

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Институт «Архитектурно-строительный»  
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ВКР МАГИСТРА  
ПРОВЕРЕНА

Рецензент

А.В. Горбатов (И.О.Ф)  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

Разработка гидрохимической модели реки Сак-Элга для системы охраны  
Аргазинского водохранилища от загрязнения с территории Карабашского  
промышленного узла.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА  
ЮУрГУ–08.04.01.2017.305-04.165 ПЗ ВКР

Руководитель ВКР  
магистра  
С.Е. Денисов  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор ВКР  
магистр группы АС-260  
В.А. Карабашев  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролер  
Е.В. Николаенко  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

Челябинск, 2017

# Содержание

Введение.....	3
1 Общий анализ экологического воздействия Карабашского медеплавильного комбината на окружающую среду.....	5
1.1 Атмосферный воздух .....	6
1.2 Почва и растительность.....	6
1.3 Поверхностные воды в городе.....	8
1.4 Подземные воды.....	8
1.5 Состояние здоровья населения. ....	8
2 Характеристика водных объектов Бассейна реки Сак-Элга... ..	9
2.1 Гидрологическая характеристика водных объектов.....	9
2.1.1 Гидроморфологические характеристики.....	11
2.1.2 Режим стока воды.....	12
2.2 Гидрохимическая характеристика водных объектов бассейна реки Сак-Элга и Аргазинского водохранилища.....	22
3 Разработка гидрохимической модели. Основы разработки Гидрохимической модели.....	35
3.1 Теоретические основы разработки ГХМ.....	36
3.2 Источники загрязнения бассейна реки Сак-Элга.....	39
3.3 Районирование.....	46
4 Провести эколого-экономическую оценку эффективности реабилитационных мероприятий.....	48
5 Обоснование комплекса мероприятий системы охраны Аргазинского водохранилища от загрязнений.....	52
5.1 Оценка воздействия обводного канала на водные ресурсы.....	52
5.2 Оценка воздействия очистных сооружений на водные ресурсы.....	52
5.3 Оценка воздействия гидротанической площадки и ограждающей дамбы на водные ресурсы.....	53
6 Заключение .....	55
7 Библиографический список.....	58

## Введение

Технологическая мощь человека в сочетании с неумением решать экологические и социальные проблемы обернулась жестким глобальным экологическим кризисом, реальность которого подтверждается множеством наблюдаемых изменений окружающей среды. Дальнейшее развитие кризиса, если оно не будет остановлено скоординированными действиями всех стран мира, может иметь только один результат – глобальную экологическую катастрофу.

Зависимость общества от экологических результатов своей деятельности приобретает глобальный и всё более острый характер. Любые современные технологии, призванные так или иначе использовать природные ресурсы, направлены на перестройку окружающей среды. В результате применения технологий происходит деформация окружающей среды, возникают её локальные, региональные и глобальные изменения.

В процессе горного производства образуются и быстро увеличиваются пространства, нарушенные горными выработками, отвалами пород и отходов переработки и представляющие собой бесплодные поверхности, отрицательное влияние которых распространяется на окружающие территории.

Так, косвенное воздействие на земли, связанное с изменением состояния и режима грунтовых вод, осаждением пыли и химических соединений из выбросов в атмосферу, а также продуктов ветровой и водной эрозии, приводит к ухудшению качества земель, водных ресурсов в зоне влияния горного производства. Это проявляется в угнетении и уничтожении естественной растительности, миграции и сокращении численности диких животных, снижении продуктивности сельского и лесного хозяйства, животноводства и рыбного хозяйства, а так и на человека в целом.

Горнодобывающие предприятия, разрабатывающие месторождения полезных ископаемых открытым способом входят в число наиболее интенсивных источников загрязнения атмосферы промышленными газами и пылью, а через неё и прилегающих территорий, тем самым, определяя экологическое состояние окружающей среды в районах своей деятельности. Включают в себя различные циклы: добыча, транспортировка, обогащение и металлургия, имеющие свои особенности.

Для обеспечения большей эффективности контроля экологической ситуации в горнодобывающих районах и управления процессом снижения выбросов необходимы методы, позволяющие прогнозировать количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от комплекса работ, связанных с добычей и переработкой полезных ископаемых в условиях горно-обогатительных комбинатов. В условиях ухудшающейся экологической обстановки в горнодобывающих регионах разработка таких методов приобретает все большее значение и актуальность.

**Актуальность работы:** много предложено методов очистки вод загрязнённых промышленной деятельностью Карабашского промышленного узла а именно сорбция, нейтрализация стоков, создания гидрботанической площадки,

переброска стока воды и т.д. однако эти решения и технологические элементы не учитывают гидрологические и гидрохимические характеристики водных объектов подверженных загрязнению отходов разработки обогащения и переработки медных руд. В то же время для расчёта параметров воднореабилитационных мероприятий их производительности и выбора методов очистки. Эти данные крайне не обходимы. Однако до настоящего времени, не существует гидрохимической модели водотоков Карабашского промышленного узла с установлением вклада источников загрязнения и наиболее загрязнённых районов река Сак-Элга и её притоков. Поэтому разработка гидрохимической модели в условиях чрезвычайного загрязнения водотоков с учётом современной ситуации представляется актуальной задачей.

**Целью работы является:** создание гидрохимической модели для обоснования системы охраны Аргазинского водохранилища от загрязнений с территории Карабашского промышленного узла.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Изучение гидрографической сети Карабашского промышленного узла;
- 2) Изучения источников загрязнения и динамического загрязнения водотоков и водоёмов гидрологической сети Карабашского промышленного узла;
- 3) Раянирование гидросети бассейна реки Сак-Элга по уровню и характеру загрязнения воды.
- 4) Создание информационной базы для электронной карты гидрохимической модели бассейна река Сак-Элга
- 5) Разработка ГИС "Гидрохимической модель бассейна реки Сак-Элга и её сочленение с Аргазинским водохранилищем".
- 6) Проведение эколого-экономической оценки эффективности реабилитационных мероприятий.

**Новизна Работы:** впервые разработана гидрохимическая модель реки Сак-Элга с учётом загрязнителей.

**Практическая значимость работы:**

- 1) полученные результаты позволяют обеспечить:
  - выбора методов очистки воды от тяжёлых металлов
  - расчёт параметров водно-реабилитационных мероприятий, их производительности
- 2) Получена электронная карта бассейна реки Сак-Элга со следующими слоями: Топография, состав воды, районирование.

## **1 Общий анализ экологического воздействия Карабашского медеплавильного комбината на окружающую среду**

Карабаш – город областного подчинения с населением 11,3 тысяч человек находится в Челябинской области. Поселение на этом месте (пос. Саймоновский) возникло в начале XIX в. как центр добычи россыпного золота. Вскоре, в связи с открытием медноколчеданных руд, было основано медеплавильное производство. С тех пор, до 1989 г., оно непрерывно расширялось. В отдельные периоды Карабаш поставлял до половины всей российской меди. В начале XX в. здесь были освоены технологии комплексной переработки полиметаллических руд с извлечением из них цинка, свинца и драгметаллов. Это привело к значительному увеличению объемов переработки руд, в том числе и привозных. Непрерывно действующее и постоянно расширяющееся на протяжении без малого двух веков горнометаллургическое производство, изначально не ориентированное на сохранение, защиту и восстановление природы, в конце XX столетия привело к экологическому бедствию. И если меры, уже запоздавшие, не будут приняты сейчас, следующему поколению придется иметь дело с экологической, гуманитарной и генетической катастрофой, чреватой вырождением и физической гибелью данного социума российских граждан.

Город Карабаш расположен в восточных предгорьях Уральского хребта. Местность представляет собой увалисто-холмистую равнину с амплитудой рельефа от 310 м (Богородский пруд) до 612 м (г. Золотая). Вершины увалов, окаймляющих город с запада, имеют отметки 410 – 470 м.

Город расположен в междуречье Аткус, Сак-Элга и Б. Киалим (левее притоки р. Миасс, бассейн Тобола). В геологическом отношении, это Тагильско-Магнитогорский прогиб, в основе которого метаморфизованные вулканогенные и осадочные породы среднего палеозоя (кварциты; кварцито-песчаники; амфиболиты; кремнистые; глинисто-кремнистые сланцы; известняки; порфириды и др.). Имеются рудопроявления и месторождения полиметаллических руд, небольшие месторождения каменных углей. Распространены три горизонта подземных вод. Верхний горизонт связан с аллювиальными отложениями долин, два нижних – с трещиноватыми массивами коренных пород. Естественные региональные водоупоры отсутствуют, и между горизонтами подземных вод существует гидравлическая связь. Исходный ландшафт горно-таежный. Почвы подзолистые горно-таежные. Основной исходный тип растительности – еловые и елово-пихтовые леса с примесью сосны, рябины, можжевельника. Развивались вторичные леса – ель, пихта, сосна, лиственница, береза, осина. Климат континентальный. Средняя температура января – 16 – 18 градусов, июля – от 17 до 23 градусов; годовое количество осадков около 400 мм, в том числе в морозный период (XI – XII) – 90 мм, безморозный (IV – X) – 300 мм. Отмечается зимняя температурная инверсия – в долинах холоднее, чем на водоразделах. Глубина сезонного промерзания грунтов до 2 м (максимальное в марте). Преобладающие направления ветра – широтные. Поскольку город расположен в относительном понижении между субмеридиональными увалами (Саймоновская долина), здесь

часто создается застойный или застойно-вихревой режим. Градообразующим предприятием до 1998 г. являлось ОАО «Карабашский медеплавильный комбинат». На нем занято (1995г.) 1 084 человека. По состоянию на 1995 г. здесь производилось до 2,31 тыс. тонн медных сплавов, до 1,77 тыс. тонн медного штейна, а также гранулированный шлак около 15 млн. тонн. В настоящее время основным источником загрязнения окружающей среды является ЗАО «Карабашмедь». Кроме того, в городе работает швейная фабрика, ОАО «Октябрь», лесозаготовительное предприятие, СУ-6, Карабашское ДРСУ.

В 1998 г. на базе Карабашского медеплавильного комбината приступило к выпуску черновой меди ЗАО «Карабашмедь». Абсолютно доминирующим источником загрязнения окружающей природной среды являлся Карабашский медеплавильный комбинат. Его воздействие распространялось на все природные среды; его выбросы, сбросы, твердые отходы сформировали ту техноприродную среду, которая заместила собой исходные экосистемы.

### 1.1 Атмосферный воздух

В период пика производства на КМК (до 1989 г.) в атмосферу выбрасывалось ежегодно в виде дыма, пыли, газов свыше 160 – 180 тыс. тонн вредных веществ. Из них порядка 90 % приходилось на диоксид серы. Кроме того, в составе выбросов присутствовали свинец (до 1,25 тонн), медь (1,4), цинк(2,5), мышьяк (1,0), а также оксид углерода, диоксид азота и др. Всего, по существующим оценкам, за все время существования комбината им было выброшено в воздух до 12 млн тонн вредных веществ. В силу описанных выше особенностей ветрового режима, абсолютное большинство их седиментировало в ближайших окрестностях. Поэтому, несмотря на значительные снижения объемов выбросов КМК после 1989 г., связанных с остановкой ряда наиболее «грязных» производств и общим сокращением объемов выпуска продукции, степень загрязнения воздуха в селитебной зоне по таким ингредиентам, как диоксид серы, свинец, неорганическая пыль, соответствуют по «Критериям ...» состоянию «экологическое бедствие». В ситуации применима и ст. 57 «Порядок установления зон экологического бедствия, зон чрезвычайных ситуаций» ФЗ «Об охране окружающей среды».

### 1.2 Почва и растительность

Факторами негативного воздействия на почвы и растительность г. Карабаша и его ближайших окрестностей являются:

- скопления твердых отходов деятельности КМК за всю его историю;
- сидементация выбросов КМК, а также сведение лесов на склонах окружающих город увалов. В скоплениях твердых отходов (шлакоотвалах, шламохранилищах и т.д.), занимающих значительную часть городской территории, сосредоточено до 27,7 млн. тонн дисперсного минерального вещества, главным образом, шлаков медеплавильного производства. Кроме того,

в долине р. Сак-Элга сосредоточено скопление пиритсодержащих хвостов горно-обогатительного производства общей площадью около 2,5 км<sup>2</sup>. По оценкам, эта техногенная колчеданная залежь содержит такие химические элементы, как *цинк, селен, мышьяк, теллур, барий, сурьма, кадмий, кобальт, галлий, индий, скандий, таллий, германий, осмий, ртуть*.

Помимо прямого уничтожения растительности на всей площади размещения твердых отходов, все названные техногенные минеральные скопления соскладированы без какой-либо предварительной подготовки поверхности, которая могла бы обеспечить защиту подстилающих грунтов и грунтовых вод от загрязнений этими токсигенными минеральными скоплениями. Таким образом, площади, непосредственно занятые твердыми отходами, были превращены в токсичные техногенные пустыри, являющиеся вторичными источниками загрязнений как путем инфильтрации в подстилающие массивы, так и путем пыления. Эти непрерывно действующие факторы в совокупности привели к гибели и прекращению естественного возобновления всех видов растительности как в самой территории города, так и в его ближайших окрестностях – на обращенных к нему склонах окружающих возвышенностей. Почвы, по мере лишения дерновой защиты, подверглись все более интенсивной эрозии. В результате местами, например на западном склоне г. Золотой, почвы просто отсутствуют. Сохранившиеся в городе почвы по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами (10 элементов 1-3 классов опасности: Аз, Рь, 2п, Н§, Сс1, N1, Сг, Со, Мп) соответствуют по «Критериям» состоянию «экологическое бедствие». В зону экологического бедствия (ЭБ) по этому показателю попадают прилегающие к КМК жилые массивы. Такие же показатели свойственны и привозным почвам, на которых жители города выращивают огородную продукцию для собственного потребления. Соответственно, суммарный показатель загрязнения этой продукции тяжелыми металлами достигает 100 – 120, что также соответствует уровню ЭБ. В целом территория города с ближайшими окрестностями сегодня представляет собой токсичную антропогенную пустыню площадью до 2 500 га. Она окаймлена зоной угнетенных мертвопокровных березняков, переходящих далее наружу в зону деградированных лесов. Здесь явно наблюдается нарушение ФЗ «Об охране окружающей среды», ст.4. «Объекты охраны окружающей среды», п. 1 «В». «Атмосферный воздух», а также Уголовный кодекс РФ, ст. 251 «Загрязнение атмосферы» и ФЗ «О санитарно эпидемиологическом благополучии населения», ст. 20 п. 1 «Атмосферный воздух в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций, а также воздух в рабочих зонах производственных помещений, жилых и других помещениях (места постоянного или временного пребывания человека) не должен оказывать вредное воздействие на человека».

### 1.3 Поверхностные воды в городе

В первую очередь рек Сак-Элга и Актус, являются приемниками всех загрязнений, связанных:

- с седиментацией и последующей инфильтрацией выбросов в атмосферу;
- инфильтрацией непосредственно из техногенных залежей (шлакоотвалов, пиритных хвостов и т.п.);
- самоизливом и откачками из действующих брошенных горных выработок;
- бытовыми стоками.

В результате в многолетнем разрезе уровни загрязнения поверхностных вод в городе Карабаше достигают: по меди – 802 ПДК, по цинку – 134 ПДК, по железу – 62 ПДК. Это заставляет характеризовать состояние поверхностных вод в г. Карабаше, как отвечающее признакам ЭБ и непригодных ни для каких видов использования.

### 1.4 Подземные воды

Первого и второго от поверхности водоносных горизонтов прежде использовались для индивидуального и централизованного водоснабжения. Однако к настоящему времени это стало невозможно из-за снижения их качества по уровню общей минерализации, содержанию сульфатов, железа, цинка, меди. По всем этим показателям уровень ПДК превышает с 3 – 4 до 100 – 115 раз. Таким образом, подземные воды в городе также полностью непригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения и весьма ограниченно пригодны для технического. Основными источниками загрязнения подземных вод, прежде всего второго от поверхности горизонта, являются водоотливы из шахт. В результате водоснабжение города приходится организовывать из достаточно удаленных поверхностных водоисточников, расположенных пока вне пределов Карабашской зоны опустынивания. Это оз. Серебры и Киалимское водохранилище, где химические и бактериологические показатели пока серьезно не превышают действующих гигиенических нормативов.

### 1.5 Состояние здоровья населения

Оценка состояния здоровья населения г. Карабаша осуществлялась в соответствии с действующими методиками, т. е. относительно специально выбранных контрольных районов. Этот анализ показал, что значимые негативные отклонения показателей здоровья г. Карабаша касаются, прежде всего, детского населения. Так, до 69% детей здесь относятся к наихудшим группам здоровья – 3 и 4. При этом доля детей 3-й группы здоровья в 1,7, а 4-й – в 5 раз больше, чем на контрольной территории; дисгармоническое развитие встречается, соответственно, в 5,8 раз чаще; интенсивные показатели по группам заболеваний среди детей (органы пищеварения, дыхания, врожденные пороки развития и т.д.) – от 2 до 8 раз. Доля детей с повышенным содержанием тяжелых металлов



(свинец, кадмий, мышьяк) в крови превышает этот показатель на контрольной территории в 30 раз.

Наблюдается нарушение ФЗ «Об охране окружающей среды», ст. 3 «Основные принципы охраны окружающей среды», п. «Б» «Обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека», а также Конституции РФ, ст. 42 «Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду...».

