup>3</sup> ) |
|     |                                       | №2 – 34,53 мг/л                          |                                                                                                                                                                                                           |
|     |                                       | №3 – 29,28 мг/л                          |                                                                                                                                                                                                           |

|    |            |                  |                                                                         |
|----|------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 8  | Уранил-ион | №1 – 41 мкг/л    | Согласно ГН 2.1.5.2280-07 ПДК урана в воде не должна превышать 15 мкг/л |
|    |            | №2 – 34 мкг/л    |                                                                         |
|    |            | №3 – 28 мкг/л    |                                                                         |
| 9  | Нитрит-ион | №1 – 0,0125 мг/л | ПДК для питьевой воды 45 мг/л по СанПиН 2.1.4.1074-01                   |
|    |            | №2 – 0,0454 мг/л |                                                                         |
|    |            | №3 – 0,0076 мг/л |                                                                         |
| 10 | Фторид-ион | №1 – 0,094 мг/л  | ПДК для питьевой воды 1,2 мг/л (III) и 1,5 мг/л (II)                    |
|    |            | №2 – 0,035 мг/л  |                                                                         |
|    |            | №3 – 0,016 мг/л  |                                                                         |

Примечание: жирным выделены значения, превышающие ПДК; Проба №1 – р. Ромашка в г. Северск, Проба №2 – в месте слияния р. Ромашка и сбросов «Водоканал» г. Северск, Проба №3 – сброс «Водоканал».

По результатам проведенных анализов можно сделать вывод о превышение ПДК таких компонентов как: жесткость, ион кальция, гидрокарбонат-ион и уранил-ион. Это предположительно указывает на повышенную минерализацию вод, а также на влияние загрязняющих веществ, которые поступают со сбросами от СХК и Северского водоканала.

## **5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение**

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой научно-исследовательскую работу, в которой исследуется элементный состав почв и донных отложений нижней части бассейна реки Ромашка (Томский район).

С целью определения денежных затрат, необходимых для выполнения технического задания, необходимо определить время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать последовательность их выполнения, а также определить продолжительность выполнения всего комплекса работ проекта.

Целью данного раздела является: оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Потенциальные потребители результатов исследования

Информация о заинтересованных сторонах проекта, которые активно участвуют в проекте, или, интересы которых могут быть затронуты в результате завершения проекта, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Заинтересованные стороны проекта

| Заинтересованные стороны проекта | Ожидания заинтересованных сторон                                                   |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Геоэкологи                       | Выявление изменений по итогу мероприятий по охране окружающей среды со стороны СХК |
| АО «СХК»                         | Проверка качества проведенных компанией мероприятий по охране окружающей среды     |
| Жители г. Северск                | Обеспечение данных о качестве окружающей среды                                     |

## Цели и результаты проекта

В таблице 9 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 9 – Цель и результаты проекта

|                                       |                                                                                                     |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цель проекта:                         | Провести изучение геохимического состава почв района р. Ромашка, г. Северск                         |
| Ожидаемые результаты проекта:         | Полученные данные по состоянию окружающей среды района р. Ромашка, г. Северск, на основе проб почв. |
| Критерии приемки результата проекта*: | Данные по результату проекта являются химические элементы таблицы Менделеева.                       |
| Требования к результату проекта:      | Требование:                                                                                         |
|                                       | Данные должны быть получены через сертифицированные установки, в аккредитованной лаборатории        |
|                                       | Достоверность проведенных анализов через повторную проверку                                         |
|                                       | Оценка состояния окружающей среды района                                                            |
|                                       | Выявление геохимических особенностей района                                                         |

## Организационная структура проекта

Следующим шагом является определение следующих вопросов: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников. Данная информация представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Рабочая группа проекта

| п/п | Роль в проекте       | Функции                                                                                                     |
|-----|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Руководитель проекта | Реализация проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координация деятельности участников проекта |
| 2   | Исполнитель проекта  | Написание ВКР                                                                                               |
| 3   | Эксперт проекта      | Консультирование по выполнению ВКР                                                                          |
| 4   | Аналитик             | Проведение требуемых анализов                                                                               |

## Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке 8 представлена иерархическая структура работ, выполненных по данному проекту.

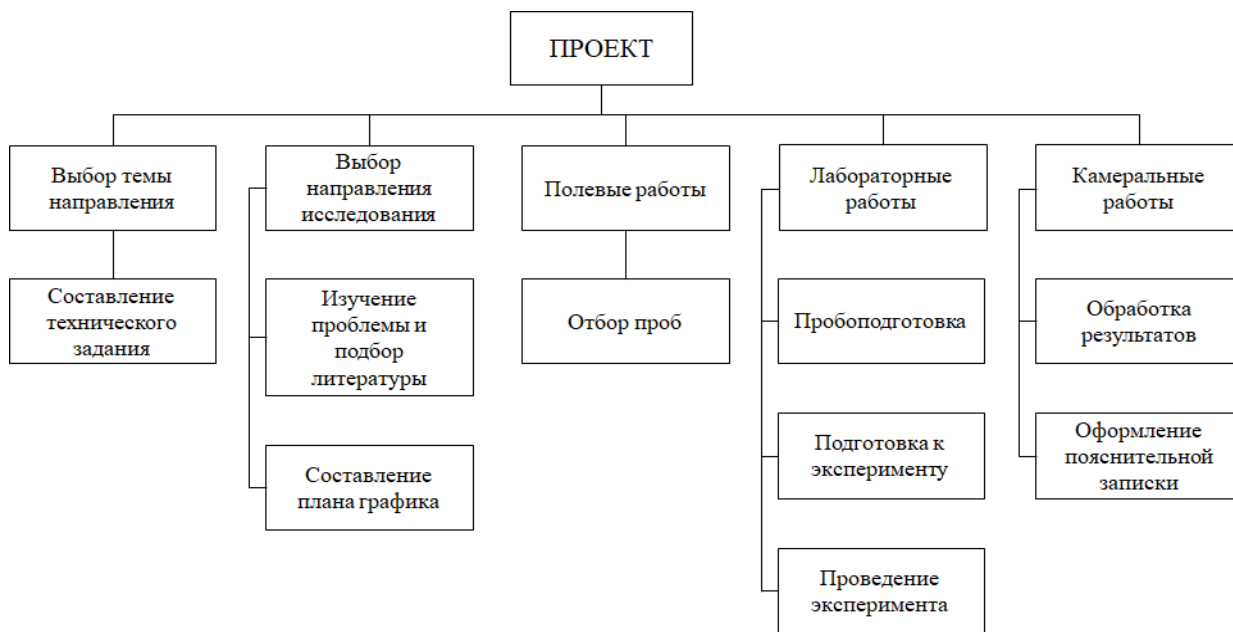


Рисунок 8 – Иерархическая структура работ проекта

### Техническое задание

Место проведения работ: нижняя часть бассейна реки Ромашка (Томский район)

Время проведения работ: октябрь 2021 г. – май 2023 г.