Такая констатация является необходимым, но совершенно недостаточным шагом на пути к решению главной сегодняшней проблемы города – проблемы выживания, как выживания города в качестве социальной общности – социума, так и физического выживания населения. Очевидным следующим шагом на этом пути является, по моему мнению, официальное признание за городом статуса ЗЭБ, как это предусмотрено ст. 57 Закона «Об охране окружающей природной среды». Отсутствие такого нормативно утвержденного статуса практически блокирует для областных властей и органов местного самоуправления пути реального и эффективного оздоровления населения и окружающей среды. В то же время, проживающие здесь люди, в абсолютном большинстве, лишены возможности самостоятельно изменить свою жизнь, т.е. сменить место проживания, работы, специальность и т.д. Таким образом, они являются заложниками сложившейся экологической и социально-экономической ситуации.

## 2 Характеристика водных объектов бассейна реки Сак-Элга

Река Сак-Элга берет начало в отрогах горы Юрмы в 7 км западнее г.Карабаша. Город Карабаш река огибает по его южной окраине, и на этом участке в нее впадают р.Серебрянка и Рыжий ручей.

Сток реки частично зарегулирован Богородским прудом и Карабашским прудом на притоке р. Сак-Элга - р. Серебрянке.

В реку Сак-Элга осуществляется сброс сточных вод промышленных предприятий и хозбытовых г.Карабаша. Река испытывает значительную антропогенную нагрузку, приведшую к гибели реки в ее нижнем течении от места впадения в нее Рыжего ручья.

### 2.1 Гидрологическая характеристика водных объектов

Речная сеть района принадлежит бассейну Карского моря (р. Тобол). Густота речной сети в пределах горного Урала уменьшается с запада на восток и зависит от условий увлажнения территории, а так же от водопроницаемости пород, которыми сложен водосбор. Реки восточного склона текут в основном в широтном направлении, и имеют широкие долины с низкими, часто заболоченными берегами. В типе руслового процесса преобладает ограниченное меандрирование. Все реки относятся к типу рек с четко выраженным весенним половодьем, летне-осенней меженью, прерываемой дождевыми паводками и устойчивой длительной зимней меженью. В питании рек преимущественное значение имеют снеговые воды, их доля в суммарном стоке составляет 65-70 %. Соотношение между поверхностной и подземной составляющей находится весной в отношении 90 % к 10 %, в период летне-осенней межени 50 % на 50 %, а зимой 100 % приходится на подземную составляющую. Весеннее половодье обычно начинается во второй декаде апреля и продолжается 25-30 суток. При этом подъем уровней на малых водотоках не превышает, как правило 1.0 м. при интенсивности 10-15 см в сутки. В период летне-осенней межени в среднем наблюдается от 1 до 3 дождевых паводков. В дождливые годы их количество может достигать до 4 - 6. Частое явление для рассматриваемой территории – ливни. В большинстве случаев слой осадков за ливень не превышает 10 мм, ливней со слоем осадков более 10 мм за сезон наблюдается от 4 до 7. Ливни со слоем осадков менее 10 мм бывают, как правило, кратковременными, а со слоем более 10 мм продолжаются обычно в течение 3 – 9 часов. Интенсивность дождя может достигать 5 – 7 мм/мин и более, но повторяемость таких ливней не превышает 3%. В 40 – 60% случаев интенсивность дождей около 0,4 мм/мин.

Распределение речного стока внутри года является относительно равномерным, хотя условия его формирования здесь не очень благоприятны, коэффициент стока не превышает 0,30.

Река Сак-Элга, левобережный приток р. Миасс, берет начало из ключей в восточных отрогах хребта Юрма, в 7км западнее Карабашского завода. Общая длина реки 19 км, площадь водосбора 135 км<sup>2</sup>. Бассейн р. Сак-Элга лежит в

горной местности с сильно расчлененным рельефом. На протяжении первых 4 - 5 км река протекает в узкой долине. На этом участке русло галечное, шириной от 2 до 3 метров при глубине 0,2 - 0,3 м. Ниже речная долина сильно расширяется, и река течет, меандрируя, по заболоченной луговой террасе, возвышающейся над меженным горизонтом воды на 1,0 - 1,2 м. На 13 км от истока река перегорожена плотиной Богородского пруда. На своем пути р. Сак-Элга принимает в себя большое количество мелких и средних ручьев. Самым крупным притоком является р. Серебрянка, впадающая в р. Сак-Элга с левого берега в Богородский пруд. На р. Серебрянка в среднем ее течении расположен Карабашский пруд.

### 2.1.1 Гидроморфологические характеристики

Таблица 1 - Гидроморфологические характеристики водотоков в расчетных створах

Створ/ Характеристика	F км <sup>2</sup>	f <sub>л</sub> % от F	f <sub>о</sub> % от F	f <sub>б</sub> % от F	H <sub>вд</sub> м	L <sub>вд</sub> км	i <sub>вд</sub> ‰	L <sub>р</sub> км	i <sub>р</sub> ‰
1. р. Сак-Элга - вход в Богородский пруд	67,9	64	3	4	429	12	57,2	11	5,45
2. р. Серебрянка - вход в Богородский пруд	37,8	59	3	3	450	12	23,3	12,1	8,61
3. р. Сак-Элга - выход из Богородского пруда	109	61	3	2	430	14	48,9	13	5,38
4. р. Сак-Элга - замыкающий створ ниже очистных	128	59	3	2	425	16	43,8	16	5,00
5. р. Сак-Элга – устье	135	59	3	3	423	19	42,3	19	4,44
6. р. Сак-Элга- л/б водосбор от Рыжего ручья до устья	6,90	63	0	2	438	3,4	40,6	1,7	37,5
7. Лог л/б после Рыжего ручья	1,56	61	0	0	440	1,7	106	1,5	42,1
8. р. Сак-Элга п/б водосбор от Богородского пруда до устья	14,0	62	0	3	425	5,7	22,8	1,2	14,3
9. Рыжий ручей устье	9,55	3	0	2	410	5	39,8	5	4,64
10. р. Аткус устье	117	70	3	2	350	15	15,3	10	15,1
11. р. Ольховка устье	20,2	67	2	2	350	7,5	23,3	6,5	16,9

Стоковые характеристики дополнительно определены и для частных площадей водосбора в расчетных створах и представлены в табл. 2

Номера створов приведены в следующем порядке:

1. р. Сак-Элга - вход в Богородский пруд
2. р. Серебрянка – вход в Богородский пруд
3. р. Сак-Элга - выход из Богородского пруда
4. р. Сак-Элга – замыкающий створ ниже очистных сооружений
5. р. Сак-Элга – устье

6. Левая водосборная площадь р. Сак-Элги от Рыжего ручья до устья
7. Первый после Рыжего ручья лог водосборной площади
8. Правая водосборная площадь р. Сак-Элги от Богородского пруда до устья
9. Рыжий ручей, устье

## 2.1.2 Режим стока воды

### Годовой сток

Норма стока в расчетных створах определена при отсутствии наблюдений, на основании характеристик среднего годового стока, полученных по аналогам. В качестве аналогов рассмотрены гидрологические посты Росгидрометцентра:

- р. Реж – Ключи ( $F = 4400 \text{ км}^2$ ) с периодом наблюдений 1933 – 2000 г.г.;
- р. Нижний Ирмель – Мулдашево ( $F=117 \text{ км}^2$ ) с периодом наблюдений 1957 – 1984 года.

В питании рек преимущественное значение имеют снеговые воды, их доля в суммарном стоке составляет 65-70 %. Соотношение между поверхностной и подземной составляющей находится весной в отношении 90 % к 10 % , в период летне-осенней межени 50 % на 50 %, а зимой 100 % приходится на подземную составляющую. Весеннее половодье обычно начинается во второй декаде апреля и продолжается 25-30 суток. При этом подъем уровней на малых водотоках не превышает, как правило 1.0 м. при интенсивности 10-15 см в сутки. В период летне-осенней межени в среднем наблюдается от 1 до 3 дождевых паводков. В дождливые годы их количество может достигать до 4 - 6. Частое явление для рассматриваемой территории – ливни. В большинстве случаев слой осадков за ливень не превышает 10 мм, ливней со слоем осадков более 10 мм за сезон наблюдается от 4 до 7. Ливни со слоем осадков менее 10 мм бывают, как правило, кратковременными, а со слоем более 10 мм продолжаются обычно в течение 3 – 9 часов. Интенсивность дождя может достигать 5 – 7 мм/мин и более, но повторяемость таких ливней не превышает 3%. В 40 – 60% случаев интенсивность дождей около 0,4 мм/мин. Распределение речного стока внутри года является относительно равномерным, хотя условия его формирования здесь не очень благоприятны, коэффициент стока не превышает 0,30. Густота речной сети в пределах горного Урала уменьшается с запада на восток и зависит от условий увлажнения территории, а так же от водопроницаемости пород, которыми сложен водосбор. Реки восточного склона текут в основном в широтном направлении, и имеют широкие долины с низкими, часто заболоченными берегами. Реки восточного склона текут в основном в широтном направлении, и имеют широкие долины с низкими, часто заболоченными берегами. В типе руслового процесса преобладает ограниченное меандрирование. Все реки относятся к типу рек с четко выраженным весенним половодьем, летне-осенней меженью, прерываемой дождевыми паводками и устойчивой длительной зимней меженью

Таблица 2 - Характеристики годового стока в расчетных створах, среднемноголетние и различной обеспеченности

Створ	Среднемноголетние		Характеристика	Обеспеченность, P%								
	Q <sub>o</sub> , м <sup>3</sup> /с	W <sub>o</sub> , млн. м <sup>3</sup>		1	3	5	10	25	50	75	80	95
1	0,301	9,493	Q <sub>p%</sub>	0,755	0,641	0,580	0,502	0,385	0,276	0,191	0,173	0,103
			W <sub>p</sub>	23,828	20,220	18,417	15,854	12,151	8,715	6,019	5,449	3,247
2	0,167	5,285	Q <sub>p%</sub>	0,420	0,357	0,320	0,280	0,214	0,154	0,106	0,096	0,057
			W <sub>p</sub>	13,265	11,257	10,253	8,826	6,765	4,851	3,351	3,034	1,807
3	0,483	15,238	Q <sub>p%</sub>	1,21	1,03	0,941	0,806	0,618	0,443	0,306	0,277	0,165
			W <sub>p</sub>	38,251	32,460	29,564	25,450	19,506	13,990	9,662	8,747	5,212
4	0,567	17,896	Q <sub>p%</sub>	1,42	1,21	1,10	0,947	0,726	0,521	0,360	0,325	0,194
			W <sub>p</sub>	44,918	38,118	34,718	29,886	22,907	16,428	11,346	10,272	6,120
5	0,598	18,874	Q <sub>p%</sub>	1,50	1,27	1,16	0,999	0,766	0,549	0,379	0,343	0,205
			W <sub>p</sub>	47,375	40,203	36,616	31,520	24,159	17,327	11,966	10,834	6,455
6	0,031	0,965	Q <sub>p%</sub>	0,077	0,065	0,059	0,051	0,039	0,028	0,019	0,018	0,010
			W <sub>p</sub>	2,421	2,055	1,872	1,611	1,235	0,886	0,612	0,554	0,330
7	0,007	0,218	Q <sub>p%</sub>	0,017	0,015	0,013	0,012	0,009	0,006	0,004	0,004	0,002
			W <sub>p</sub>	0,547	0,465	0,423	0,364	0,279	0,202	0,138	0,125	0,075
8	0,062	1,957	Q <sub>p%</sub>	0,156	0,132	0,120	0,104	0,079	0,057	0,039	0,036	0,021
			W <sub>p</sub>	4,913	4,169	3,797	3,269	2,505	1,797	1,241	1,124	0,669
9	0,042	1,335	Q <sub>p%</sub>	0,106	0,090	0,082	0,071	0,054	0,039	0,027	0,024	0,014
			W <sub>p</sub>	3,351	2,844	2,590	2,230	1,709	1,226	0,847	0,766	0,457

## Внутригодовое распределение стока

Внутригодовое распределение стока рассчитано по аналогу р. Нижний Иремель – Мулдашево. Расчет выполнен по группировкам многоводных, средних по водности и маловодных лет (см. таб. 3).

Таблица 3 - Внутригодовое распределение стока в расчетных створах для лет различной обеспеченности

№ створа.	P%	Характеристика	Месяцы											Год	
			IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		III
12	50	Q	175	125	47	38	31	41	43	36	23	20	12	8	-
		W	461	330	123	99	82	109	112	95	62	52	32	22	1579
	75	Q	119	85	32	26	21	28	29	24	16	13	8	6	-
		W	318	228	85	69	57	75	77	65	43	36	22	15	1090
	95	Q	71	49	30	16	12	10	10	8	3	2	2	4	-
		W	195	134	81	45	36	27	26	21	7	4	4	11	591
13	50	Q	473	339	126	102	84	112	115	97	63	53	32	23	-
		W	1248	893	333	269	222	295	303	256	167	141	85	60	4273
	75	Q	326	233	87	70	58	77	79	67	44	37	22	16	-
		W	862	617	230	186	153	204	210	177	115	97	59	41	2951
	95	Q	199	137	83	46	34	28	26	22	7	4	4	11	-
		W	527	363	220	121	91	73	70	57	19	11	11	29	1592
5	50	Q	1924	1377	514	415	343	455	468	395	257	217	132	92	-
		W	5060	3621	1352	1092	901	1196	1230	1040	676	572	347	243	17327
	75	Q	1328	951	355	287	236	314	323	273	177	150	91	64	-
		W	3494	2501	933	754	622	826	850	718	467	395	239	168	11966
	95	Q	814	561	339	187	140	113	108	89	30	17	17	44	-
		W	2137	1472	891	491	368	297	284	232	77	45	45	116	6455
9	50	Q	137	98	37	29	24	32	33	28	18	15	9	6	-
		W	370	265	99	80	66	87	90	76	49	42	25	18	1266
	75	Q	95	68	25	20	17	22	23	19	13	11	6	5	-
		W	247	177	66	53	44	58	60	51	33	28	17	12	847
	95	Q	56	38	23	13	10	8	7	6	2	1	1	3	-
		W	151	104	63	35	26	21	20	16	5	3	3	8	457

Нумерация створов соответствует нумерации створов при расчете годового стока. Расходы приведены в л/с, объемы в тыс. м<sup>3</sup>.

Таблица 4 - Максимальный сток воды весеннего половодья в расчетных створах различной обеспеченности

Створ	Характеристика	Обеспеченность, Р%					
		1	3	5	10	25	50
1. - р. Сак-Элга вход в Богородский пруд	h, мм	196	166	151	130	100	72
	Q, м3/с СНиП	17,4	14,6	13,2	11,2	8,45	5,25
	Q, м3/с Аналог	17,4	13,6	11,9	9,17	5,76	3,08
	W млн.м3	13,294	11,281	10,275	8,845	6,779	4,862
2. - р. Серебрянка вход в Богородский пруд	Q, м3/с СНиП	10,5	8,79	7,93	6,72	5,08	3,60
	Q, м3/с Аналог	11,2	8,79	7,59	5,92	3,72	1,99
	W млн.м3	7,400	6,280	5,720	4,924	3,774	2,707
3. - р. Сак-Элга выход - из Богородского пруда	Q, м3/с СНиП	26,1	21,9	19,8	16,8	11,6	6,98
	Q, м3/с Аналог	24,8	19,4	16,8	13,1	8,22	4,40
	W млн.м3	21,340	18,109	16,494	14,198	10,883	8,980
4. - р. Сак-Элга закрывающий створ	Q, м3/с СНиП	29,9	25,1	22,7	17,2	12,5	8,39
	Q, м3/с Аналог	28,0	21,9	18,9	14,4	9,28	4,96
	W млн.м3	25,060	21,266	19,369	16,673	12,780	9,165
5. -р. Сак-Элга устье	Q, м3/с СНиП	31,3	26,3	23,7	20,1	14,2	10,8
	Q, м3/с Аналог	29,2	22,8	19,7	15,4	9,65	5,16
	W млн.м3	26,430	22,429	20,428	17,585	13,478	9,667
6. - р. Сак-Элга л/б водосбор от Рыжего ручья до устья	Q, м3/с СНиП	2,53	2,12	1,91	1,62	1,23	0,87
	Q, м3/с Аналог	3,14	2,45	2,12	1,65	1,04	0,56
	W млн.м3	1,351	1,146	1,044	0,899	0,689	0,494
7. - р. Сак-Элга пр/б водосбор от Богородского пруда до устья	Q, м3/с СНиП	4,66	3,91	3,52	2,99	2,26	1,60
	Q, м3/с Аналог	5,32	4,16	3,59	2,80	1,76	0,94
	W млн.м3	2,741	2,326	2,118	1,824	1,398	1,002
8. - Рыжий ручей, устье	Q, м3/с СНиП	3,35	2,81	2,54	2,15	1,62	1,15
	Q, м3/с Аналог	4,01	3,14	2,71	2,11	1,33	0,71
	W млн.м3	1,870	1,587	1,445	1,244	0,953	0,684

Таблица 5 - Максимальные расходы воды весеннего половодья в расчетных створах различной обеспеченности, м<sup>3</sup>/с

Створ	Обеспеченность, Р%			
	1	3	5	10
1. р. Сак-Элга - вход в Богородский пруд	17,4	14,2	12,6	10,4
2. р. Серебрянка – вход в Богородский пруд	10,9	8,79	7,78	6,37
3. р. Сак-Элга – выход из Богородского пруда	25,7	20,8	18,5	15,1
4. р. Сак-Элга – замыкающий створ	29,1	23,8	21,1	16,2
5. р. Сак-Элга – устье	30,4	24,8	22,1	18,2
6. р. Сак-Элга - л/б водосбор от Рыжего ручья до устья	2,80	2,26	2,00	1,63
7. Лог л/б водосбора, первый ниже Рыжего ручья	0,831	0,669	0,593	0,481
8. р. Сак-Элга - пр/б водосбор от Богородского пруда до устья	4,95	4,02	3,55	2,91
9. Рыжий ручей, устье	3,64	2,95	2,61	2,13
10. р. Аткус – устье	27,2	22,2	19,7	15,8
11. р. Ольховка – устье	6,55	5,33	4,71	3,88

#### Максимальный сток воды дождевых паводков

Расчет выполнен по методике ГГИ «Определение максимального стока воды при отсутствии материалов наблюдений в расчетном створе» и утвержденной Госстроем в качестве СНиП 2.01.14-83. . Расчет выполнен по группировкам многоводных, средних по водности и маловодных лет



Таблица 6 - Максимальный сток воды дождевых паводков в расчетных створах, различной обеспеченности

Створ	Характер ис-тика	Обеспеченность, P%					
		1	2	3	5	10	25
р. Сак-Элга вход в Богородский пруд	$Q_{p\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	33,8	27,1	24,3	20,3	13,5	7,44
	$W_{p\%}, \text{ млн. м}^3$	4,753	3,802	3,395	2,852	1,901	1,018
р. Серебрянка вход в Богородский пруд	$Q_{p\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	14,5	11,6	10,4	8,70	5,76	3,19
	$W_{p\%}, \text{ млн. м}^3$	2,646	2,117	1,890	1,588	1,058	0,576
р. Сак-Элга выход из Богородского пруда	$Q_{p\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	39,8	31,9	28,7	23,9	15,9	8,76
	$W_{p\%}, \text{ млн. м}^3$	7,630	6,104	5,450	4,578	3,052	1,635
р. Сак-Элга закрывающий створ	$Q_{p\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	46,9	37,6	33,8	28,1	18,8	10,3
	$W_{p\%}, \text{ млн. м}^3$	8,960	7,168	6,400	5,376	3,584	1,920
р. Сак-Элга устье	$Q_{p\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	48,5	38,8	34,9	29,1	19,4	10,7
	$W_{p\%}, \text{ млн. м}^3$	9,450	7,650	6,750	5,670	3,780	2,025
р. Сак-Элга л/б водосбор от Рыжего ручья до устья	$Q_{p\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	9,00	7,20	6,48	5,40	3,60	1,98
	$W_{p\%}, \text{ млн. м}^3$	0,483	0,386	0,338	0,290	0,193	0,097
Рыжий ручей	$Q_{p\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	10,6	8,48	7,63	5,36	4,24	2,33
	$W_{p\%}, \text{ млн. м}^3$	0,378	0,329	0,283	0,227	0,151	0,076

Таблица 7 - Сводная таблица расчетных значений максимальных расходов воды весеннего половодья и дождевых паводков

Створ	Расход, м <sup>3</sup> /с	Обеспеченность, Р%			
		1	3	5	10
р. Сак-Элга вход в Богородский пруд	Весенний	17,4	14,2	12,6	10,4
	Дождевой	33,8	24,3	20,3	13,5
р. Серебрянка вход в Богородский пруд	Весенний	10,9	8,79	7,78	6,37
	Дождевой	14,5	10,4	8,70	5,76
р. Сак-Элга выход из Богородского пруда	Весенний	25,7	20,8	18,5	15,1
	Дождевой	39,8	28,7	23,9	15,9
р. Сак-Элга замыкающий створ	Весенний	29,1	23,8	21,1	16,2
	Дождевой	46,9	33,8	28,1	18,8
р. Сак-Элга устье	Весенний	30,4	24,8	22,1	18,2
	Дождевой	48,5	34,9	29,1	19,4
р. Сак-Элга л/б водосбор от Рыжего ручья до устья	Весенний	2,80	2,26	2,00	1,63
	Дождевой	9,00	6,48	5,40	3,60
р. Сак-Элга лог л/б водосбора первый ниже Рыжего ручья	Весенний	0,831	0,669	0,593	0,481
	Дождевой	5,04	3,63	3,24	2,16
р. Сак-Элга – пр/б водосбор от Богородского пруда до устья	Весенний	4,95	4,02	3,55	2,91
	Дождевой	11,8	8,50	7,08	4,72
Рыжий ручей	Весенний	3,64	2,95	2,61	2,13
	Дождевой	10,6	7,63	5,36	4,24
р. Аткус – устье	Весенний	27,2	22,2	19,7	15,8
	Дождевой	38,2	27,5	22,9	15,3
р. Ольховка – устье	Весенний	6,55	5,33	4,71	3,88
	Дождевой	9,32	6,71	5,59	3,73

### Минимальный сток

Характеристики минимального стока приняты по расчетам с использованием аналогов – створ Нижний Иремель-Мулдашево. В питании рек преимущественное значение имеют снеговые воды, их доля в суммарном стоке составляет 65-70 %. Соотношение между поверхностной и подземной составляющей находится весной в отношении 90 % к 10 %, в период летне-осенней межени 50 % на 50 %, а зимой 100 % приходится на подземную составляющую. Весеннее половодье обычно начинается во второй декаде апреля и продолжается 25-30 суток. При этом подъем уровней на малых водотоках не превышает, как правило 1.0 м. при интенсивности 10-15 см в сутки. В период летне-осенней межени в среднем наблюдается от 1 до 3 дождевых паводков

Таблица 8 - Минимальные 30-дневные расходы воды зимней межени для лет различной обеспеченности, л/с

Р%	Створ							
	р. Сак-Элга вход	р. Серебрянка вход	р. Сак-Элга выход	р. Сак-Элга замыкающий	р. Сак-Элга устье	Ручей Рыжий	р. Аткус устье	р. Ольховка устье
75	4,9	2,8	8,0	9,3	9,9	0,7	8,5	1,5
80	3,1	1,7	4,9	5,8	6,1	0,4	5,3	0,9
90	0,7	0,4	1,1	1,3	1,4	0,1	1,2	0,2
95	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0	0,2	0
97	0	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0

Таблица 9 - Минимальные среднесуточные расходы воды зимней межени для лет различной обеспеченности, л/с

Р%	Створ							
	р. Сак-Элга вход	р. Серебрянка вход	р. Сак-Элга выход	р. Сак-Элга замыкающий	р. Сак-Элга устье	ручей Рыжий	р. Аткус устье	р. Ольховка устье
75	3,7	2,0	5,9	6,9	7,3	0,5	6,3	1,1
80	2,2	1,2	3,6	4,2	4,4	0,3	3,9	0,7
90	0,5	0,3	0,8	0,9	0,9	0,1	0,8	0,1
95	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,2	0
97	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0

Таблица 10 Минимальные 30-дневные расходы воды летне-осенней межени для лет различной обеспеченности, л/с

Р%	Створ							
	р. Сак-Элга вход	р. Серебрянка вход	р. Сак-Элга выход	р. Сак-Элга замыкающий	р. Сак-Элга устье	Ручей Рыжий	р. Аткус устье	р. Ольховка устье
75	26	14	40	47	51	4	43	7
80	19	11	30	36	38	3	33	6
90	8	4	13	15	16	1	13	2
95	3	2	5	6	6	0,5	6	1
97	2	1	3	3	3	0,2	3	0,5

Таблица 11 - Минимальные среднесуточные расходы воды летне-осенней межени для лет различной обеспеченности, л/с

Р%	Створ							
	р. Сак-Элга вход	р. Серебрянка вход	р. Сак-Элга выход	р. Сак-Элга замыкающий	р. Сак-Элга устье	Ручей Рыжий	р. Аткус устье	р. Ольховка устье
75	19	10	30	35	37	2,6	32	6
80	14	8	22	26	28	2,0	24	4
90	6	3	9	11	11	0,8	10	2
95	2	1	4	5	5	0,3	4	0,7
97	1	0,7	2	2	2	0,2	2	0,4

### Максимальные уровни воды р. Сак-Элга

Максимальные уровни воды р. Сак-Элга определены по расчетной гидравлической кривой  $Q=f(H)$ .

Гидравлическая кривая рассчитывается по формулам:

$$V_{\text{ср.}} = (h_{\text{ср.}}^{0.67} * \sqrt{i}) / n, \text{ м/с}$$

$$Q = \omega * v_{\text{ср.}}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Где:

$V_{\text{ср.}}$  - средняя скорость в живом сечении русла при заданном уровне воды, м/с

$h_{\text{ср.}}$  - средняя глубина при данном уровне, м

$i$  - уклон водной поверхности

$n$  - коэффициент шероховатости

$\omega$  - площадь поперечного сечения при заданном уровне воды, м<sup>2</sup>

Уклон водной поверхности и поперечный профиль реки в расчетных створах определены по результатам топографических и гидрографических изысканий.

Расчет выполнен для 4-х гидрометрических створов (нумерация согласно топографическому плану):

№1 – р. Сак-Элга - гидрометрический створ на выходе из Богородского пруда

№5 – перед впадением в р. Сак-Элга Рыжего ручья

№3 – р. Сак-Элга - замыкающий гидрометрический створ

№8 – р. Сак-Элга – устье

Таблица 12 - Максимальные уровни воды р. Сак-Элга в расчетных створах, различной обеспеченности

Створ	Уровень, м БС	Обеспеченность, Р%			
		1	3	5	10
№1	весенний	300,32	300,25	300,22	300,17
	дождевой	300,44	300,35	300,29	300,18
№5	весенний	297,19	297,08	297,06	296,98
	дождевой	297,39	297,23	297,15	297,00
№3	весенний	286,94	286,84	286,75	286,58
	дождевой	287,05	286,98	286,92	286,66
№8	весенний	277,04	276,99	276,95	276,92
	дождевой	277,11	277,06	277,04	276,93

## 2.2 Гидрохимические характеристики водных объектов бассейна реки Сак-Элга и Аргазинского водохранилища.

Наиболее детальному исследованию был подвергнут основной водоток изучаемого района – река Сак-Элга и устьевые участки ее водопритоков: р. Серебрянки и Рыжего ручья, как основных носителей загрязнителя. Отбор проб воды производился одновременно с замерами расходов водотоков. По течению р. Сак-Элги по отдельным химическим элементам и водородному показателю рН построены графики, характеризующие их распределение во времени и пространстве.

### Река Сак-Элга

Река Сак-Элга берет начало в отрогах горы Юрмы в 7 км западнее г.Карабаша. Город Карабаш река огибает по его южной окраине, и на этом участке в нее впадают р.Серебрянка и Рыжий ручей.

Сток реки частично зарегулирован Богородским прудом и Карабашским прудом на притоке р. Сак-Элга - р. Серебрянке.

В реку Сак-Элга осуществляется сброс сточных вод промышленных предприятий и хозбытовых г.Карабаша. Река испытывает значительную антропогенную нагрузку, приведшую к гибели реки в ее нижнем течении от места впадения в нее Рыжего ручья.

Характеристики химического состава воды реки Сак-Элга достаточно подробно описаны в материалах исследований, которые проводились ранее различными организациями, в фондах которых и хранятся отчетные материалы по выполненным работам. В частности, за последние 7 лет гидрохимия эпизодически определялась ЧЦГМС, результаты работ приведены в отчетах, предоставленных нам для ознакомления Заказчиком.

Ниже приводятся результаты химических анализов проб воды, отбираемых нами в течение 2004 г. По результатам анализов воды за 2004 г. и фондовым материалам следует отметить следующее. По химическому составу воды реку

Сак-Элга можно условно разделить на два участка: до впадения Рыжего ручья и ниже его впадения вплоть до устья. Для верхнего участка реки характерна относительная стабильность химического состава. При этом большинство ингредиентов находятся в пределах требований, предъявляемых к водоемам культурно-бытового назначения. По некоторым отмечены повышенные концентрации (цинк 1,25 – 1,41 мг/дм<sup>3</sup>; железо общее 1,06 - 5,4 мг/дм<sup>3</sup>). Отмечено два периода повышения выше перечисленных ингредиентов: с февраля по апрель и с ноября по декабрь, которые можно объяснить большей долей грунтового питания в суммарном стоке реки.

Вода реки Сак-Элга ниже впадения Рыжего ручья и до устья существенно отличается по гидрохимическим элементам, как по составу, так по их количеству и нестабильности от выше расположенного участка. Обусловлено данное обстоятельство поступлением загрязняющих веществ с поверхностным и подземным стоком с водосбора Рыжего ручья, территорий, занятых городскими очистными сооружениями, хвостохранилищем 4 («Новое») и с поймы реки, где находится неорганизованное хранилище сульфидно-силикатных хвостов.

Водородный показатель на нижнем участке реки с начала снеготаяния и разрушения наледи в Рыжем ручье, (конец марта – апрель) и по ноябрь обозначил кислую среду  $pH < 6$  ед. и, снижался в июле и сентябре до 3,7 - 3,8 ед., ноябре – 4 ед. В этот период сток Рыжего ручья в р. Сак-Элгу не нарушался. Одновременно с увеличением кислотности воды изменился и тип минерализации: из смешанных сульфатно-карбонатных они перешли в сульфатный тип при одновременном увеличении содержания иона  $SO_4^-$  с 200 мг/дм<sup>3</sup> до 500 - 600 мг/дм<sup>3</sup> (июль, август, сентябрь). Минерализация воды по сухому остатку также возросла до 700 - 2580 мг/дм<sup>3</sup> (июль - сентябрь). Возросло в 2 раза содержание ионов цинка (до 9,8 мг/дм<sup>3</sup>). Наиболее резко возросло содержание ионов железа (до 22 мг/дм<sup>3</sup> в сентябре и 72 мг/дм<sup>3</sup> в июле) Возросло и количество взвешенных частиц, содержание которых в потоке достигло 51 (июль) – 93 мг/дм<sup>3</sup> (сентябрь). Кроме взвешенных частиц, отмечаются влекомые частицы, представленные более крупными фракциями.

При анализе графиков пространственного распространения компонентов для большинства из них отмечается повышение концентрации элементов вниз по течению, что свидетельствует о несомненном влиянии грунтового стока на загрязнение реки.

Удельное приращение притока грунтового стока (по определению Института минералогии УрО РАН в октябре 2004 г.) составило 7 л/сек на 1 км длины русла.

Таблица 13 - Характеристики химического состава воды реки Сак-Элга выше Богородского пруда, т.3

Показатели	Дата отбора проб, 2004 г.											ПДК
	14.02.	14.03.	12.04.	04.05.	20.05.	20.06.	26.07.	26.09.	24.10.	14.11.	07.12.	
	р. Сак-Элга, выше Богородского пруда, т.3											
рН, ед		7,4	7,25	6,1	6,3	6,85	7,5	5,52	7,34	7,15	6,3	6,5-8,5
Железо общее, мг/л		0,55	0,19	0,32	0,08	0,84	0,98	0,63	0,66	0,35	0,75	-
Магний, мг/л		6,1	6,1	2,4	2,4			4,86	2,4	7,3	8,5	-
Медь, мг/л		0,01	0,03	0,06	0,03	0,02	0,043	0,045	0,04	0,02	0,03	1,0
Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /сек	0,07	0,071	0,68	1,56	1,56	0,22	0,1	0,38	0,56	0,50	0,28	

Таблица 14 - Характеристики химического состава воды реки Сак-Элга, ниже Богородского пруда, т.4

Показатели	Дата отбора проб, 2004 г.											ПДК
	14.02.	14.03.	12.04.	04.05.	20.05.	20.06.	26.07.	26.09.	24.10.	14.11.	07.12.	
	р. Сак-Элга, ниже Богородского пруда, т. 4											
рН, ед	7,2	6,8	7,2	6,2	6,5	6,8	7,32	6,4	7,32	7	7,35	6,5-8,5
Железо общее, мг/л	0,62	0,09	5,4	0,38	0,48	0,05	0,06	0,039	0,78	0,33	0,25	-
Магний, мг/л	17	13,4	13,4	6,1	13,4			17,5	15,8	9,7	12,2	-
Медь, мг/л	0,026	0,01	0,034	0,043	0,02	0,01	0,026	0,02	0,036	0,02	0,02	1,0
Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /сек	0,12	0,21	1,02	1,88	1,88	0,32	0,10	0,37	0,76	0,74	0,40	

Таблица 15 - Характеристики химического состава воды реки Сак-Элга выше впадения Рыжего ручья, т.5

Показатели	Дата отбора проб, 2004 г.											ПДК
	14.02.	14.03.	12.04.	04.05.	20.05.	20.06.	26.07.	26.09.	24.10.	14.11.	07.12.	
	р. Сак-Элга выше впадения Рыжего ручья, т. 5											
рН, ед	7,25	7,32	7,3	6,35	6,6	7,2	7,1	6,95		7,05	6,2	6,5-8,5
Железо общее, мг/л	1,64	0,87	1	0,58	0,84	0,05	0,42	0,37		1,13	1,06	-
Магний, мг/л	20,7	20,7	20,7	6,1	10,9			23,5		13,4	18,2	-
Медь, мг/л	0,029	0,012	0,047	0,05	0,04	0,01	0,029	0,031		0,02	0,07	1,0