Объект исследований: почва и вода.

Метод и вид исследований: геохимические исследования.

Объем работ: 3 пробы воды и 4 пробы почв.

Виды намечаемых работ:

Проведение маршрутов при геоэкологических работах.

- Лабораторные работы по первичной обработке проб (просушивание, просеивание, истирание проб почв);
- Лабораторные работы по подготовке проб для инструментального нейтронно-активационного анализа, атомно-адсорбционного анализа;
- Камеральная обработка полученных результатов.

## Календарный график Ганта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта. Календарный план проекта представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Календарный план проекта

| Код работы | Название                                    | Длительность,<br>календарные<br>дни | Дата<br>начала<br>работ | Дата<br>окончания<br>работ | Состав<br>участников |
|------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|
| 1          | Утверждение проекта                         | 2                                   | 03.12.21                | 05.12.21                   | Иванов А.Ю.          |
| 1.1        | Утверждение научного<br>руководителя        | 8                                   | 03.10.21                | 10.10.21                   | Иванов А.Ю.          |
| 1.2        | Утверждение темы<br>проекта                 | 25                                  | 11.10.21                | 05.11.21                   | Иванов А.Ю.          |
| 2          | Изучение литературы по<br>теме исследования | 231                                 | 06.01.22                | 24.08.22                   | Мезенцева В.Е.       |
| 3          | Пробоотбор                                  | 4                                   | 06.09.22                | 10.09.22                   |                      |
| 4          | Лабораторные<br>работы                      | 151                                 | 01.10.22                | 28.02.23                   |                      |
| 5          | Камеральные<br>работы                       | 108                                 | 23.01.23                | 10.05.23                   |                      |
| 5.1        | Обработка<br>результатов                    | 45                                  | 10.04.23                | 25.05.23                   |                      |
| 5.2        | Научное<br>руководство                      | 91                                  | 31.01.23                | 01.05.23                   | Иванов А.Ю.          |
| 6          | Защита ВКР                                  | 1                                   |                         |                            | Мезенцева<br>В.Е.    |
| Итого:     |                                             |                                     |                         |                            |                      |

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 12).

Таблица 12 – Календарный план-график проекта

| Наименование<br>этапа                  | 2021    |        |         | 2022         |         |      |        |     |      |      |          |         | 2023   |         |        |         |      |        |     |
|----------------------------------------|---------|--------|---------|--------------|---------|------|--------|-----|------|------|----------|---------|--------|---------|--------|---------|------|--------|-----|
|                                        | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | Январь       | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | Январь | Февраль | Март | Апрель | Май |
| Составление<br>технического<br>задания |         |        |         |              |         |      |        |     |      |      |          |         |        |         |        |         |      |        |     |
| Изучение<br>литературы                 |         |        |         |              |         |      |        |     |      |      |          |         |        |         |        |         |      |        |     |
| Полевые<br>работы                      |         |        |         |              |         |      |        |     |      |      |          |         |        |         |        |         |      |        |     |
| Лабораторные<br>работы                 |         |        |         |              |         |      |        |     |      |      |          |         |        |         |        |         |      |        |     |
| Камеральные<br>работы                  |         |        |         |              |         |      |        |     |      |      |          |         |        |         |        |         |      |        |     |
| студент                                |         |        |         | руководитель |         |      |        |     |      |      |          |         |        |         |        |         |      |        |     |

## Составление технического плана

Выполнение проекта включает в себя несколько этапов, которые проводятся друг за другом (это наглядно видно из календарного плана-графика проекта в (таблица 13). Сначала начинается подготовительный период, на который отводится n месяцев. Полевые работы длятся 1 месяц. С отбором проб начинается и этап лабораторно-аналитических исследований. В течение этого времени происходит текущая камеральная обработка. По окончании полевого периода наступает этап окончательной камеральной обработки и написание отчета (на этот этап отводится 6 месяцев).

Таблица 13 - Виды и объемы проектируемых работ

| Виды работ        | № работ | Условия производства работ                                                                 | Вид оборудования                                                                       |
|-------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Полевой этап      | 7       | Выбор участка для отбора проб                                                              | Лопатка<br>Пакеты на застёжки Журнал для регистрации проб<br>Ручка шариковая           |
|                   | 8       | Отбор проб, нумерация и регистрация в журнале, маркировка пакетов для проб и упаковка проб |                                                                                        |
|                   | 9       | Отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения                             |                                                                                        |
| Лабораторный этап | 10      | Пробоподготовка                                                                            | Сито размером 2 мм1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм; 0,125 мм, 0,1 мм, 0,04 мм                     |
|                   | 11      | Исследование проб методом ИНАА                                                             |                                                                                        |
|                   | 12      | Определение ртути                                                                          | Ртутный анализатор РА 915+ с пиролитической приставкой ПИРО 915                        |
| Камеральный этап  | 13      | Сбор и систематизация информации об изучаемой территории                                   | Журнал для регистрации проб<br>Ручка<br>Персональный компьютер<br>Бумага копировальная |
|                   | 14      | Камеральная обработка результатов                                                          |                                                                                        |
|                   | 15      | Составление графиков и таблиц                                                              |                                                                                        |
|                   | 16      | Построение карт и схем                                                                     |                                                                                        |
|                   | 17      | Систематизация данных                                                                      |                                                                                        |
|                   | 18      | Оформление результатов                                                                     |                                                                                        |

## Расчет времени труда

В геоэкологии основная статья затрат приходится на труд. Затраты времени рассчитываются в рабочих сменах (8 часов), затраты труда рассчитываются с использованием дневной тарифной ставки (оплата за 8 часов работы).