Таблица 16 - Характеристики химического состава воды реки Сак-Элга ниже впадения Рыжего ручья, т. 7

Показатели	Дата отбора проб											ПДК
	14.02.	14.03.	12.04.	04.05.	20.05.	20.06.	26.07.	26.09.	24.10.	07.12.		
	р. Сак-Элга ниже впадения Рыжего ручья, т. 7											
рН, ед	7	6,3	5,56	5,95	5,15	4,5	3,8	4,45	4,15	5,15	6,5-8,5	
Железо общее, мг/л	7,2	14,6	13,6	4,8	6,3	2	72,1	0,37	17,7	12	-	
Магний, мг/л	51,3	36,5	30,4	73	21,9			54	46,2	47,4	-	
Медь, мг/л	0,029	0,12	0,6	0,26	0,32	0,27	0,36	0,85	0,64	0,39	1,0	
Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /сек	0,2	0,28	1,16	2,07	2,07	0,38	0,15	0,53	0,90	0,48		



## Пространственное распределение рН по р. Сак-Элга

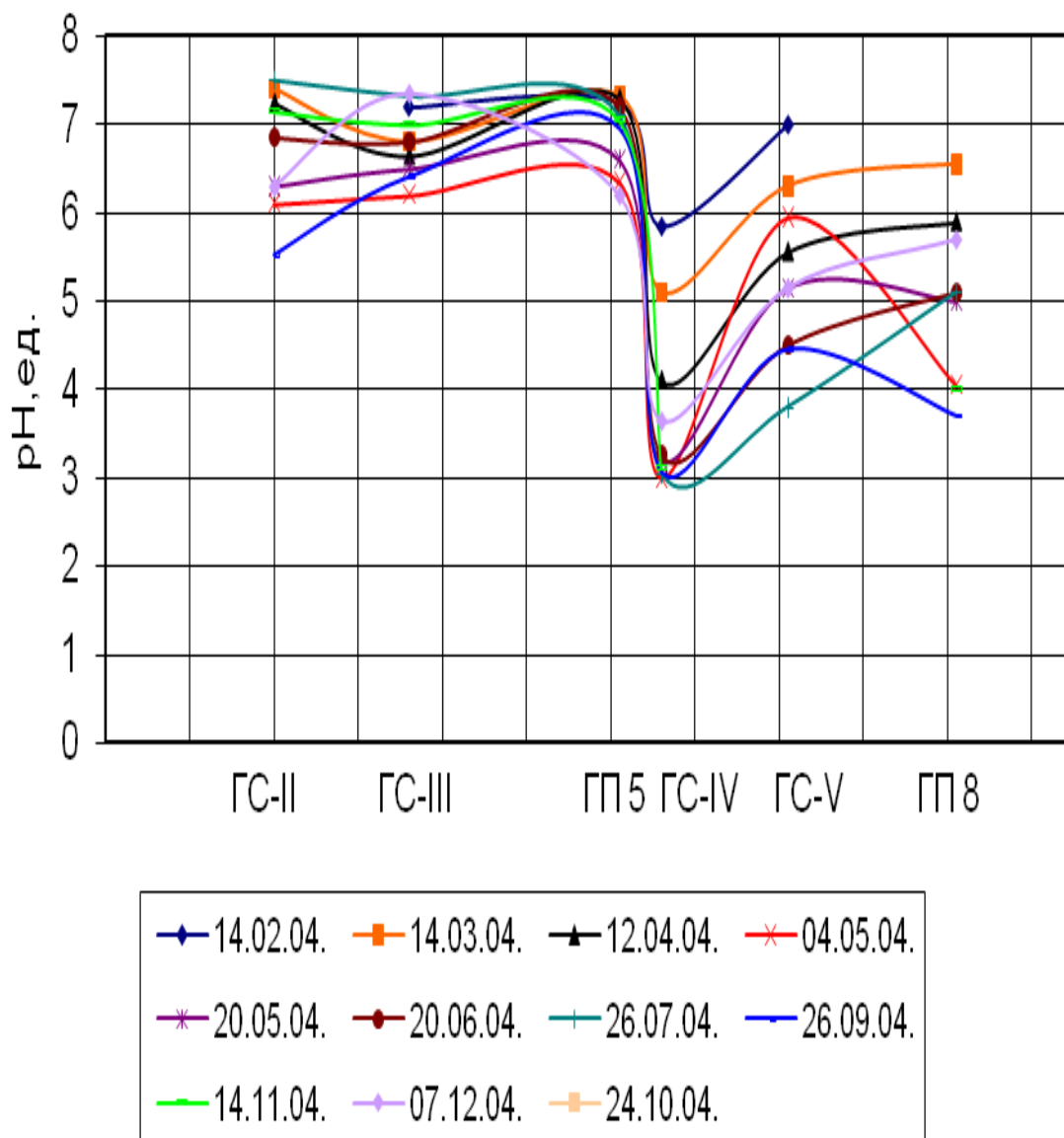


Рисунок 1 - Пространственное распределение рН по р. Сак-Элга

ГС-II – гидроствор и его номер

ГП 5 – пункт отбора проб и его номер

### Временная динамика рН, ед

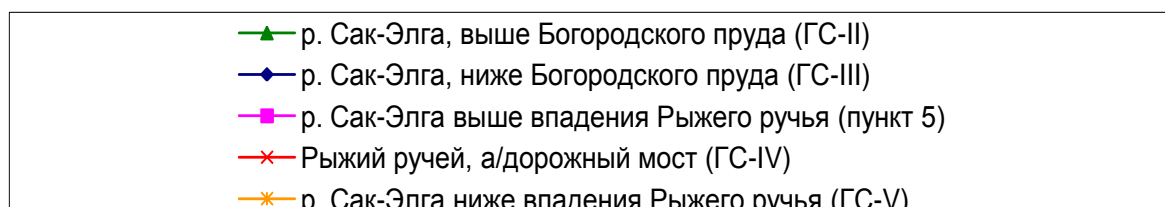
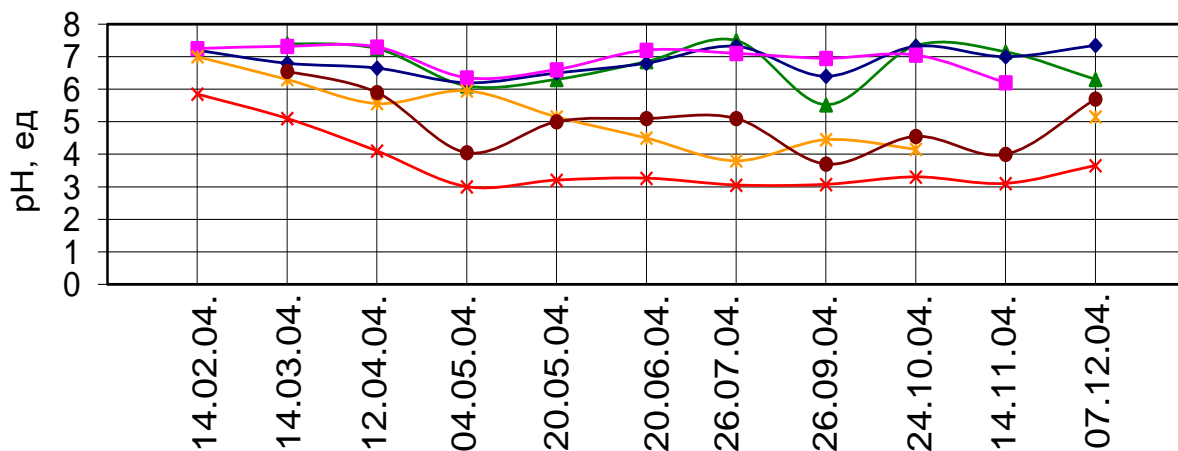