Для расчета затрат времени и труда были использованы нормы, изложенные в ССН-92 выпуск 2 «Геолого-экологические работы» [...]. Они представляют собой два параметра: норма времени и коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N=Q*HBP*K$$

где: N - затраты времени, (бригада/смена на м.(ф.н.)); Q - объем работ;

Hвр - норма времени из справочника сметных норм (бригада/смена); K - коэффициент за ненормализованные условия.

Например, работы были выполнены одним экологом и одним рабочим 1 категории под руководством эколога.

Используя технический план, в котором указаны все виды и объемы работ, определяются затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (таблица 14).

Таблица 14 – Расчет затрат и времени труда

| № п/п | Виды работ                     | Объем работ |         | Норма длительно сти | Коэф ф ициент | Нормативны й докумен т ССН     | Итого, чел.- смен |
|-------|--------------------------------|-------------|---------|---------------------|---------------|--------------------------------|-------------------|
|       |                                | Ед. изм.    | Кол- во |                     |               |                                |                   |
| 1     | Выбор участка для отбора проб  | Проба       | 7       | 0,0488              | 1             | Вып.2, табл. 27, стр. 3, ст. 4 | 0,3416            |
| 2     | Полевой этап                   | км          | 5       | 1,37                | 1             | Вып.2, табл.37                 | 6,85              |
| 3     | Пробоподготовка                | Проба       | 4       | 0,350               | 1             | Вып.7, норма 2541              | 1,4               |
| 4     | Исследование проб методом ИНАА | Навеска     | 4       | 0,26                | 1             | Вып.7, норма 256               | 1,04              |

Продолжение таблицы 14

| №<br>п/<br>п | Виды работ                                                                                          | Объем работ |            | Норма<br>длительно<br>с<br>ти | Коэф<br>ф<br>ициент | Нормативный<br>документ<br>ССН,<br>Вып.7, норма<br>724 | Итого,<br>чел.-<br>смен |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|
|              |                                                                                                     | Ед. изм.    | Кол-<br>во |                               |                     |                                                        |                         |
| 5            | Исследование проб с использованием ртутного газоанализатора РА 915+                                 | Навеска     | 4          | 0,21                          | 1                   | Вып.7, норма 724                                       | 0,84                    |
| 6            | Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ) | проба       | 7          | 0,0136                        | 1                   | табл. 59 ССН, вып. 2 3 стр., 3 ст.                     | 0,0952                  |
| 7            | Камеральная обработка материалов (с использ. ЭВМ)                                                   | проба       | 7          | 0,0337                        | 1                   | табл. 61 ССН, вып. 2 3 стр 3 ст                        | 2,359                   |
|              | Итого:                                                                                              |             |            |                               |                     |                                                        | 12,9258                 |

Расчет заработной платы исполнителей работ

Заработная плата состоит из основной и дополнительной с учетом районного коэффициента.

$$ЗП=(ЗПосн+ЗПдоп)*Кр$$

Основная заработная плата рассчитывается как произведение отработанного времени (в сменах) на значение дневной (сменной) тарифной ставки.

$$ЗПосн=Т*Дст$$

Дополнительная зарплата учитывает оплату отпускных и составляет 7,9% от ЗПосн.

$$\text{ЗПдоп}=0,079*\text{ЗПосн}$$

Рабочее время составило 12,9258 смен. Для расчета заработной платы каждого работника необходимо произвести расчет затрат времени на каждого из участников рабочей группы (таблица 15).

В состав рабочей группы входит специалист-геоэколог и рабочий.

Таблица 15 – Расчет затрат труда (на каждый вид работы)

| № | Вид работ                                                                                           | Т      | Студент       | Руководитель  |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|---------------|
|   |                                                                                                     |        | Н, чел.-смена | Н, чел.-смена |
| 1 | Выбор участка для отбора проб                                                                       | 0,3416 | 0,3416        | 0,3416        |
| 2 | Полевой этап                                                                                        | 6,85   | 6,85          |               |
| 3 | Пробоподготовка                                                                                     | 1,4    | 1,4           |               |
| 4 | Исследование проб методом ИНАА                                                                      | 1,04   | 1,04          | 1,04          |
| 5 | Исследование проб с использованием ртутного газоанализатора РА 915+                                 | 0,84   | 0,84          | 0,84          |
| 6 | Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ) | 0,0952 | 0,0952        | 0,0952        |
| 7 | Камеральная обработка материалов (с использ. ЭВМ)                                                   | 2,359  | 2,359         |               |
|   | Итого:                                                                                              |        | 12,9258       | 2,3168        |

Необходимо также учесть страховые взносы 30%, совершаемые работодателем в следующие фонды:

- Пенсионный фонд - 22%;
- Фонд медицинского страхования - 5,1%;
- Фонд социального страхования - 2,9%.

Таблица 16 – Расчет заработной платы

| Наименование расходов             | Кол-во       | Единицы измерения | Затраты труда | Дневная ставка, руб. | Сумма основных расходов, руб. |
|-----------------------------------|--------------|-------------------|---------------|----------------------|-------------------------------|
| <b>Основная</b> заработная плата  |              |                   |               |                      |                               |
| Студент                           | 1            | Чел.-смен         | 12,93         | 2800                 | 8204                          |
| Руководитель                      | 1            | Чел.-смен         | 2,32          | 3460                 | 8027,2                        |
| ИТОГО                             | 2            |                   |               |                      | 16231,2                       |
| Дополнительная зарплата           | 7,9% от осн. |                   |               |                      | 1282,26                       |
| ИТОГО                             |              |                   |               |                      | 17513,46                      |
| Районный коэффициент (для Томска) | 1,3          |                   |               |                      | 5254,038                      |
| ИТОГО                             |              |                   |               |                      | 22767,498                     |
| Страховые взносы                  | 30%          |                   |               |                      | 6830,25                       |
| Резерв                            | 3%           |                   |               |                      | 887,93                        |
| ИТОГО                             |              |                   |               |                      | <b>30485,678</b>              |

## Расчет затрат на материалы

Расчет затрат материалов (для полевого и камерального периодов) для данного проекта осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества (таблица 16). Транспортные расходы и расчет затрат на подрядные работы представлены в таблицах 17 и 18 соответственно.