Рисунок 2 - временная динамика рН, ед

### Пространственное распределение общего железа по р. Сак-Элга

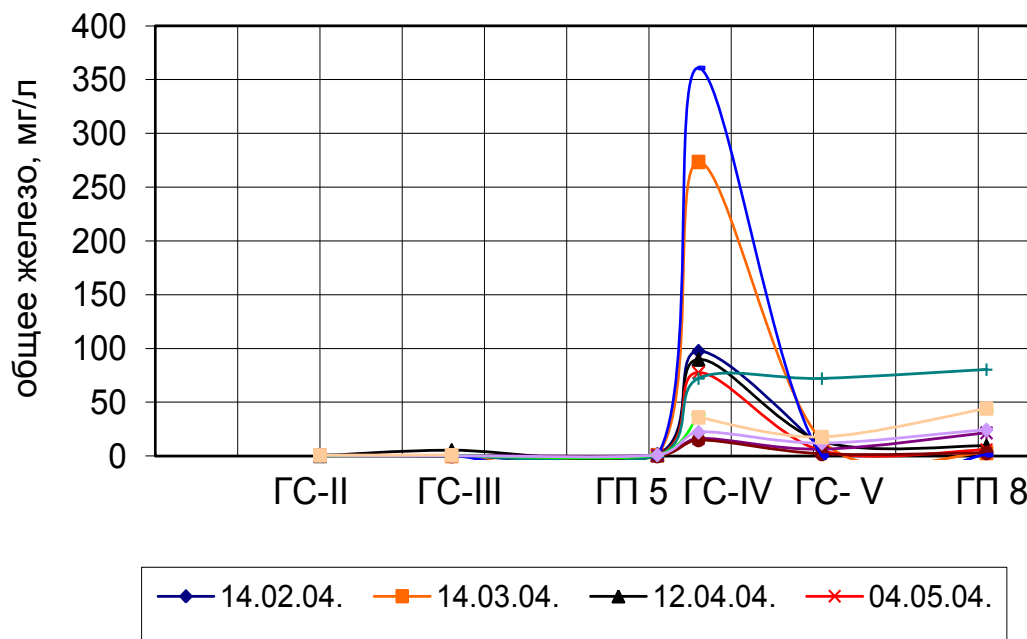


Рисунок 3 - Пространственное распределение общего железа по р. Сак-Элга

### Временная динамика общего железа, мг/л

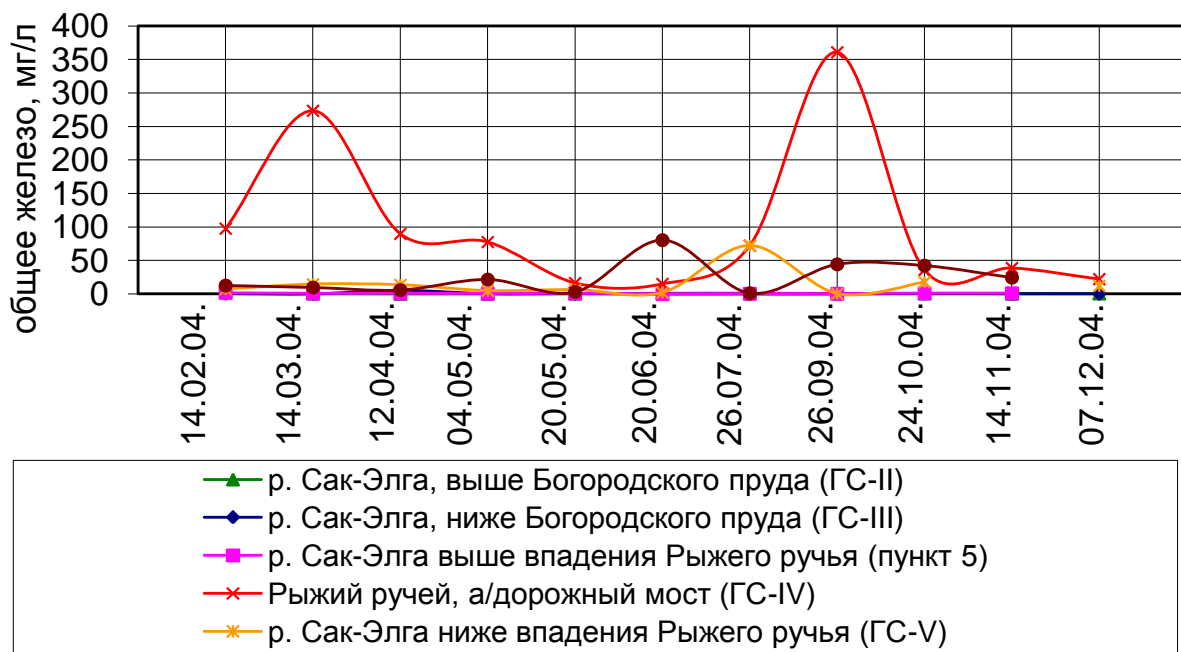


Рисунок 4 - Временная динамика общего железа, мг/л

### Пространственное распределение меди по р. Сак-Элга

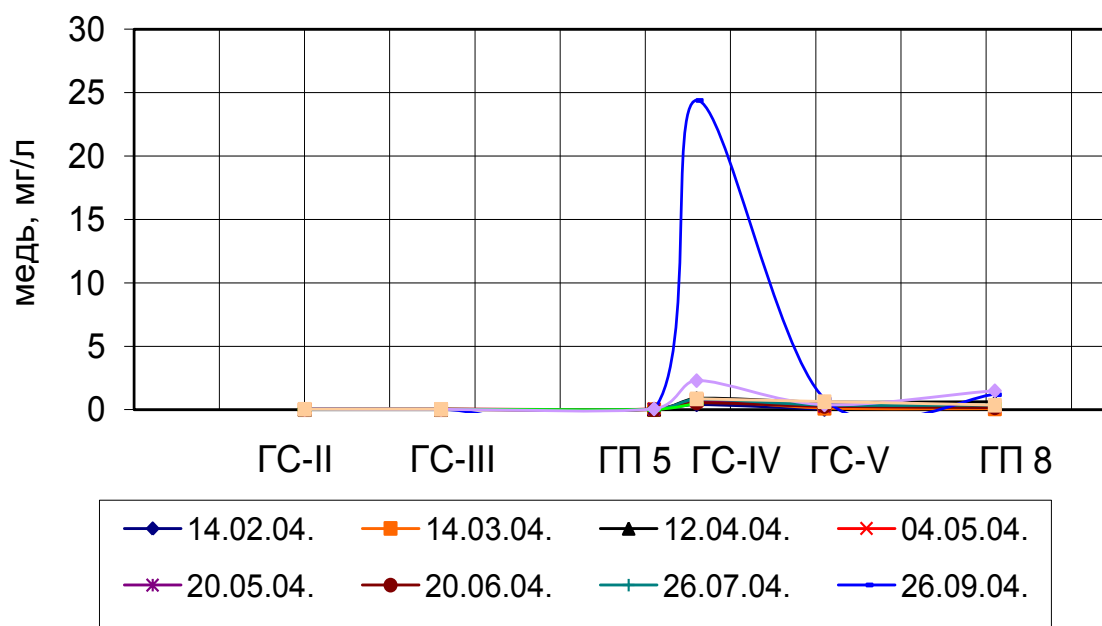


Рисунок 5 - Пространственное распределение меди по р. Сак-Элга

### Временная динамика меди, мг/л

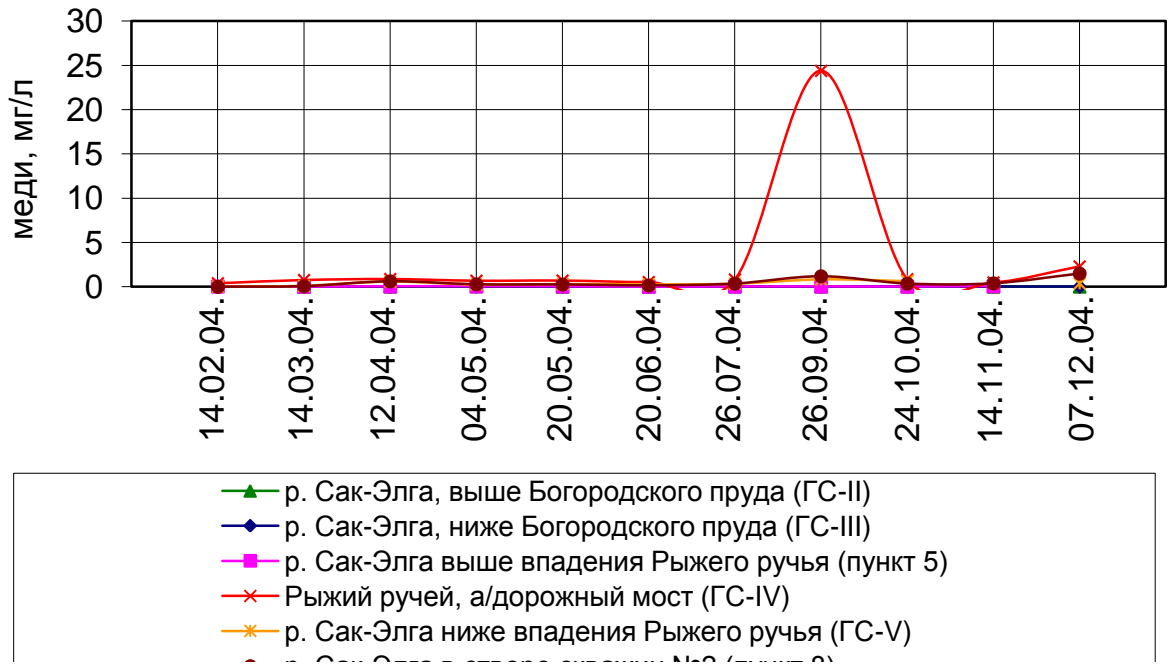


Рисунок 6 - Временная динамика меди, мг/л

### Среднемесячные расходы воды, м/сек

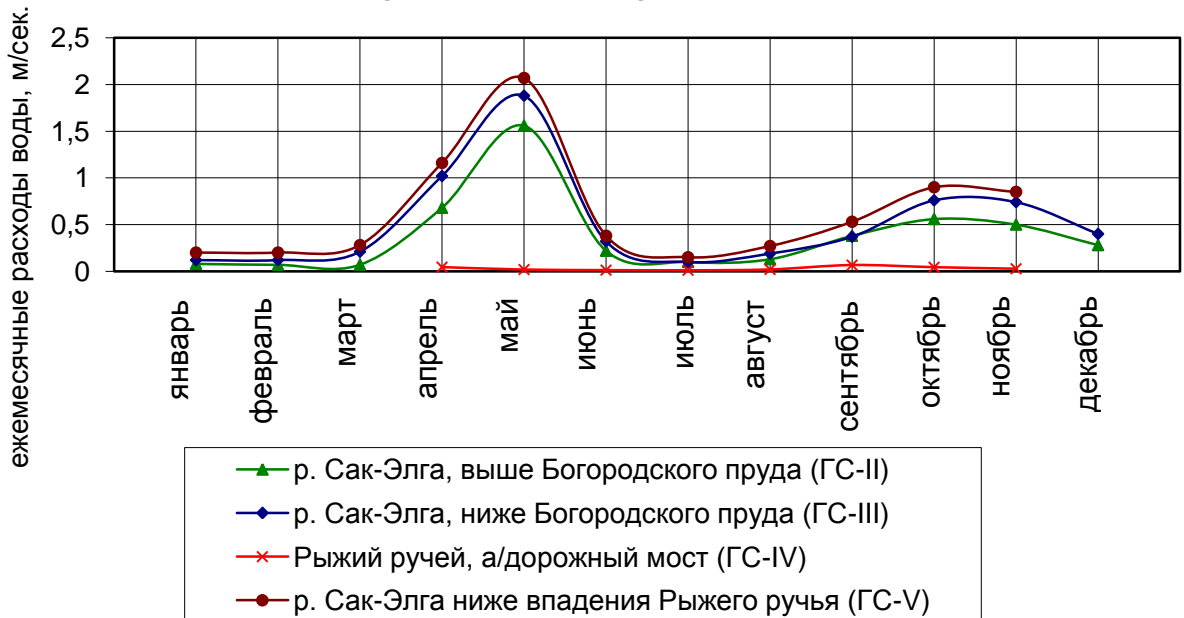


Рисунок 7 - Среднемесячный расход воды, м/сек.

## Река Серебрянка

Анализы химического состава воды р. Серебрянки изучались в приустьевом (перед впадением в Богородский пруд) створе, а для сравнительной характеристики (как фоновые) были отобраны единичные пробы ниже плотины оз. Серебры (2 пробы).

В районе верхнего створа воды р. Серебрянки нейтральные: рН = 7,05 ед. в марте и 6,15 ед. в мае. Увеличение содержания иона железа в марте до 6,7 мг/дм<sup>3</sup> против майского значения 0,53 мг/дм<sup>3</sup>.

Перед впадением в Богородский пруд вода р. Серебрянки, сохраняя реакцию по рН близкой к нейтральной (6,65 - 7,4 ед.). Максимальное значение содержания иона общего железа в марте составило 5,8 мг/дм<sup>3</sup>. В паводок и послепаводковый период содержание железа колебалось в пределах 1,1 - 2,0 мг/дм<sup>3</sup>, а с ноября снизилось до < 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Заметно возросло содержание свинца от 0,033 до 0,12 мг/дм<sup>3</sup>, по сравнению с верхним створом. Содержание марганца также превышает ПДК (1,0 мг/дм<sup>3</sup>), изменяясь в пределах 0,31 - 3,65 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальное содержание 3,5 - 3,65 мг/дм<sup>3</sup> отмечено в ноябре и декабре, минимальное - 0,31 мг/дм<sup>3</sup> в апреле (начало паводка, преобладает поверхностный сток), что свидетельствует о поступлении марганца в реку в основном за счет подземного стока. Загрязнение реки Серебрянка в пределах города и до устья преимущественно техногенное.

Таблица 17 - Анализы химического состава воды р. Серебрянки

Показатели	Результаты исследования, 2004 г.										
	п. 1. р.Серебрянка ниже плотины		п. 2. р. Серебрянка - устье								
	14.03.	20.05.	14.03.	12.04.	04.05.	20.05.	20.06.	26.07.	24.10.	14.11.	07.12.
Цветность, градусы	10	30	7	30	35	30	45	35	35	20	35
Мутность, мг/л	3,77	5,19	14,2	15,8	1,3	3,07			4,5	9,1	14,8
Прозрачность, см							24	10		6,85	
Взвешенные вещества, мг/л							5,2	6,7			
рН, един.	7,05	6,15	7,1	6,65	6,85	6,75	7	7,4	7,05		7,15
Железо общее, мг/л	6,7	0,53	5,8	2	2	1,1	1,24	2,5	<0,05	< 0,05	
Медь, мг/л	0,016	0,04	0,095	0,32	0,33	0,25	0,1	0,038	0,33	0,27	0,23
Цинк, мг/л	0,093	0,16	0,14	0,15	0,14	0,64	0,38	0,46	0,25	1,667	1,7

## Рыжий ручей

Территория, по которой протекает Рыжий ручей и водосбор, подвержены техногенному воздействию. Рельеф местности нарушен и предположительно, истоки Рыжего ручья находятся в пределах западного склона Собачьих гор, где отмечены русла временных водотоков. После пересечения с автодорогой Карабаш - Челябинск в западном направлении, русло ручья проходит по территории Карабашского медеплавильного комбината, с которой Рыжий ручей собирает ливневой сток и сточные воды. Сток ручья становится постоянным. За территорией комбината ручей появляется в искусственном русле, проходящем вдоль восточного подножья дамбы хвостохранилища № 3, железнодорожных путей в южном направлении. В районе железнодорожного перехода искусственное русло заканчивается, и ручей резко поворачивает на запад в сторону ближайшего линейного понижения. Далее, приняв временный левобережный приток, Рыжий ручей впадает в р. Сак-Элга ниже автодороги Карабаш - Миасс.

Ниже хвостохранилища № 3 воды Рыжего ручья имеют кислую реакцию  $pH = 2,95 - 3,0$  обусловленную высоким содержанием, магния ( $330 - 213 \text{ мг/дм}^3$ ); медь ( $44,12 - 0,47 \text{ мг/дм}^3$ ), железо общее ( $717,5 - 8,65 \text{ мг/дм}^3$ ), Наиболее высокие показатели содержания металлов отмечаются в сентябрьских пробах. Практически по всем показателям химического состава состояние Рыжего ручья характеризуется в экологическом отношении как катастрофическое.

Из трех правобережных притоков Рыжего ручья (верхнего, среднего и нижнего) «кислым» с  $pH 2,95 - 3,1$  является «верхний», формирующийся ниже хвостохранилища №2 и 3 в подножье местной возвышенности, и на который, несомненно, оказывают влияние выше расположенные объекты (территория комбината и хвостохранилища). Вода «среднего» и «нижнего» притоков имеет реакцию больше нейтральной ( $pH = 5,5 - 7,22$ ), что обусловлено условиями их формирования. «Средний» и «нижний» притоки предположительно сформированы нейтральными водами нижних горизонтов грунтовых вод, один из водотоков явно берет свое начало среди гидроморфных почв на окраине жилой застройки города Карабаша.

Таблица 18 - Анализы химического состава воды ручей Рыжий

Показатели	Результаты исследования										
	п. 13. Территория г. Карабаша, Правый верхний приток ручья Рыжего		п. 14. Правый средний приток ручья Рыжего		п. 15 Нижний приток Рыжего ручья		п. 16. Рыжий ручей ниже притоков			п.19. Рыжий ручей в створе ЛЭП	
	26.09.*	14.11.	26.09.*	14.11.	26.09.*	14.11.	26.09.*	14.11.	07.12.	26.09.*	14.11.
Цветность, градусы	115	30	8	15	33,5	50	130	30	50	145	35
Мутность, мг/л		6,7		51,5		54,5		27,3	54,5		22,7
рН, един.	2,95	3,1	7,08	5,5	7,22	6,2	3,07	3,95	3,3	3	2,95
Железо общее, мг/л	119	13,9	2,33	3,3	0,33	17,7	493	30,5	8,9	717,5	8,65
Медь, мг/л	5,8	0,54	0,047	0,13	0,031	0,03	32,1	0,62	2,34	44,12	0,47
Цинк, мг/л	14,5	1,657	0,182	1,181	0,175	1,205	138	1,824	1,96	175	1,781

\* Анализы от 26.09.04 выполнены в лаборатории института минералогии УрО РАН, г. Миасс.



### **3. Разработка гидрохимической модели. Основы разработки гидрохимической модели**

Наравне с гидравлическими расчетами рек и водохранилищ, гидрохимические расчеты качества воды в водных объектах в естественных и антропогенно-измененных условиях являются актуальной задачей для гидравлического и гидрохимического моделирования водных объектов. Одним из важных направлений гидрохимических расчетов является прогноз режима загрязнений и трансформации загрязнений на участке водного объекта по откалиброванной гидравлической модели. Гидрохимические расчеты используются для оценки распространения загрязняющих веществ (ЗВ) на участке реки и в водохранилище, что необходимо для прогноза изменения качества воды при изменениях водности в условиях стационарного режима загрязнений и при увеличении нагрузки ЗВ на водный объект вплоть до выявления и отслеживания возможных катастрофических изменений качества воды в водном объекте, для определения максимальной нагрузки ЗВ, когда река остается еще в пределах допустимых характеристик качества - это предельно допустимые загрязнения (предельно допустимая нагрузка), а также для контроля сбросов загрязняющих веществ.

Актуальность создания гидрохимических моделей рек и водохранилищ обусловлена возрастающей потребностью в водных ресурсах, являющихся составляющей устойчивого хозяйственного развития общества, и большим вниманием к качеству воды водных объектов, особенно там, где они являются источником питьевого водоснабжения сравнительно крупных населенных пунктов. Стоит также упомянуть интерес к гидрохимическим расчетам при аварийных ситуациях разного рода для определения их последствий. Так, при поступлении больших объемов несанкционированных загрязнений возможны разные варианты изменения качества воды реки или водохранилища и состава в ней ЗВ, и в данном случае огромное значение приобретает корректность гидродинамической модели. Хорошо подобранная для рассматриваемого водного объекта модель гидрохимических расчетов в экстренных случаях помогает определить створы аварийных сбросов ЗВ.

Водные объекты испытывают влияние антропогенной деятельности в отношении загрязнений двух видов: 1) прямое загрязнение 2) непосредственное загрязнение водных объектов сбросами ЗВ с заводов, фабрик, площадей жилой застройки и др. - это точечные источники загрязнений. Косвенное загрязнение вод происходит как результат проведения различной хозяйственной деятельности на водосборах рек и водохранилищ: удобрение земельных угодий, разработка полезных ископаемых, загрязнение вод через загрязнение атмосферы выбросами ЗВ в воздушную среду - эти диффузные виды загрязнений распространяются по длине реки и водохранилища и на площади. Режим точечных источников загрязнений стационарный (без аварийных сбросов), он может лишь медленно меняться по сезонам года. На режим точечных источников загрязнений гидрологический режим стока реки существенного влияния не оказывает. Режим же диффузных источников загрязнений нестационарен в принципе. Влияние на режим диффузных источников гидрологического режима реки существенно.

Смыв в половодье с прилегающих к реке площадей накопленных на водосборе ЗВ существенно увеличивает их концентрацию в воде. Зачастую наблюдается парадокс: весной в половодье при значительных объемах воды в реке и на затопленной пойме концентрация ЗВ выше, чем летом, когда в реке текут минимальные расходы. Все это результат «работы» диффузных источников загрязнений.

Калибровка гидрохимической модели реки и водохранилища также важна, как и при гидравлической модели. Процессы калибровки моделей представляет собой по сути решения обратных задач распространения загрязнений. Общий принцип калибровки моделей представляет собой сравнение полученных после расчета и имеющихся фактических данных по различным параметрам на известных гидрологических постах наблюдений, вычисление различий между этими данными, по возможности, устранение этих различий до максимального приближения к фактическим данным корректировкой параметров модели. Каждый шаг калибровки по изменяемому параметру сопровождается новым расчетом и сравнением расчетных и фактических величин уровней и объемов воды или концентрации загрязнений.

### 3.1 Теоретические основы разработки гидрохимической модели

Для исследования процесса калибровки гидрохимической модели, а также в целях получения определенных результатов моделирования была создана гидравлическая и потом гидрохимическая модель участка реки Сак-Элга в черте г. Карабаш (рис. 7). Гидрохимическое моделирование на примере р. Сак-Элга проводилось на участке: река Сак-Элга - вход в Богородский пруд с учетом двух притоков: реки Серебрянка и Рыжего ручья. До устья реки Сак-Элга - вход в река Миасс. Морфометрия данного участка реки простая и реализация гидравлической модели позволяет быстро осуществлять расчеты пропуска расходов установившегося потока. Гидрохимическая же модель усложнена тем, что имеет сложные режимы сбросных сильно загрязненных расходов.

Створы слежения за концентрацией загрязнений следующие:

1. р. Сак-Элга - вход в Богородский пруд
2. р. Серебрянка - вход в Богородский пруд
3. р. Сак-Элга - выход из Богородского пруда
4. р. Сак-Элга - вход ручья Рыжий
5. р. Сак-Элга - вход вод из хвостохранилища №4
6. р. Сак-Элга - устье (вход в реку Миасс)



## Модель гидрологического формирования р. Сак-Элга

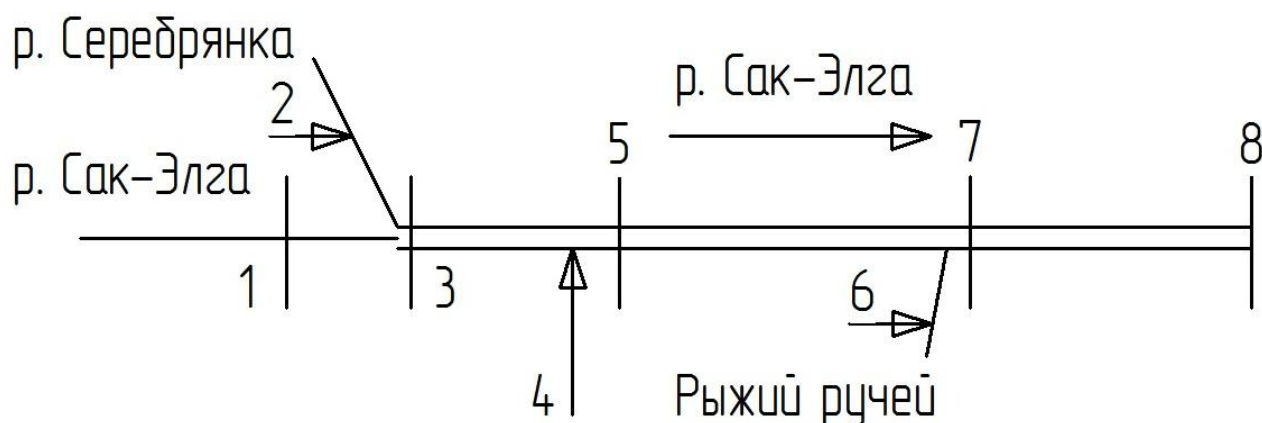


Рисунок 8 - Модель гидрологического формирования р. Сак-Элга

Таблица 19 - Гидрологические формирования р. Сак-Элга

Створ	Дополнительные сведения
1. р. Сак-Элга - вход в Богородский пруд	условно чистый сток р. Сак-Элга.
2. р. Серебрянка – вход в Богородский пруд	Приток, в который сброшены сточные воды.
3. р. Сак-Элга - выход из Богородского пруда	Створ, на котором осуществлялся гидрохимический контроль.
4. р. Сак-Элга	Приток, в который сброшены сточные воды после очистки.
5. р. Сак-Элга – замыкающий створ ниже очистных сооружений	Створ, на котором осуществлялся гидрохимический контроль.
6. Рыжий Ручей	Приток стока из г. Золотая.
7. р. Сак-Элга –ниже впадения Рыжего ручья	Створ, на котором осуществлялся гидрохимический контроль.
8. Устье р. Сак-Элга	Створ, на котором осуществлялся гидрохимический контроль.

## Модель формирования состава воды р. Сак-Элга

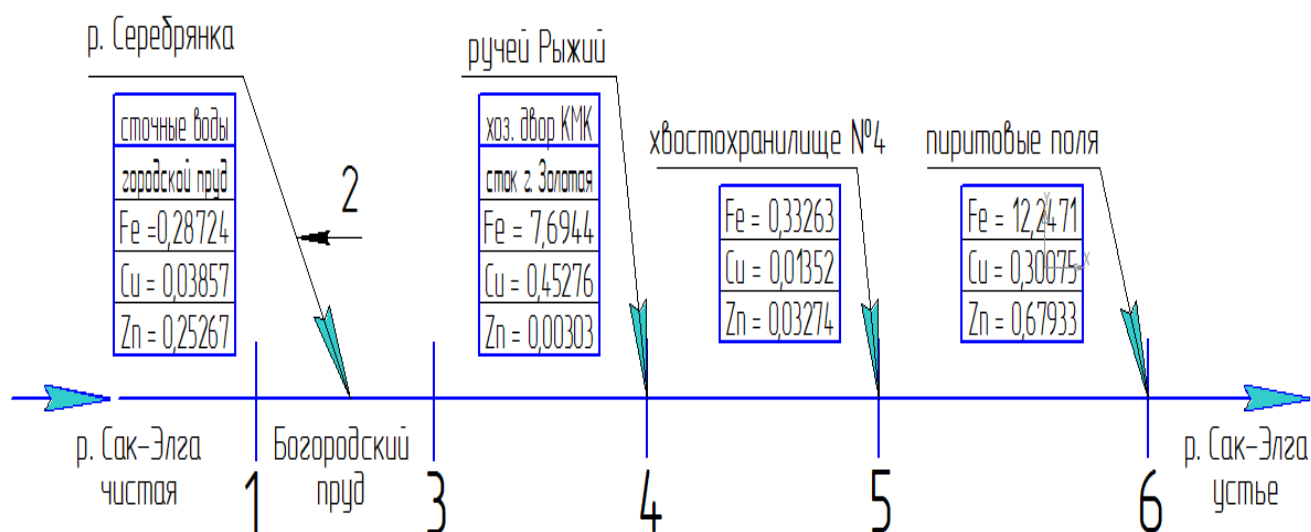


Рисунок 9 - Модель формирования состава воды р. Сак-Элга

### 3.2 Источники загрязнения бассейна реки Сак-Элга

Таблица 20 - Массы перемещенных веществ за год (по данным 2004-2005 г.г.), кг

№ п/п	Компонент	Точки наблюдений							ПДК мг/л (по СанПиН)
		р. Сак-Элга, выше Богородского пруда	р. Серебрянка при впадении в Богородский пруд	р. Сак-Элга при истечении из Богородского пруда	р. Сак-Элга выше устья ручья Рыжего	ручей Рыжий при впадении в р. Сак-Элга	р. Сак-Элга ниже хвостохранилища №4	р. Сак-Элга близ ее устья	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Объем стока (тыс. м <sup>3</sup> )	12238,23	4401,56	16454,06	16850,3	627,3	19709,97	20815,315	
	Сухой остаток, кг	893400 73 (0,07)	2640806 600 (0,6)	2893446 175,8 (0,176)	3804433 225,8 (0,226)	2490362 3970 (3,97)	8161391 414,1 (0,41)	9732567 467,6(0,47)	1000
	Железо общее, кг	4978 0,407 (1,36)	7569 1,72 (5,73)	20568 1,25 (4,17)	14456 0,858 (2,86)	114926 183,2 (610,7)	211492 10,73 (35,77)	426270 20,48 (68,26)	н/н (180п)
	Медь, кг	410 0,034 (0,034)	1015 0,231 (0,231)	543 0,033 (0,033)	678 0,04 (0,04)	6760 10,78 (10,78)	8592 0,436 (0,44)	10450 0,503 (0,50)	н/н
	Цинк, кг	1819 0,149 (0,149)	6661 1,513 (1,513)	7122 0,433 (0,433)	8112 0,48 (0,48)	448,8 0,072 (0,07)	20822 1,056 (1,06)	23656 1,136 (1,14)	0,3

\*Первая цифра (73) – средняя концентрация содержания в мг/дм<sup>3</sup>  
 вторая цифра – (0,07) – отношение С<sub>ср</sub>/ПДК в д.е.

На этом же участке в районе железнодорожной станции Пирит на месте отработанной шахты Южная образовались водоемы, так называемые «Кислые прудки». Уровень воды в водоемах колеблется, повышаясь во время ливневых дождей и весеннего половодья, снижаясь в засушливое время года. При повышении уровня воды в водоемах вода перетекает в р.Сак-Элгу по трубе, уложенной под насыпью железной дороги. Расход воды в период наблюдений (2004 – 2005 г.г.) составлял порядка 0.25-1 л/с. Была установлена подземная часть стока в районе Кислых прудков, на 30.09.04 г. была равной 15 л/с. Показатель концентрации иона водорода (рН) воды Кислых прудков за период наблюдений находился в пределах 4 - 4.50. Содержание загрязняющих компонентов в пробах воды было следующее: железо – 8 – 10 ПДК, магний – 1 – 2 ПДК. Содержание мед и цинка меньше ПДК. Явного влияния воды Кислых прудков на химический состав воды р. Сак-Элги не обнаружено.

После впадения в р.Сак-Элга ручья Рыжего вносящего экстремальное содержание загрязняющих компонентов, в гидрологическом створе, расположенном ниже хвостохранилища № 4, превышение ПДК отмечено, причем содержание многих из них в реке стало меньше чем в ручье Рыжий, но по многим показателям содержание их больше, чем в створе выше устья ручья: магния в 3 раза, железа и меди на порядок.

К устью реки Сак-Элга в ее поверхностных водах увеличивается содержание железа общего (с 36 до 68 ПДК), и незначительно – цинка, (на доли ПДК).

Показатели концентрации иона водорода (рН), находящиеся в допустимых (6-9) пределах до впадения в р.Сак-Элга Рыжего ручья, ниже его устья только в одном случае были в пределах допустимого, в остальном же не превышали 5,9 (ниже ПДК), опускаясь до 3,7 – 3,8 д.ед. (табл. 20).

Таблица 21 - Количество превышений ПДК в пробах

Ингредиенты	ПДК	р. Сак-Элга, выше Богородского пруда	р. Серебрянка устье	р. Сак-Элга ниже Богородского пруда	р. Сак-Элга выше устья ручья Рыжего	ручей Рыжий	р. Сак-Элга ниже хвостохранили ща №4	р. Сак-Элга устье
1	2	3	4	5	6	7	8	9
рН, ед.	6 - 9	*	*	*	*	12 из 12 3 – IV; XI	8 из 10	9 из 10 3,7 – VII; IX
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	10 из 11*	8 из 10 до 5,8 - III	5 из 10 max 0,78 - X	9 из 10 max 1,64 – II	12 из 12 max 578 - VIII	10 из 10 max 72,1 - VII	10 из 10 max 80,4 - VII max 44,3 - X; max 42,3 - XI
Магний, мг/дм <sup>3</sup>	50	*	*	*	*	10 из 10 max 413 - X	2 из 8 max 73 - V	2 из 8 max 63,0 – IX и X
Сухой остаток мг/дм <sup>3</sup>	1000	*	1 из 10 max 1,02 - VII	*	*	10 из 11 max 5564 - VII	1 из 10 max 2580 - VII	1 из 10 max 1215 - VII
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	1,0	*	*	*	*	3 из 12 max 44,8 - VIII; max 24,4 - IX	*	1 из 10 max 1,14 - IX
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	1,0	*	3 из 10 max 8,2 - IX; max 1,7 - XI; XII	2 из 9 max 1,4 - XI; XII	2 из 9 max 1,4 - XI; XII	2 из 12 max 1,78 – XI; max 1,95 - XII	2 из 10 max 9,2 – IX; max 1,47 - XII	2 из 10 max 1,03 – XI; max 1,51 - XII

Примечание:

- 1) \* - содержание в пределах ПДК
- 2) 10 из 11\* - количество превышений ПДК из общего количества проб
- 3) (V) – месяц превышения ПДК

Расчетным путем, по приращению расходов в реки Сак-Элга и количествах переносимых компонентов по массе установлена доля подземного питания реки Сак-Элга и концентрации привносимых подземными потоками компонентов. Рассмотрены 3 линейных участка реки Сак-Элга:

1. от истечения реки Сак-Элга до впадения в неё ручья Рыжего;
2. от слияния реки Сак-Элга и ручья Рыжего до створа между хвостохранилищем № 4 и «Александровским мостом» по автодороге «Карабаш-Миасс»;
3. от указанного выше створа до устьевой части р.Сак-Элга.

Результаты расчетов приведены в табл. 22.

Таблица 22 - Приращения компонентов перемещаемых рекой Сак - Элга по длине

№ п/п	Компонент	Линейный участок:		
		от створа - 3 до устья Рыжего ручья	от устья ручья Рыжего (створы 3-4) до створа 5	от створа 5 до устья р.Сак – Элга
1.	Объем приращения стока, тыс./м <sup>3</sup>	396	2233	1105
2.	Сухой остаток	$\frac{910987*}{2300}$ (2,3)	$\frac{1866596}{836}$ (0,84)	$\frac{1571176}{1422}$ (1,4)
3.	Магний	$\frac{62874}{159}$ (3,2)	$\frac{16353}{7,3}$ (0,15)	-146840
4.	Железо (общее)	-6112		$\frac{214778}{194,4}$ (648)
5.	Медь	$\frac{135}{0,34}$ (0,34)	$\frac{1154}{0,5}$ (0,5)	$\frac{1858}{1,68}$ (1,7)
6.	Цинк	$\frac{990}{2,5}$ (2,5)	$\frac{12261}{5,5}$ (5,5)	$\frac{2834}{2,565}$ (2,6)

Примечание:

$\frac{910987}{2300}$  в числителе - масса в кг;

$\frac{2300}{159}$  в знаменателе – содержание в мг/дм<sup>3</sup>

В скобках – превышение ПДК (по СанПиН 2.1.5.980–00 и ГН 2.1.5.1315–03»).

Анализируя полученные данные, отмечаем, что такие компоненты как сухой остаток и цинк имеют в дополнительном (подземном) притоке концентрации более высокие (в 2-3 раза, а по марганцу на участке 1 – в 15 раз), чем основного поверхностного потока.

Высокие концентрации аммиака и аммонийного иона на участках 1 и 2 объяснимы влиянием техногенного фактора: утечками из канализационных систем (участок № 1) и стоками из бездействующих городских очистных



сооружений. На нижнем участке (участок 3) отмечается падение содержания соединений азота в 2 раза (до 0,66 ПДК). Повышенное, по сравнению с основным потоком, содержание мышьяка (до 1,3 ПДК против 0,48 ПДК) в приточных водах отмечается только на участке 3 и объясняется, скорее всего, выщелачиванием сульфидно-силикатных образований выстилающих поверхность поймы р.Сак-Элга.

На этом же участке снижается в 1,5 - 2 раза содержание ионов кальция и магния.

Хвостохранилище № 4 в большей части своей заполнено твердыми осадками и лишь в хвостовой части расположено озерцо треугольной в плане формы длиной по основанию треугольника 200 м, по высоте – 170 м. Вода прозрачная, без видимых взвесей. В районе озерца уклон поверхности к береговой линии со следами размыва.

Разделяющий занятую хвостохранилищем ложину и расположенную к востоку часть долины р. Сак-Элга хребет, в районе седловины, примыкающей к озерцу, носит следы техногенного воздействия. По всей вероятности здесь был устроен аварийный водосброс. В настоящее время он пересыпан узкой (до 5 м поперху) дамбой высотой до 5-7 м. К западу от дамбы расположена копань в скальных грунтах размером в плане 40х40 м, на дне которой отмечается слой воды в 15-20 см (проба 6).

Восточнее дамбы заболоченностью округлой формы диаметром 30 м начинается линейное понижение восточной ориентации, в верхней части переувлажненное. Водоток отсутствует. Из заболоченности, заполненной водой и поросшей рогозом, осокой и кустарником ивы отобрана проба воды (проба 7). Магния, в пробе 7 выше в 2-3 раза. Содержание железа общего, меди, цинка в обеих пробах не превышает ПДК для водоемов общего пользования. Все это позволяет сказать, что хотя мы и имеем несколько различные типы вод, существенного влияния на них хвостохранилище не оказывает.

Таблица 23 - Результаты химанализа проб воды и грунта в районе хвостохранилища №4 (2005 г.)

Компоненты	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6	Проба 7
рН, ед. рН	5,18	4,37	2,46	7,73	8,14
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	1,47	124456	512,3	-0,25	0,03
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	0,23	955	14,3	-0,05	0,10
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	4,33	810	14,1	0,02	0,17

Ручей «свалка» (исток расположены на юго-западной окраине городской свалки), вытекающий из хвостовых отложений долины р. Сак-Элга, носит явные следы техногенного воздействия. Вода в нем (проба 5) имеет кислую реакцию (рН

2,46), с превышением ПДК магнию (7,6 ПДК), железу общему (1708 ПДК), меди и цинку (14 ПДК), т.е. по всем определяемым металлам. Наиболее известный на изучаемой территории источник загрязнения ручей Рыжий в составе своих вод имеет (из перечисленных компонентов) более высокие, чем в ручье «свалка»

Объяснить столь высокие содержания металлов в воде ручья «свалка» можно тем, что живой сток в нем проявляется периодически и, следовательно, воды ручья являются продуктом промывки покрывающих поверхность поймы шламов и «хвостов» атмосферными и талыми водами.

Анализ пробы грунта, отобранной из прирусловой части ручья, показал экстремально высокое содержание меди (918 ПДК), цинку (35 ПДК). Ненормируемых МУ 2.1.7.730-99 (гигиеническая оценка качества почвы) компонентов содержится: железа 124456 мг/кг; водородный показатель рН 4,37. Растительность по пойме ручья – тростник.

Севернее проектируемой плотины на р.Сак-Элга вдоль подножья восточного склона Карабашских гор расположено болото. Восточной его границей в южной части (наиболее узкой) является гряда скальных останцев. Далее болото расширяется до 500 – 600 м и ограничивается вначале также скальным линейным останцем, а затем отвалом обводного канала, проходящего в 250 – 300 м от левого берега, параллельно основному руслу р.Миасс. Северной границей болота являются южные отроги горы Черной. Максимальная ширина болота отмечается в северной его части (до 750 м), минимальная - в южной (до 100 м).

Болото переходного типа со смешанной растительностью от осоковой (осока, рогоз, тростник) до топяной (пушица). Общая поверхность болота слабовыпуклая, осложненная скальными останцами, образующими «островки» и внутриболотными озерцами незначительных (в пределах нескольких метров) размеров. Средняя отметка поверхности болота (282-283 м) значительно выше отметки уреза воды в р. Миасс - Карасевский пруд (274,6 м) и отметки дна (270,5 м). С поверхности болота наблюдается сток в виде ручьев постоянного (ручей Южный, стекающий на левобережную пойму р. Сак-Элга) и периодического (ручей Северный, впадающий в обводной канал) действия. В 600 м на юг от северной окраины болота в отвале, окаймляющем канал, отмечается промоина шириной поверху 25-30 м, по низу до 5 м, глубина врезе относительно гребня отвала – 7 - 8 м.

С запада к промоине примыкает циркообразное эрозионное образование длиной по фронту (по границе) болото до 40 - 50 м при ширине порядка 5 - 7 м. Западная стенка вертикальная высотой до 2,5 м, осложненная глыбовыми обрушениями. В разрезе стенки обнажаются (сверху вниз) – торф осоково-топяной, коричневый, средней степени разложения, с корнями растительности в верхней части, мощность торфяной толщи до 0,7 м; подстиляется сероатой огненной глиной с высоким содержанием сапропелей и растительного (травяного) детрита различной степени сохранности, мощностью слоя до 1,3 м; подстилающим слоем являются галечниково-гравийные отложения полимиктового состава (кварциты, темноцветные породы) хорошо окатанные,

несортированные, с песчано-глинистым заполнителем, вскрытая мощность слоя до 1.0 м (полная не установлена).

По контакту торфа с глиной и из гравийно-галечных отложений отмечаются линейные выходы грунтовых вод. Всего таких выходов, образующих локальные ручейки, отмечается до 5. Общий расход ручья (ручей «Восточный») после слияния визуальнo оценен в 5 л/сек. Впадает ручей Восточный в обводной канал, слой воды в котором колеблется от 10-15 см в месте растекания ручья до 0,7 м у восточного борта канала.

В ходе маршрутного обследования отобрано 5 проб воды:

- из озерца в западной части болота (проба 1);
- из ручья Южного в южной части болота (проба 2);
- из линейного высачивания в торфах (проба 8);
- из линейного высачивания в гравийно-галечниковых грунтах (проба 9).
- из суммарного стока (ручей Восточный, проба 10).

Результаты химических анализов проб приведены в таблице 24.

По анионному составу воды южной и западной частей болота (проба 1 и 2) и восточной части несколько отличны. При характерном содержании сульфат-иона в пределах 167-260 мг/дм<sup>3</sup>, в пробах 8-10 отмечается не свойственное водам Карабашского промрайона содержание гидрокарбонат иона в количестве 225 -232 мг/дм<sup>3</sup> (против 37 и 85 мг/дм<sup>3</sup> в пробах 1 -2), что можно объяснить удаленностью восточных водопунктов от массива Карабашских гор и ослаблением влияния горизонта подземных вод скальных пород на гидрохимический состав. Несомненно также регенеративное воздействие болотных и подстилающих минеральных отложений на качественный и количественный состав подземных вод. Из 18 определенных компонентов (из них 8 регламентируемых) лишь для 4-х (железо, марганец, никель и свинец) установлены содержания, превышающие ПДК. Повышенное содержание никеля отмечено для четырех проб (в 1,3 – 1,85 ПДК). Наиболее высокие содержания железа общего отмечено для пробы 2 (Южный ручей, 76 ПДК); на порядок меньше содержания железа в пробе 1 (озерцо, 7 ПДК); и ещё меньше (2 ПДК) – в ручье Восточном (проба 10). Повышенное содержание марганца также характерно для западной зоны

Таблица 24 - Результаты химанализа проб воды в районе левобережного болота

Компоненты	Проба 1	Проба 2	Проба 8	Проба 9	Проба 10
рН, ед. рН	6,6	6,25	7,25	7,60	8,10
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	2,03	22,8	0,05	0,24	0,58
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,47	0,061	0,099	0,132
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,06	0,05	0,164	0,143	0,347

Наименее загрязненной, в итоге, оказывается грунтовая вода, содержащаяся в торфах (проба 8), но и в ней обнаружен только цинк в количестве, превышающем ПДК в 1,35 раза. Что позволяет судить о высоких сорбционных способностях толщи больных отложений и, в частности, торфов.