Таблица 17 – Расход материалов на проведение геоэкологических работ

| Наименование                  | Ед. измер. | Кол-во | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (Зм), руб. |
|-------------------------------|------------|--------|-------------------|----------------------------------|
| Журнал регистрационный        | Шт.        | 2      | 100               | 221                              |
| Ручка шариковая               | Шт.        | 2      | 25                | 56                               |
| Мешки полиэтиленовые          | Шт.        | 22     | 1                 | 24,15                            |
| Неметаллическая лопатка       | Шт.        | 1      | 200               | 241                              |
| Сито лабораторные             | Комплект   | 1      | 500               | 601                              |
| Перчатки латексные            | Шт.        | 4      | 25                | 106                              |
| Пакеты с застежкой «zip-look» | Упаковка   | 1      | 300               | 361                              |
| Бумага офисная                | Упаковка   | 1      | 280               | 337                              |
| Итого                         |            |        |                   | 1947,15                          |

Таблица 18 – Транспортные расходы

|               |                       |                    |                                 |
|---------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|
|               | Транспортное средство | Количество поездок | Стоимость за одну поездку, руб. |
| 1             | Поездка на автомобиле | 4                  | 3860                            |
| <b>Итого:</b> |                       | 3860               |                                 |

Стоимость за одну поездку на автомобиле считалось как средняя цена за поездку на точку опробирования и обратно, из расчёта стоимости литра бензина в России (48,25 рубля, АИ-95, 20 км).

Таблица 19 – Расчет затрат на подрядные работы

| №, п/п        | Метод анализа | Кол-во проб | Стоимость, руб. | Сумма, руб. |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-------------|
| 1             | ИННА          | 4           | 2500            | 10000       |
| <b>Итого:</b> |               |             |                 | 10000       |

#### Расчет амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления являются инструментом компенсации полученного износа основных фондов. Направлены они должны быть на ремонт имеющегося или изготовление нового оборудования. Сумма отчислений входит в себестоимость продукции, то есть автоматически переходит в цену. Объем амортизационных исчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов (таблица 20).

Таблица 20 – Расчет амортизационных отчислений

| Наименование объекта основных фондов | Количество | Балансовая стоимость, руб | Годовая норма амортизации, % | Время использования оборудования, мес. | Амортизационные отчисления, руб |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|
| Анализатор «РА 915 М»                | 1          | 1152000                   | 14                           | 0,2                                    | 2688                            |
| Пиролитическая приставка             | 1          | 252000                    | 14                           | 0,2                                    | 588                             |
| Аналитические весы AND GR-120        | 1          | 140300                    | 14                           | 0,1                                    | 163,68                          |
| Итого                                | 3429,68    |                           |                              |                                        |                                 |

Также необходимо рассчитать основные затраты на все виды работ (таблица 21).

Таблица 21 – Основные затраты на полевые работы (ПР)

| Состав затрат                                    | Сумма затрат, руб |
|--------------------------------------------------|-------------------|
| Материальные затраты                             | 1947,15           |
| Затраты на оплату труда (со страховыми взносами) | 30485,678         |
| Амортизация                                      | 3429,68           |
| Транспортные затраты                             | 3860              |
| <b>Итого:</b>                                    | <b>39722,508</b>  |

Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

Общий расчет сметной стоимости геоэкологического проекта оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат основные расходы. Они связаны с выполнением работ по проекту и подразделяются на эколого-геохимические работы и сопутствующие работы и затраты.

На эту базу начисляются проценты, за счет которых осуществляется содержание всех функциональных отделов организационной структуры управления предприятием.

На организацию полевых работ – 1,2% от суммы основных расходов. На ликвидацию полевых работ отведено 0,8%.

На расходы на транспортировку грузов и персонала отводится 5% от полевых работ.

Накладные расходы составляют 10% от основных расходов.

Плановые накопления – затраты, которые предприятие использует для создания нормативной прибыли (она используется для выплаты налогов и платежей от прибыли, а также для создания фонда развития производства и фонда социального развития).

Существует норматив плановых накоплений 14 - 30% от суммы основных и накладных расходов. Выбор норматива осуществляется по согласованию с заказчиком. В данном проекте взят норматив 20%.

Компенсируемые затраты не зависят от предприятия, они предусмотрены законодательством и возмещаются заказчиком по факту их исполнения.

Резерв используется на непредвиденные работы и затраты и предназначен для возмещения расходов, необходимость в которых выявилась в процессе производства геоэкологических работ и не могла быть учтена при составлении проектно-сметной документации. Резерв составляет 3% от основных затрат. Общий расчет сметной стоимости представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ

| №<br>п/п | Наименование работ и затрат                 | Объём   |            | Единица<br>расценка | Полная<br>сметная<br>стоимость,<br>руб. |
|----------|---------------------------------------------|---------|------------|---------------------|-----------------------------------------|
|          |                                             | Ед. изм | Количество |                     |                                         |
| I        | Основные расходы на геоэкологические работы |         |            |                     |                                         |
|          | Группа А                                    |         |            |                     |                                         |
|          | Собственно, геоэкологические работы         |         |            |                     |                                         |