Сравнительный анализ единичных проб воды из р. Сак-Элга и Рыжего ручья, отобранных при проведении маршрутного обследования в 2005 г., с результатами предшествующих исследований 2004 года (табл. 25 и 26) позволяет судить о сопоставимости полученных ранее (2004 г.) результатов и, соответственно стабильности химического состава.

Таблица 25 - Сравнительные результаты химического анализа воды из ручья Рыжего

№№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований (17.07.2005г.)	Величи на допусти мого уровня	Превышен ие допустим ого уровня Сср/ПДК	Содержание за 2004г.	
					максима льное	Среднее
1	2	3	4	5	6	7
I. Количественный химический анализ						
Обобщенные показатели						
2	Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	6726,0	1000	6,73	5564,0	3970,0
Неорганические и органические вещества						
3	Железо, мг/дм <sup>3</sup> .	70,0	0,3	233	273,6	183,2
10	Медь, мг/дм <sup>3</sup> .	1,01	1,0	1,01	44,8	10,8
12	Цинк, мг/дм <sup>3</sup> .	34,61	1,0	34,6	1,95	0,07

Таблица 26 - Сравнительные результаты химического анализа воды из р. Сак-Элга (створ мост автодороги Карабаш-Миасс)

№ п/ п	Определяемые показатели	Результаты исследований (17.07.2005г.)	Величи на допуст имого уровня	Превыше ние допустим ого уровня Сср/ПДК	Содержание за 2004г.	
					максим альное	среднее
1	2	3	4	5	6	7
I. Количественный химический анализ						
Обобщенные показатели						
Неорганические и органические вещества						
2	Железо, мг/дм <sup>3</sup> .	1,47	0,3	4,9	72,1	10,73
8	Медь, мг/дм <sup>3</sup> .	0,23	1,0	0,23	0,85	0,436
10	Цинк, мг/дм <sup>3</sup> .	4,33	1,0	4,33	9,2	1,056

### 3.3 Районирование

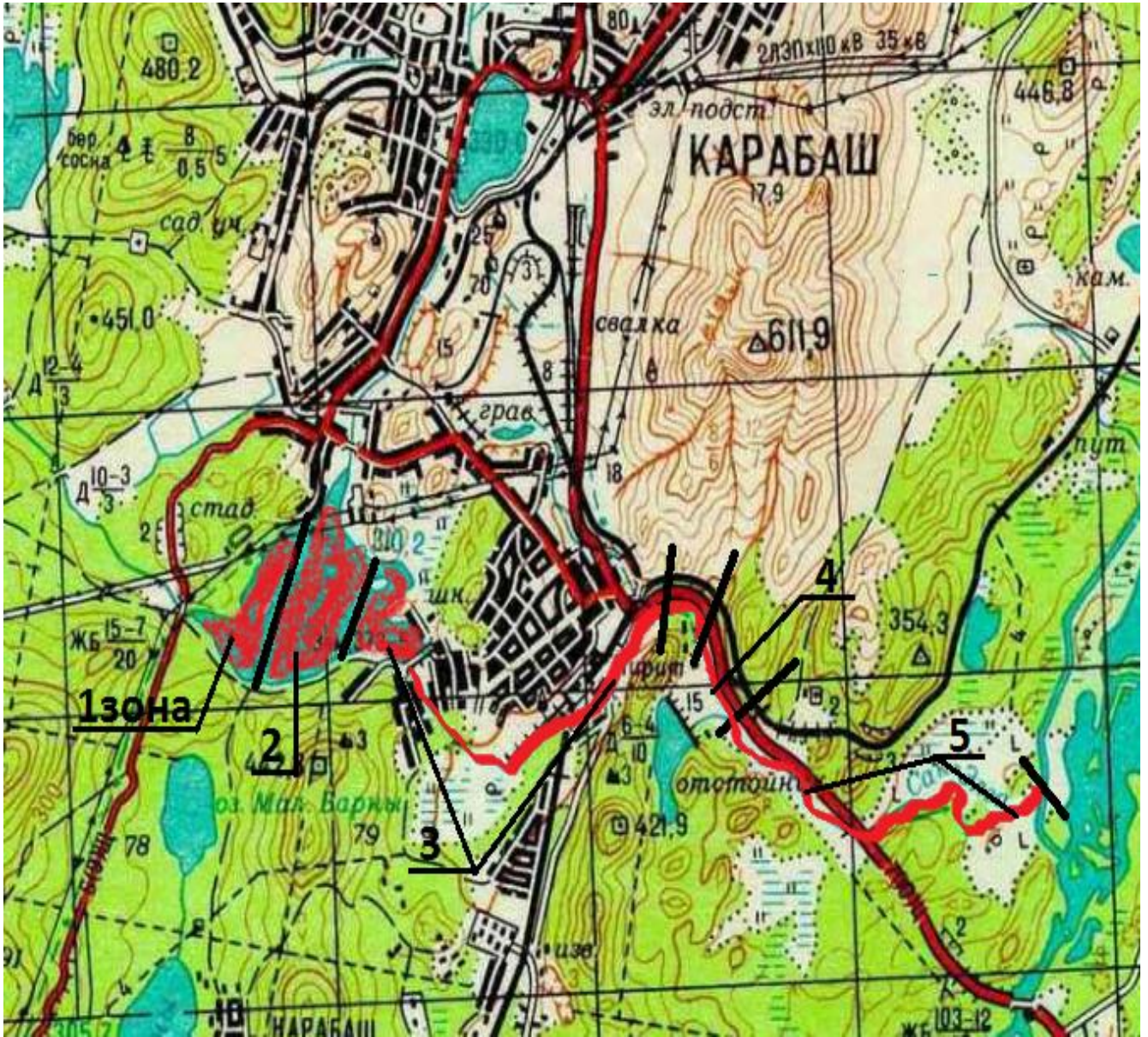


Рисунок 10 - Карта районирования

I – зона условно фоновая с незначительным загрязнением в паводковый период за счет мобилизации металлов при снеготаянии и в меженный период за счет вымывания металлов из аэралью загрязненных почв;

II – зона первоначального загрязнения поверхностным стоком р. Серебрянки и вторичной мобилизации металлов из донных отложений Богородского пруда;

III – зона частичной реабилитации – нижняя треть Богородского пруда и участок с гидроморфными болотистыми почвами и обильными сообществами макрофитов на участке от тупикового окончания ж/д путей ст. Пирит до впадения ручья "Рыжего";

IV – зона повторного загрязнения поверхностным стоком – впадение ручья ”Рыжего” с ультракислой средой, максимумом ацидофильной микрофлоры и миграционно активными формами металлов в виде свободных ионов;

V – зона повторного загрязнения подземным стоком, мобилизацией металлов из донных отложений и плоскостным смывом вод из окисляющихся сульфидсодержащих ”хвостов” в пойме р.Сак-Элга на участке от устья ручья ”Рыжего” до впадения в р. Миасс

#### 4 Эколого-экономическая оценка эффективности реабилитационных мероприятий

Вся критически нависшая ситуация с состоянием водных объектов бассейна реки Сак-Элга, позволяет предложить три основных реабилитационных мероприятия:

1-ое – отвод чистого стока р.Сак-Элги в р. Б. Киалим. Обводной канал проектируется от места впадения р. Сак-Элга через систему озер М. Барны, Б. Барны в р. Б. Киалим. Как видно из таблицы 26 , состав воды водных объектов примерно одинаков. Поэтому следует сделать вывод, что обводной канал не окажет воздействие на водные ресурсы района. Отвод условно чистого стока по каналу не исключает сток р.Сак-Элга из водного баланса Аргазинского водохранилища, исключается только поступление загрязняющих веществ. Этот канал не снижает загрязнение, но позволяет снизить транспортирующую способность р. Сак -Элга, и снизить интенсивность «промывки» сульфидно-силикатных «хвостов», расположенных в пойме р. Сак -Элга.

Таблица 27 - Химический состав воды водных объектов

	ПДК	Б.Киалим	Сак-Элга	М.Барны
Железо общее, мг/л	0,3	0,68	0,3	0,05
Медь, мг/л	1,0	0,002	0,009	0,019
Цинк, мг/л	1,0	0,061	0,036	0,115

2-е – Гидрботаническая площадка – водохранилище в устье реки - наиболее эффективный элемент системы защиты Аргазинского водохранилища - позволит захоронить сульфидсодержащие отходы, создать анаэробные условия, которые замедлят процессы окисления  $FeS_2$ , и при образовании экранирующего слоя по дну водохранилища процессы выщелачивания прекратятся.

Территория, где будет сформирован водоем, не имеет почвы в классическом понимании, а имеет отходы техногенного образования. И по результатам исследований получается, что сами отходы являются источниками загрязнения. На этих отходах не растут растения, но что самое важное водорастворимые вещества мигрируют в атмосферный воздух и в присутствии дождей и таяния снега мигрируют в водные объекты. Концентрация в атмосферном воздухе сернистого ангидрида на шламовом поле по результатам исследований составила 100 ПДК. Такая миграция загрязняющих веществ благоприятна при аэробных условиях. Когда будут созданы анаэробные условия, то миграции таких загрязняющих веществ как серная кислота и двуокись серы в атмосферный воздух наблюдаться не будут. А при поддержании водной среды водоема с рН равной 6-7 не будет наблюдаться миграция загрязняющих веществ из отходов в водный объект.

Для того, чтобы создать нейтральную среду в водоеме нами предлагается, как и в классическом случае - известкование кислых почв, а также подачу воды с нейтральной рН, для заполнения водоема. Снижение кислотности почв до оптимальных значений рН будет, способствовать зарастанию водоема водной растительностью и не будет наблюдаться миграция загрязняющих веществ из отходов в воду и атмосферу.

Кроме того, здесь же улучшится атмосфера. В пойме р. Сак-Элга обнаружено присутствие в атмосферном воздухе превышения ПДК сернистого ангидрида – в 170 раз, серной кислоты в 3,6 раз. В анаэробных условиях исключается испарение с поверхности «хвостов» и, следовательно, образование выцветов, представляющих собой водорастворимые соли сульфатов, которые и в настоящее время в результате плоскостного смыва попадают в водотоки, а с ними в Аргазинское водохранилище.

Гидрботаническая площадка позволяет перехватить 404 т железа, почти 10 т меди, 22 т цинка.

3-е - Очистные сооружения на р.Рыжем. Раскисление стока р. Рыжий благоприятно скажется на экологическом состоянии реки Сак-Элга на участке после впадения ручья, и будет способствовать более быстрому созданию новой экологической системы «гидрботаническая площадка (водохранилище)» с развитием в ней процессов по сценарию Ольховского пруда.

Для снижения рН наиболее эффективно применение известкового молока  $\text{CaO} \times n \text{H}_2\text{O}$ .

В таблице приведены данные об эффективности нейтрализации по снижению загрязнения воды тяжелыми металлами.

Анализ показывает, что с помощью нейтрализации можно достичь качество воды для водоема хозяйственно-бытового назначения.

Для доочистки воды возможно применение сорбционного метода с помощью таких сорбентов как опока и криноптилолит. Анализ показал, что применение этих сорбентов достаточно эффективно. Однако, сорбционный метод очистки воды довольно дорог. Оптимальным представляется биосорбционный метод очистки воды.

Станция нейтрализации позволяет перехватить 109 т железа, 6,5 т меди; аккумуляционный фитофильтр – 4,6 т железа, 270 кг меди.

В следствии этого можно предположить, что в результате функционирования этих реабилитационных объектов произойдет улучшение качества окружающей среды, улучшение здоровья жителей г. Карабаш, а так же уменьшится негативное влияние на Аргазинское водохранилище. (табл. 28).



Таблица 28- Воздействия проектируемых сооружений на окружающую среду

Элементы окружающей среды	Проектируемые сооружения		
	Обводной канал	Очистные сооружения на руч. Рыжий	Гидрботаническая площадка
Атмосфера	Не влияет	Не влияет	Снижение содержания в атмосферном воздухе над территорией 102 га сернистого ангидрида - с 260 до 1,5 кг; серной кислоты - с 3,4 до 0 кг; оксида азота - с 6,1 до 1,2 кг
Водные ресурсы	Не влияет	Добавляет 627300 м <sup>3</sup> /год воды хозяйственно-бытового назначения	Добавляет 9780200 м <sup>3</sup> /год воды хозяйственно-бытового назначения
Земельные ресурсы	Не влияет	Облагораживание ландшафта	Облагораживание территории
Животный и растительный мир	Не влияет	Не влияет	Увеличение количества водных и около водных птиц
Человек	Не влияет	Ликвидация экологического ущерба в размере 287,3 руб./год на 1 жителя	

Эффективность от реализации вводно-экологических мероприятий следует рассматривать в социально-экономических аспектах.

В социальном аспекте эффективность достигается за счет устранения негативного влияния загрязненной воды на здоровье людей. Снижение ущерба здоровью людей в значительной степени улучшает демографическую ситуацию и минимизирует экономические потери.

Основными социальными результатами реализации программы реабилитации р. Сак-Элга являются:

- повышения уровня комфортности проживания населения;
- сохранение единственного водоисточника Челябинского промузла;
- снижение заболеваемости населения по причинам потребления некачественной воды и загрязненных продуктов;
- улучшение водных объектов территории;
- увеличение рекреационных возможностей водных объектов области.

Комфортность проживания людей повышается и за счет ликвидации загрязненных территорий, что предусматривается в пойме р. Сак-Элга.

В экономическом аспекте эффективность реабилитационных мероприятий достигается за счет увеличения ресурсов чистой воды и возможности использовать в хозяйственной деятельности рекультивируемую территорию.

Эффективность реализации проекта характеризуется следующими показателями:

1. Увеличение ресурсов поверхностных вод.

Дополнительно в народном хозяйстве может использоваться вода:

- ручья Рыжий – 0,6 млн. м<sup>3</sup>/год;
- р.Сак-Элга - 4,5 млн. м<sup>3</sup>/год

Ежегодно на водоочистку 1 млн. м<sup>3</sup> забираемой воды требуется реагентов на сумму 129,4 тыс.руб. (данные с очистных сооружений Шершневого водохранилища). В среднем экономия за счет снижения уровня загрязнения воды р.Сак-Элга и руч.Рыжий составит порядка 0,6 млн. руб. в год

2. Оценка экологического ущерба, как меры фактического отрицательного антропогенного воздействия на здоровье населения.

Согласно предлагаемой методике общие усредненные затраты на поддержание соответствующего уровня здоровья населения составляют около 100 \$ США на человека в год, что соответствует 2873 рублей на человека в год (по курсу декабря 2005 года).

Исходя из того, что вклад экологического фактора на ущерб здоровья населения составляет 20%, находим  $2873 \times 0,2 = 574,6$  руб. на одного человека в год.

В данном случае оценивается вклад потребления некачественной питьевой воды в расчете общего ущерба здоровья населения.

Учитывая, что вода является средой аккумулирующей вредные вещества из атмосферы и почвы, при расчете общего ущерба здоровья населения принять влияние воды за 50%.

При этом ущерб составляет  $574,6 \times 0,5 = 287,3$  руб./год на человека.

Оценочный ущерб на все население г.Карабаша составит:

$287,3 \times 16000 = 4,6$  млн.руб.

Оценочный ущерб промузла г.Челябинска составит:

$287,3 \times 750$  тыс. чел. = 215,5 млн.руб.

Таким образом, экономическая эффективность программы составит  $0,6$  млн.руб. + 215,5 млн.руб. + 4,6 млн.руб. = 220,7 млн. руб. в год

## 5 Обоснование комплекса мероприятий системы охраны Аргазинского водохранилища от загрязнений

### 5.1 Оценка воздействия обводного канала на водные ресурсы

В результате реализации мероприятия обводной канал проектируется от места впадения р.Сак-Элга через систему озер М.Барны, Б.Барны в р.Б.Киалим. Состав воды водных объектов приведен в табл. 29.

Как видно из таблицы, состав воды примерно одинаков. Поэтому следует сделать вывод, что обводной канал не окажет воздействие на водные ресурсы района. Отвод условно чистого стока по каналу не исключает сток р.Сак-Элга из водного баланса Аргазинского водохранилища, исключается только поступление загрязняющих веществ.

Таблица 29 - Химический состав воды водных объектов

	ПДК	Б.Киалим	Сак-Элга	М.Барны
рН, ед	6,0-9,0	7,51	7,15	7,7
Железо общее, мг/л	0,3	0,68	0,3	0,05
Медь, мг/л	1,0	0,002	0,009	0,019
Цинк, мг/л	1,0	0,061	0,036	0,115
Прозрачность, см		23,5	29	25

### 5.2 Воздействие очистных сооружений на водные ресурсы

Станция нейтрализации представляет из себя комплекс сооружений с реагентным хозяйством. Реагенты будут доставляться в герметичных мешках, поэтому воздействие на атмосферный воздух оказывать не будут. Полученный шлам со станции нейтрализации можно использовать для приготовления шихты на Карабашском медеплавильном комбинате после проведения соответствующих испытаний или вывозить на ботаническую площадку для создания экранирующего слоя водохранилища.

Предложен способ доочистки нейтрализованных и осветленных вод с использованием сорбентов, который предусматривается в комплексе сооружений станции нейтрализации.

Предполагаемое количество извлечения из воды загрязняющих веществ на очистных сооружениях представлено в табл. 30.

Таблица 30- Эффективность мероприятий по извлечению загрязняющих веществ

Наименование	Ручей Рыжий		р.Сак-Элга
	Извлечение из воды загрязняющих веществ	Извлечение из воды загрязняющих веществ	Аккумуляция загрязняющих веществ
	Очистные сооружения		
	98% (станция нейтрализации)	1,5% (АФФ)	на гидрботанической площадке
	кг в год		
Железо общее, мг/л	112627,5	1723,9	155959,3
Медь, мг/л	6624,8	101,4	1861,9
Цинк, мг/л	439,8	6,7	11604,7
Объем хозяйственно-бытового назначения в год, тыс. м <sup>3</sup>	627,3		3700,00

Таким образом, прирост водных ресурсов с показателями качества воды хозяйственно-бытового назначения составляет 627,3 тыс. м<sup>3</sup>/год.

### 5.3 Оценка воздействия гидрботанической площадки и ограждающей дамбы на водные ресурсы

Строительство сооружений ботанической площадки и ограждающей дамбы проектируется на участках, занятых техногенными отложениями и отдаленных от города, где естественный рельеф не сохранился. Данную территорию можно рассматривать как земельные ресурсы, занятые техногенными отходами. Создание площадки позволит улучшить техногенный ландшафт и облагородит территорию, а в дальнейшем создаст условия для места обитания водных и около водных птиц. Таким образом, данное мероприятие оказывает благотворное влияние на земельные ресурсы с их возвратом в размере 102 га.

Гидрботаническая площадка – водохранилище в устье реки позволит захоронить сульфидсодержащие отходы, создать анаэробные условия, которые

замедлят процессы окисления  $\text{FeS}_2$ , а при образовании экранирующего слоя по дну водохранилища процессы выщелачивания прекратятся. В анаэробных условиях исключается испарение с поверхности «хвостов» и, следовательно, образование выцветов, представляющих собой водорастворимые соли сульфатов, которые и в настоящее время в результате плоскостного смыва попадают в водотоки, а с ними в Аргазинское водохранилище. На водохранилище гидрботанической площадки будут осаждаться влекомая водным потоком взвесь и аккумулироваться загрязняющие вещества представленные в табл. 29. Частичное снятие загрязняющей нагрузки с профильтровавшейся из водохранилища воды предполагается устройством фильтрующего зуба в основании плотины со стороны низового откоса. Материал фильтра зуба – глауконитовые пески, либо продукты переработки металлургических шлаков. Предусмотрена возможность замены материала фильтра зуба.

Перед заполнением водохранилища гидрботанической площадки поверхность техногенных отложений обрабатывается известью (снижение кислотности почв до оптимальных значений рН будет способствовать зарастанию водоема водной растительностью и не будет наблюдаться миграция загрязняющих веществ из отходов в воду). По мелководью производится посадка тростника.

Сброс излишков воды из водохранилища и установление проектного уровня в нем будет происходить в автоматическом режиме, по естественному понижению в левом берегу и переливом через верх донного водовыпуска. Сброс воды через донное отверстие не допускается. Сток реки Сак-Элга, проходя по естественному понижению, далее - болото, которое является естественным биофильтром и способствует его очищению перед поступлением в Карасевский пруд.

## Заключение

### **Дана оценка состояния водосборной территории реки Сак-Элга и предложены основные природоохранные мероприятия**

Город Карабаш в настоящее время является зоной экологического бедствия, по эколого-экономическому районированию Челябинской области – район с кризисной ситуацией. Накопление источников загрязнения на его территории произошло в результате многолетней производственной деятельности Карабашского медеплавильного комбината. Загрязнены все водные объекты в большей или меньшей степени. Река Сак-Элга является магистралью, по которой железо, медь, цинк, и другие загрязняющие вещества, опасные в токсикологическом отношении, попадают в Аргазинское водохранилище. Актуальность проблемы предопределяется тем фактом, что и в настоящее время прослеживается устойчивая тенденция к увеличению содержания токсичных элементов в донных отложениях северной части Аргазинского водохранилища. Именно такое положение превращает Карабаш в проблему областного, а если учесть, что в Челябинском промузле проживает каждый сотый житель России – то и федерального значения. Защита Аргазинского водохранилища - единственного водоисточника г. Челябинска и промузла, является фактором высокой социальной и экологической значимости.

Проектом, рассмотрены мероприятия по защите водных объектов с экологических позиций и предлагаемых к реализации:

1. Создание гидрботанической площадки - водохранилища в устье реки Сак-Элга.
2. Раскисление стока Рыжего ручья на очистных сооружениях станции нейтрализации.
3. Строительство ограждающей дамбы в междуречье (правая пойма р. Сак-Элга – левобережный склон долины р. Бол. Киалим).
4. Строительство регулирующих сооружений на р. Сак-Элга в створе перед Богородским прудом.
5. Проведение постоянного мониторинга за техногенными объектами и р. Сак-Элга до начала строительства, во время и по завершении строительных работ основных сооружений.

Гидрботаническая площадка – водохранилище в устье реки позволит захоронить сульфидсодержащие отходы, создать анаэробные условия, которые замедлят процессы окисления  $FeS_2$ , а при образовании экранирующего слоя по дну водохранилища процессы выщелачивания прекратятся. Кроме того, предотвращается ветровая эрозия поверхности «хвостов» и соответственно перемещение ветром сульфидсодержащей пыли на окрестности. В анаэробных условиях исключается испарение с поверхности «хвостов» и, следовательно, образование выцветов, представляющих собой водорастворимые соли сульфатов, которые и в настоящее время в результате плоскостного смыва попадают в водотоки, а с ними в Аргазинское водохранилище. Водохранилищем гидрботанической площадки аккумулируется влекомая водным потоком взвесь.

Частичное снятие загрязняющей нагрузки с профильтровавшейся из водохранилища воды предполагается устройством фильтрующего зуба в основании плотины со стороны низового откоса. Материал фильтра зуба – глауконитовые пески, либо продукты переработки металлургических шлаков. Предусмотрена возможность замены материала фильтра зуба.

Перед заполнением водохранилища гидрботанической площадки поверхность техногенных отложений обрабатывается известью, а по мелководью производится посадка тростника. Сброс излишков воды из водохранилища и установление проектного уровня в нем будет происходить в автоматическом режиме, по естественному понижению в левом берегу и переливом через верх донного водовыпуска. Сброс воды через донное отверстие не допускается. Сток реки Сак-Элга, проходя по естественному понижению, далее - болото, которое является естественным биофильтром и способствует его очищению перед поступлением в Карасевский пруд.

Очистка стока основного поставщика ультракислого стока ручья Рыжий благоприятно скажется на экологическом состоянии реки Сак-Элга на участке после впадения ручья, и будет способствовать более быстрому созданию новой экологической системы «гидрботаническая площадка (водохранилище)» с развитием в ней процессов по сценарию Ольховского пруда.

Со строительством ограждающей дамбы в междуречье прекратится перемещение «хвостов» по направлению к р.Бол.Киалим.

Отвод условно чистого стока через систему озер Малые и Большие Барны, реку Бол. Киалим и далее в р.Миасс не исключает сток р.Сак-Элга из водного баланса Аргазинского водохранилища, исключается только поступление загрязняющих веществ. Проектом предусмотрена возможность регулирования объема отводимого стока с учетом хозяйственной обстановки и экологического состояния водных объектов по р.Сак-Элга.

Строительство сооружений ботанической площадки и ограждающей дамбы проектируется на участках, где естественный рельеф не сохранился, занятых техногенными отложениями и отдаленных от города. Регулирующие сооружения в створе перед Богородским прудом и отводящий канал р.Сак-Элга – оз.Мал.Барны также не нарушают селитебной территории г.Карабаша. Проектируются эксплуатационные дороги, в местах, где дороги практически отсутствуют, на открытом отводящем канале предусмотрены переезды и съезды к ним. Дороги и переезды будут способствовать миграции людей и животных. Параметры поперечного сечения канала рассчитаны на пропуск расчетных расходов при скоростях течения воды не допускающих заиления размыва канала и эрозию прилегающей территории.

Нарушенные при строительстве автомобильные дороги и земли восстанавливаются, карьер суглинка подлежит рекультивации. Есть еще вариант использования отработанного карьера: создать из него водоприемник поверхностных вод, дождевых и талых, в настоящее время подтапливающих застройки и коммуникации.

## Охрана вод

Все вышеизложенные мероприятия и проектируемые сооружения для их осуществления, направлены на охрану вод и водных объектов.

## Охрана ландшафта, растительного и животного мира

По физико-географическому районированию Челябинской области территория Карабашского промузла относится к горно-лесной зоне, провинции восточных предгорий, озерно-лесной подзоне сосново-лиственных лесов. На большей части затрагиваемой проектом территории сформировался техногенный ландшафт, произошла деградация растительного и животного мира. Сложилась ситуация характерная для крупных горнорудных узлов, в которых добыча руды и ее переработка производились без соблюдения экологических требований и без выполнения природоохранных мероприятий. Поэтому строительство ботанической площадки – водохранилища в устье р. Сак-Элга, развитие высшей водной растительности в нем улучшит техногенный ландшафт и облагородит территорию и в последующем создаст условия как место для обитания водных и около водных птиц.

Регулирующие сооружения на р. Сак-Элга перед Богородским прудом, и отводящий канал р. Сак-Элга – оз. Мал. Барны, проектируются на территории с частично сохранным ландшафтом и, соответственно, среды обитания животного мира. Строительство регулирующих сооружений ведется в пойме реки, зона временного затопления находится в границах фактического затопления, формирующегося в результате подпора от водопропускных труб под автодорогой, при прохождении через них расходов реки во время паводков (паводков).

Строительство отводящего канала нарушает ландшафт незначительно. Канал проходит по незастроенной, труднопроходимой территории, за пределами прибрежной защитной полосы Богородского пруда, обеспечивая сохранение пейзажа и целостности правобережья.. На непроходимой ранее территории строится автодорога, обеспечена возможность переезда (перехода) через канал.



## Библиографический список

1. Черняева, А.М., Водосбор. Управление водными ресурсами на водосборе, РосНИИВХ: учебное пособие/ А.М. Черняева - Екатеринбург: Изд-во «Виктор», 1994 - 160 с.
2. Рыбаков, Ю.С., Предупреждение загрязнения водного бассейна и почв цветными металлами с одновременной их утилизацией // Управление водным хозяйством России, РосНИИВХ: учебное пособие/ - Екатеринбург:, Ю.С. Рыбаков 1993 – стр. 61 - 63.
3. Черняев, А.М., Эколого-водохозяйственные проблемы, рациональное водопользование: учебное пособие/А.М. Черняева. - Екатеринбург: Изд-во «Виктор», 1995 - 366 с.
4. Россия: социально-экологические водные проблемы: под науч. ред. А.М.Черняева, Екатеринбург: РосНИИВХ, 1999 - 273 с.
5. Рыбаков, Ю.С., Геотехнологические методы защиты водных объектов от загрязнения отвалами забалансовых руд /Водное хозяйство: учебное пособие – 1999 - № 1 - стр. 77 - 83.
6. Рекультивация земель, нарушенных горными работами. - М.: ЦНИИ экономики и информации цветной металлургии, 1987 - 51 с.
7. Рекультивация земель на предприятиях цветной металлургии. М.: ЦНИИ экономики и информации цветной металлургии, 1990. -72 с
8. Денисов, С.Е., Эколого-экономический баланс как фактор устойчивого развития муниципального образования (на примере г. Карабаша) /«Экологическая политика в обеспечении устойчивого развития Челябинской области», Материалы Межрегиональной научно-практической конференции, декабрь 2005, г.Челябинск, стр.3-5.
- 9 Попов, А.Н., Применение водных макрофитов для очистки поверхностных вод от ионов металлов/«Водное хозяйство России» Проблемы, технологии, управление; Научно-практический журнал, Том 2, № 3, 2000, г.Екатеринбург.
10. Браяловская, В.Л., Очистка кислых подотвальных вод от ионов металлов гидрботаническим способом //Тез. докл. «Акватера» - СПб., 1999, 111 с.
11. СанПиН 2.1.4.559-96 Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
12. Терновцев, В.Е., Очистка промышленных сточных вод. - Киев: Будивельник, 1986. - 120 с.
13. Алкацев, М.И. Процессы цементации в цветной металлургии. - М: Металлургия, 1981.- 116с.
14. Химия промышленных сточных вод /Под ред. А.С. Рубина - М.: Химия, 1983.-360 с.
15. Удаление металлов из сточных вод. Нейтрализация и осаждение /Под ред. Дж.К.Кушни: Металлургия, 1987. - 176 с.
16. Попов, А.Н. Прогноз и регулирование качества поверхностных вод (на примере региона Урала): Автореф. дис. докт. техн. наук. - Екатеринбург: РосНИИВХ, 1995. -40с.

17. Горшков, В.А. Предотвращение загрязнения поверхностных вод шахтными водами: Дис. в виде науч. доклада. - Пермь: Институт экологии и генетики микроорганизмов, 1995. - 61 с.
18. Горшков, В.А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности. - М.: Недра, 1981. - 269 с.
19. Рыбаков, Ю.С. Охрана и предотвращение загрязнения водных объектов от стока с техногенных образований: Автореф. дис. докт.техн. наук.- Екатеринбург: РосНИИВХ, 1998.-40 с.
20. Пирмагомедов, Д.А. Защита водных объектов от загрязнений отвалами забалансовых медных руд (на примере Кальмакырского рудника): Автореф. дис. канд. техн. наук. - Екатеринбург: РосНИИВХ, 1996. - 20 с
21. Блинков, О.Г. Защита водных объектов от загрязнения стоком с отвалов молибденовых рудников (на примере Жирекенского месторождения): Автореф. Дис. канд. техн. наук.- Екатеринбург: РосНИИВХ, 1997.- 25 с.
22. Рыбаков, Ю.С. Применение геотехнологических методов для защиты водных объектов от загрязнения стоком с техногенных образований//Горный информационно-аналитический бюллетень.- 1999.- № 2.- С. 60 - 62.
23. Халезов, Б.Д., Кучное выщелачивание отвалов горных пород медных рудников как способ обезвреживания экологически опасных объектов//Горный журнал.- 1997.- № 11-12.- С. 198 - 206.
24. Блинков, О.Г. Кучное выщелачивание окисленных руд молибденового месторождения /Ю.С Рыбаков, О.Г.Блинков и др. //Горный журнал.- 1997.- № 11-12.- С. 207 - 210.
25. Халезов, Б.Д., Обезвреживание отвалов медно-цинковых руд кучным выщелачиванием с попутным извлечением металлов на примере отвалов рудника им. Ш Интернационала//Техноген - 97: Тезисы докладов научно-технической конференции. - Екатеринбург: Уральские ярмарки, 1997.- С.23 - 24.
26. Рыбаков, Ю.С., Очистка отвалов забалансовых руд и минерализованных пород Левихинского медно-цинкового месторождения//Водное хозяйство России.- 1999.- Т. 1.- № 2,- С. 110 - 120.
27. Рыбаков, Ю.С., Разработка технологических схем химической рекультивации отвалов руд и минерализованных пород//Проблемы охраны окружающей среды Уральского региона: Тезисы докладов научно-практического семинара.- Екатеринбург, 1997.- С. 76 - 77.
28. Комин, А.В. Защита реки Тагил от загрязнения сточными водами Левихинского рудника/А.В.Комин, Ю.С.Рыбаков и др.//Чистая вода России-97: Тезисы докладов международного симпозиума.- Екатеринбург, 1997.- С. 44 - 45.
29. Зеликман, А.Н., Теория гидрометаллургических процессов. - М.: Металлургия, 1983. - 424 с.
30. Рыбаков, Ю.С., Техногенные образования цветной и черной металлургии - источники загрязнения реки Тагил//Планирование водохозяйственной деятельности в бассейне реки Тагил: Сб. хр. международного научно-практического семинара.- Екатеринбург, 1999.- С. 85-88.

31. Чижов, Е.А., Применение геотехнологических методов для химической рекультивации техногенных образований цветной металлургии//Горный журнал.- 2000.-№ 1.- С. 29-31
32. Рыбаков, Ю.С., Проблема техногенных образований и защита водных объектов от загрязнения//Мелиорация и водное хозяйство.- 1999.- № 6 .-С. 45 - 48.
33. Рыбаков, Ю.С., Переработка техногенных образований как способ защиты водных объектов от загрязнения//Техноген - 97: Тезисы докладов научно-технической конференции.- Екатеринбург, 1997.- С. 19-20.