|                                |                                            |            |       |          |           |
|--------------------------------|--------------------------------------------|------------|-------|----------|-----------|
|                                | Проектно-сметные работы                    | % от ПР    | 100,0 |          | 39722,508 |
| 1                              | Полевые работы (ПР)                        |            |       |          | 39722,508 |
| 2                              | Организация полевых работ                  | % от ПР    | 1,5   |          | 595,84    |
| 3                              | Ликвидация полевых работ                   | % от ПР    | 0,8   |          | 317,78    |
| 4                              | Камеральные работы                         | % от ПР    | 30    |          | 11916,75  |
|                                | Итого основных расходов (ОР)               |            |       |          | 52552,88  |
| Группа Б                       |                                            |            |       |          |           |
| Сопутствующие работы и затраты |                                            |            |       |          |           |
| II                             | Накладные расходы                          | % от ОР    | 15    |          | 7882,93   |
|                                | Итого: основные и накладные расходы(ОР+НР) |            |       | 60435,81 |           |
| III                            | Плановые накопления                        | % от НР+ОР | 20    |          | 12087,16  |
| IV                             | Компенсируемые затраты                     |            |       |          |           |
| 1                              | Производственные командировки              | % от ОР    | 0,5   |          | 262,76    |
| 2                              | Полевое довольствие                        | % от ОР    | 3     |          | 1576,59   |
| 3                              | Доплаты и компенсации                      | % от ОР    | 8     |          | 4204,23   |
| 4                              | Охрана природы                             | % от ОР    | 5     |          | 2627,64   |
|                                | Итого компенсируемых затрат:               |            |       |          | 8671,225  |
| V                              | Подрядные работы                           |            |       |          |           |
| 1                              | Лабораторные работы                        | руб        | 1     | 10000    | 10000     |
| VI                             | Резерв                                     | % от ОР    | 3     |          | 1576,59   |
|                                | Итого сметная стоимость                    |            |       | 80683,62 |           |
|                                | НДС                                        | %          | 20    |          | 16136,72  |
|                                | Итого с учётом НДС                         |            |       |          | 96820,35  |

Таким образом, стоимость реализации проекта составило **80683,62** рублей с учетом НДС (20%) - **96820,35** рублей. Было проведено обоснование проведенных работ, которые включали в себя расчет затрат труда и времени, а также смета по всем проведенным работам, а их сумма дала представление об общей стоимости исследования.

## **6. Социальная ответственность**

Данная выпускная квалификационная работа на тему «Элементный состав почв и донных отложений нижней части бассейна реки Ромашка (Томский район)» – это научно-исследовательская работа, которая делится на несколько этапов:

- 1) полевой этап – заключается в отборе проб воды и почв;
- 2) лабораторный этап – проведение анализов;
- 3) камеральный этап – во время этого этапа происходила обработка результатов лабораторных анализов отобранных проб; по полученным в ходе обработки данным были сформированы таблицы, графики и диаграммы, а также набран текст на персональном компьютере.

В 2021 году была отобрана 1 проба почвенного покрова, в 2022 году было отобрано 3 пробы воды и еще 3 пробы почвенного покрова. Сезон отбора – ранняя осень, сентябрь.

Целью данного раздела является анализ потенциально опасных и вредных факторов при проведении научно-исследовательской работы и решение вопросов обеспечения экологической безопасности исследования и безопасности при возникновении внештатных чрезвычайных ситуаций.

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

Согласно статье 37 Конституции Российской Федерации, каждый гражданин не зависимо от социального положения имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда. В трудовом кодексе Российской Федерации №197-ФЗ от 30.12.2001 установлены государственные гарантии трудовых прав граждан, вопросы создания благоприятных условий труда, защиты прав и интересов работников и работодателей [41].

Подготовка выпускной квалификационной работы включала полевой этап, состоящий из исследования местности и отбора проб, лабораторный

этап, который состоит из подготовки проб почвы к лабораторному анализу.

Подготовка выпускной квалификационной работы включала полевой этап исследования местности и отбора проб, лабораторный этап, состоящий из подготовки проб почв и воды к лабораторному анализу. Полевые, подготовительные и аналитические работы должны проводиться в соответствии с существующими инструкциями по охране труда, например, МР 2.2.7.2129-06 и методическим рекомендациям по проведению полевых и лабораторных исследований [22].

Пробы отбираются в пределах выбранной ранее площади с использованием специализированного оборудования. При проведении анализа в лаборатории, работник обеспечивается средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими отраслевыми нормами. Все помещения рабочей зоны лаборанта должны соответствовать требованиям пожарной и электробезопасности.

Рабочая аудитория №438 располагается в учебном корпусе №20 на четвертом этаже, имеет искусственные источники освещения. В аудитории имеется 13 персональных компьютеров. Площадь на одно рабочее место соответствует требованиям СанПиН 2.2.2.542-96 [33] к помещениям для работы ПВЭМ и составляет не менее 4,5 м<sup>2</sup>. Остальные рабочие места расположены в аудиториях 529, 533-534 на пятом этаже здания, имеют искусственное освещение, площадь на одно рабочее место также оставляет не менее 4,5 м<sup>2</sup>.

Большая часть работ выполнялась сидя. Эргономические требования по организации рабочего места при выполнении работ сидя изложены в системе стандартов безопасности труда ГОСТ 12.2.032-78 [12]. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов согласно стандарту, должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Также, при использовании персонального компьютера к концу рабочего дня человек может ощущать, резь в глазах, покраснение глаз, головную боль, боли в мышцах шеи, спины.

Чтобы избежать перечисленные негативные воздействия, мы должны соблюдать санитарные правила СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда", в которых есть раздел XXII. Требования к организации работ с персональными электронными вычислительными машинами и копировально-множительной техникой [36].

## 6.2 Производственная безопасность

Потенциально опасные и вредные факторы, характерные для лабораторных исследований представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Перечень опасных и вредных факторов при проведении лабораторных исследований

| Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)                                                                                            | Этапы работ  |                   |                  | Нормативные документы                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                                                                          | Полевой этап | Лабораторный этап | Камеральный этап |                                                    |
| 1. Производственные факторы, связанные с микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; | —            | +                 | +                | СанПиН 2.2.4.548-96                                |
| 2. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения                                                       | —            | +                 | +                | СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03                         |
| 3. Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями                                                        | —            | +                 | +                | СанПиН 2.2.2.542-96                                |
| 4. Повышенный уровень шума                                                                                               | —            | +                 | +                | ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ<br>СН 2.2.4/2.1.8.562-96   |
| 5. Монотонность труда, вызывающая монотонию                                                                              | —            | +                 | +                | РД 2.2.2006-05                                     |
| 6. Механические травмы при пересечении местности                                                                         | +            | —                 | —                | ГОСТ 12.1.03882 ССБТ                               |
| 7. Производственные факторы, связанные с электрическим током                                                             | —            | +                 | +                | ГОСТ 12.1.019-2017                                 |
| 8. Пожаровзрывоопасность                                                                                                 | —            | -                 | +                | НПБ 105-03<br>ГОСТ 12.4.009-83<br>ГОСТ 12.1.004-91 |

## **Анализ потенциально вредных производственных факторов и мероприятий по их устранению**

### *Производственные факторы, связанные с микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего*

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ЭВМ. Их отклонение может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами, и общей работоспособности организма. В помещениях на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. К ним относятся вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация).

Компьютерная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. Для подачи свежего воздуха в помещения используются естественная вентиляция (проветривание).

Регулирование микроклимата в помещениях осуществляется с помощью увлажнителей и осушителей воздуха, вентиляторов и кондиционеров, а также отопления.

Таблица 24 – Параметры микроклимата для лабораторий и учебных аудиторий при работе на ПК [35]

| Период года | Параметр микроклимата           | Величина |
|-------------|---------------------------------|----------|
| Теплый      | Температура воздуха в помещении | 23-25 °C |
|             | Относительная влажность воздуха | 40-60%   |
|             | Скорость движения воздуха       | 0,1 м/с  |
| Холодный    | Температура воздуха в помещении | 22-24 °C |
|             | Относительная влажность воздуха | 60-40 %  |
|             | Скорость движения воздуха       | 0,1 м/с  |

*Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения*

Недостаточная освещенность рабочего места уменьшает остроту зрения, также вызывает утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний.

Недостаточная освещенность вредный физический фактор, который может вызвать нарушение зрительной функции и понижение качества исследования. Основным источником освещения в данной работе является освещение от люминесцентных ламп. Тип освещения на рабочей зоне можно назвать совмещенным.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПК должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Регулирует освещенность рабочей зоны СП 52.13330.2011 [38].

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

К системам освещения предъявляются следующие требования:

- соответствие уровня освещенности рабочих мест по характеру выполняемой зрительной работы;
- достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве;
- отсутствие резких теней, прямой и отраженной блёскости (повышенной яркости светящихся поверхностей);
- постоянство освещенности во времени;
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока.

В качестве регулирования данного фактора необходимо заблаговременно менять лампы, уменьшать или увеличивать количество осветительных приборов, регулярно мыть окна, а также регулировать рабочую зону на момент предметов с высокой отражательной способностью.

*Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями*

Источниками электромагнитных полей на рабочем месте могут быть: монитор; системный блок персонального компьютера, электрооборудование. Переменное электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющие, поэтому контроль проводится раздельно по двум показателям: напряженность электрического поля (E), в В/м; индукция магнитного поля (B), в нТл.

Измерение и оценка этих параметров выполняются в двух частотных диапазонах: диапазон № I (от 5 Гц до 2 кГц); диапазон № II (от 2 кГц до 400 кГц).

Электростатическое поле характеризуется напряженностью электростатического поля (E), в кВ/м [39].

Таблица 25 – Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах [34]

| Параметр                                                          | Частота         | Санитарная норма |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|
| Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (B) | 50 Гц           | 5 мкТл           |
| Фоновый уровень напряжённости электрического поля (E)             | 50 Гц           | 500 В/м          |
| Напряжённость электрического поля (E)                             | 5Гц – 2кГц      | 25 В/м           |
|                                                                   | 2 кГц – 400 кГц | 2,5 В/м          |
| Напряжённость электростатического поля (E)                        | 0 Гц            | 15 кВ/м          |
| Индукция магнитного поля (B)                                      | 5Гц – 2кГц      | 250 нТл          |
|                                                                   | 2 кГц – 400 кГц | 25 нТл           |

При постоянной и не защищенной работе с ПК происходит воздействие на нервную систему, ухудшается зрение и падает иммунитет.

Для защиты организма от негативного воздействия электромагнитного излучения, необходимо сократить время пребывания в зоне излучения, так же при работе с ПК необходимы защитные экраны, которые помогают существенно снизить негативное воздействие.

#### *Повышенный уровень шума*

Шумовое воздействие в лаборатории происходит прежде всего от работы ЭВМ, приборов вентиляции, отопления и аналитических приборов, но не несут негативного воздействия на слуховой аппарат работника лаборатории [37].

### *Монотонность труда, вызывающая монотонию*

Истирание проб, работа на ртутном газоанализаторе, упаковка подготовленных проб в специальные конверты из фольги для отправки на инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), а также внесение результатов и обработка баз данных являются монотонным процессом.

Монотонность труда может привести к возникновению неприятных ощущений у работников, таких как снижение уровня бодрствования, снижение тонуса скелетной мускулатуры, снижении тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (снижение частоты пульса и артериального давления, увеличение аритмии пульса и др.). Основными последствиями монотонного труда являются: снижение работоспособности и производительности труда, производственный травматизм, повышенная заболеваемость и т.д.

Работа по атомно-абсорбционному исследованию образцов относится к классу вредных напряженных условий труда 1 степени.

Рекомендации предполагают введение частых (через 60-120 мин.), но коротких (5-10 мин.) регламентированных перерывов при факторе монотонии.

Полезным является введение физической активности (гимнастика) продолжительностью 7-10 минут в начале смены, а также физкультурных пауз один-два раза за рабочую смену.

### **Анализ потенциально опасных производственных факторов и мероприятий по их устранению**

#### *Механические травмы при пересечении местности*

В полевых условиях возможность получения механических травм многократно возрастает. При отборе проб донных отложений повреждения могут быть разной тяжести, требующие первой помощи, либо дальнейшей госпитализации. Это могут быть порезы, растяжение мышц, переломы костей. Для предотвращения таких повреждений необходимо соблюдать технику безопасности и индивидуальную безопасность жизнедеятельности.

### *Производственные факторы, связанные с электрическим током*

Источником поражения электрическим током могут быть перепады напряжения, высокое напряжение, вероятность замыкания человеком электрической цепи (компьютер, оборудование, анализирующее пробы, принтер, сканер, настольные лампы, розетки, неисправные провода и др.).

При работе с источниками электрического тока необходимо соблюдать правила электробезопасности, которые регламентированы в ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [13].

Основными организационными мероприятиями являются: инструктаж персонала; аттестация оборудования; соблюдение правил безопасности и требований при работе с электротехникой. Основное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются прикосновения к токоведущим частям установки, находящихся под напряжением или ошибочным действием выполнения работ или прикосновением к двум точкам земли, имеющим разные потенциалы и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются: защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, ограждения, блокировка, пониженные напряжения, сигнализация, знаки безопасности и плакаты); защита от поражения электрическим током на электроустановке (защитное заземление, защитное отключение, молниезащита).

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 [33] помещения с ЭВМ оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации, при этом не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ.

Для минимизации воздействия фактора предлагается использовать следующие средства коллективной защиты:

- изолирующие устройства и покрытия;
- устройства автоматического отключения;
- защитное заземление и зануление.

#### Пожаровзрывоопасность

Среди источников пожарной опасности можно выделить – неисправности в проводках, розетках, короткие замыкания, неработоспособное электрооборудование.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91 [14] при пожаре на человека оказывают воздействие следующие факторы: пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения; дым; пониженная концентрация кислорода. Вторичными проявлениями являются: осколки, части разрушившихся аппаратов, установок, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок; электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, агрегатов.

Для пожарной безопасности необходимо применение таких профилактических мероприятий, как: выявление и устранение неполадок в сети, своевременный ремонт либо замена электрооборудования, скрытие электропроводки для уменьшения вероятности короткого замыкания.

Первичным средством пожаротушения в лаборатории имеется является углекислотный огнетушитель ОУ–8 (1 шт.).

Средства индивидуальной защиты при пожаре: противогаз, огнезащитные накидки, пожарные костюмы, противогазоаэрозольные респираторы.

В помещении с ПЭВМ имеются электрические приборы, которые могут стать причиной возникновения пожара, а также деревянная мебель, пластиковые жалюзи, способные поддержать возникший пожар. Для

предотвращения возникновения подобных случаев и обеспечении правильных действий во время пожара существует «Инструкция о мерах пожарной безопасности для офисов». Данная инструкция содержит информацию об общих требованиях пожарной безопасности, требованиях безопасности перед началом работы, вовремя и после окончания работы; регламентирует действия рабочих и служащих в случае пожара; в ней описаны средства пожаротушения и порядок их применения.

### **6.3 Экологическая безопасность**

Полевые, лабораторные и камеральные работы не вызовут нарушений компонентов природной среды.

Проведение пробоподготовки проб почв (просушивание при комнатной температуре, просеивание) и воды, а также проведение атомно-абсорбционного анализа на обнаружения содержания ртути не влияют на состояние окружающей среды, тем самым являются экологически безопасными.

Специально утилизации не требуется, крупные частицы, неподходящие для анализа, утилизируются в мусорную урну.

### **6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 [15] ЧС – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Иногда, при определенных работах, в лабораториях возникает опасность пожара. Основные нормативные документы по вопросам пожарной и взрывной безопасности – ГОСТ 12.1.004–91 [14].

Основные источники возникновения пожара: неисправности в проводках, розетках, короткие замыкания, неработоспособное электрооборудование.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Меры по предупреждению и ликвидации ЧС: наличие пожарной сигнализации, нескольких эвакуационных выходов; проходы, коридоры и рабочие места не должны быть загромождены.

Согласно N 123 – ФЗ, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты: «План эвакуации людей при пожаре»; памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности; системы вентиляции для проветривания воздуха и отвода избыточной теплоты от газоанализатора; углекислотный и порошковый огнетушители (ОУ-3 2 шт., ОП-3 2 шт.); система автоматической противопожарной сигнализации.

Таблица 26 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

| Напряжение, кВ | Тип огнетушителя (марка) |
|----------------|--------------------------|
| До 1,0         | порошковый (серии ОП)    |
| До 10,0        | углекислотный (серии ОУ) |

В корпусе №20 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания происходит оповещение о пожаре.

В исследуемых помещениях не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

### **Выводы по разделу**

В ходе проведенной работы по разделу «Социальная ответственность» были проанализированы потенциально вредные и опасные факторы при проведении научно-исследовательской работы по теме «Элементный состав почв и донных отложений нижней части бассейна реки Ромашка (Томский район)».

В ходе анализа были рассмотрены меры безопасности в случае возникновения непредвиденных чрезвычайных ситуаций, изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, а также обозначена экологическая безопасность методики исследования.

Помещения, в которых производились лабораторные исследования и обработка данных, являются безопасными с точки зрения возникновения чрезвычайных ситуаций.

### **Заключение**

В выпускной квалификационной работе был изучен элементный состав почв, донных отложений и воды нижней части бассейна р. Ромашка Томского района Томской области. Данный вопрос был исследован на основе литературных данных, а также посредством отбора проб и пробоподготовки почв и воды. В рамках работы было оценено количественное содержание элементов в отобранных пробах почв, а также определены показатели качества проб воды. Были сделаны выводы о финансовых затратах на исследование, проанализированы потенциально возможные вредные и опасные факторы, которые возникают при выполнении работ.

Согласно результатам исследования, можно сделать несколько выводов:

- 1) содержания таких элементов как Ва и Sb превышают кларк в верхней части континентальной коры;
- 2) содержание элементов в почвах р. Ромашка отличается более низкими значениями в сравнении с почвами г. Томска. Исключение составляет Са, Cr, As и Sr;
- 3) содержание таких элементов, как Lu, Hf и Tb - близки к данным по кларкам в верхней части континентальной коры;
- 4) при определении показателей качества воды, были выявлены превышения ПДК таких компонентов как: жесткость, ион кальция, гидрокарбонат-ион и уранил-ион.

### Список литературы

1. Берчук В. Ю. Уровни накопления и характер распределения лантаноидов и трансураниевых элементов в вертикальном разрезе пойменных почв протоки Черныльщикова р. Томи / В. Ю. Берчук, Л. П. Рихванов, Ф. Готье-Ляфай — Текст: электронный // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. — 2012. — Т. 320 — № 1 : Науки о Земле. — С. 170–178.
2. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры / Геохимия. — 1962. — № 7. — С. 555—572.
3. Григорьев Н. А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры / Н.А. Григорьев. — Екатеринбург : УрО РАН, 2009. — 383 с. — Текст : непосредственный.
4. Водные ресурсы города Томска [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.tradm.ru/o-rayone/prirodnye-resursy/vodnye-resursy/> (Дата обращения: 02.04.2023)
5. География города Томска [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 02.04.2023)
6. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 02.04.2023). — Текст : электронный.
7. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 02.04.2023). — Текст : электронный.
8. ГОСТ 23268.5-78. «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения ионов кальция и магния». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.
9. ГОСТ 18826-73. «Вода питьевая. Методы определения содержания нитритов». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.
10. ГОСТ 28817-90. «Государственный стандарт союза ССР. Сплавы твердые спеченные. Рентгенофлуоресцентный метод определения металлов». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.
11. ГОСТ 4245-72. «Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.
12. ГОСТ Р 51212-98. «Методы определения содержания общей ртути атомно-абсорбционной спектрометрией». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.

- 13.ГОСТ 12.2.032-78. «Рабочее место при выполнении работ сидя». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 14.ГОСТ 12.1.038-82. «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 15.ГОСТ 12.1.004–91. «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 16.ГОСТ Р 22.0.02-94. «Безопасность в чрезвычайных ситуациях». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 17.Евсеева Н.С. География Томской области. Природные условия и ресурсы: учебное пособие / Н.С. Евсеева. — Томск : Томский государственный университет, 2001. — 223 с. — Текст : непосредственный.
- 18.Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв : автореферат дис... кандидата геол.-мин. наук / Л.В. Жорняк. – Томск, 2009. — 22 с. — Текст : непосредственный.
- 19.Иванов А.Ю. Закономерности распределения химических элементов в вертикальном профиле донных отложений слабопроточных водоемов томского района / А.Ю. Иванов. — Текст: непосредственный // Известия Томского политехнического университета. — 2016. — Т. 327. — № 2. — С. 88–99.
- 20.Климат города Северск [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.climate-data.org/> (дата обращения: 02.04.2023)
- 21.Леонова Г.А. Биогеохимическая индикация природных и техногенных концентраций химических элементов в компонентах водных экосистем (на примере водоемов Сибири) / Г.А. Леонова. — Текст: электронный // Исследовано в России. — 2004. — С. 2196–2210.
- 22.МР 2.2.7.2129-06. «Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 23.Общие сведения о муниципальном образовании ЗАТО Северск [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://xn--90aifd0az.xn----7sbhlbh0a1awgee.xn--p1ai/obschie-svedenija-o-munitsipalnom-obrazovanii-zato-seversk> (дата обращения: 02.04.2023)
- 24.ПНДФ 16.1.2.23-2000. МВИ массовой доли общей ртути в пробах почв, грунтов и донных отложений на анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО-915, 2005. — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 02.04.2023). — Текст : электронный.

- 25.ПНДФ 14.1.2.4.121-97. «Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.
- 26.Радиационная обстановка в Томской области [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ecoportal.su/public/geo/view/561.html> (дата обращения: 02.04.2023)
- 27.Радиоэкологическая обстановка в регионах расположения предприятий Росатома. // Под общей редакцией И.И. Линге и И.И. Крышева. — М.: «САМ полиграфист», 2015. — 296 с.
- 28.Радиоэкологическое обследование наземных и водных экосистем в районе размещения АО «СХК» / Е.И. Карпенко, В.К. Кузнецов, Н.Н. Исамов [и др.]. — Текст: электронный // Радиация и риски. — 2019. — Т. 28. — № 3. — С. 63–72.
- 29.РД 52.24.495-2005. «Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.
- 30.РД 52.24.360-2008. «Массовая концентрация фторидов в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.
- 31.РД 52.24.493-2020. «Массовая концентрация гидрокарбонатов и щёлочность природных вод. Методика измерений титриметрическим методом». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.
- 32.РД 52.24.47-87. «Методические указания по потенциометрическому определению ионов кальция в поверхностных водах». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 10.05.2023). — Текст : электронный.
- 33.СанПиН 2.2.2.542-96. «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 34.СанПин 2.2.4.1191-03. «Электромагнитные поля в производственных условиях». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 35.СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.

- 36.СП 2.2.3670-20. «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 37.СП 271.1325800.2016. «Системы шумоглушения воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 38.СП 52.13330.2011. «Свод правил. Естественное и искусственное освещение». — Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс». — (дата обращения: 21.05.2023). — Текст : электронный.
- 39.Сурков В.С. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты / В.С. Сурков, О.Г. Жеро. — Текст: непосредственный // М. Недра. — 1981. — 143 с.
- 40.Томская область [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://bigenc.ru/geography/text/4196582> (дата обращения: 02.04.2023)
- 41.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001. N 197-ФЗ (с изменениями и дополнениями)
- 42.Черняев Е.В. Геолого-геофизическая модель Северной площади / Е.В. Черняев, В.Л. Кошкарев, О.В. Колмакова. — Текст: непосредственный // Известия Томского политехнического университета. — 2002. — Т. 305. — № 6. — С. 414–433.
- 43.Экспериментальные и численные исследования длительного загрязнения снегового покрова ураном и торием в окрестностях теплоэлектростанции (на примере Томской ГРЭС-2) / А. В. Таловская, В. Ф. Рапута, Е. А. Филимоненко [и др.]. — Текст : непосредственный // Оптика атмосферы и океана. — 2013. — № 8. — С. 642–646.
- 44.Языков Е.Г. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов. / Е.Г. Языков, А.Ю. Шатилов. — Томск : Изд-во, 2003. — 303 с. — Текст: непосредственный.