



**Введение.** *Актуальность темы исследования* определяется тем, что в стране каждый год исчезают до тысячи малых рек. Особенно сильному антропогенному давлению подвергаются реки, протекающие по территории крупнейших промышленных центров. Проводимые природоохранные мероприятия имеют низкую эффективность.

Анализ качества вод и изучение экологического состояния малых рек в условиях возрастающей антропогенной нагрузки занимает важное место в сохранении естественных свойств водных экосистем. В Саратове водохозяйственную обстановку определяет деятельность следующих предприятий: ОАО «Саратовский нефтеперерабатывающий завод», МУПП «Саратовводоканал», ООО «Саратоворгсинтез», АО «ЕПК Саратов», филиалы ОАО «Волжская ТГК» СарГРЭС – ТЭЦ-1, Саратовская ТЭЦ-2. Большинство из представленных предприятий находятся в Заводском районе и формируют основную техногенную нагрузку Южной промышленной зоны города.

Цель выпускной квалификационной работы - анализ качества воды реки Березина в пределах Южной промышленной зоны города Саратова.

*Основные задачи:*

- систематизировать теоретический и практический собранный материал;
- ознакомиться с показателями качества питьевой и технической воды;
- дать физико-географическую характеристику Южной промышленной зоны;
- рассмотреть особенности водопользования насосно-фильтровальной станции (НФС) ООО «Саратоворгсинтез»;
- рассмотреть методы фильтрации и очистки воды НФС;
- провести сравнительный анализ показателей качества воды реки Березина;
- проанализировать полученные результаты исследований и сделать выводы.

*Материалы и методы исследования.* Основой выпускной квалификационной работы послужили нормативные документы (ГОСТ, СанПиН, ГН); научно-информационные журналы; учебные пособия, доклады о состоянии окружающей природной среды и фондовые материалы ООО «Саратоворгсинтез».

*Научная новизна работы* определена следующими положениями:

1. Впервые проведено исследование качества воды в среднем и нижнем течении реки Березина на пяти участках.
2. Показано наложение санитарно-защитной зоны НФС и водоохраной зоны реки Березина.
3. Отмечается незначительное превышение ПДК по отдельным химическим показателям в среднем течении реки Березина и в нижнем течении в 4-11 раз.

*Практическая значимость работы.* Данная работа может использоваться как в учебном процессе, так и в целях мониторинга качества вод малых рек города Саратова.

Полученные данные о составе поверхностных вод характеризуют эколого-геохимическую обстановку и служат для оценки последующих изменений реки Березина.

*Положения выносимые на защиту:*

- состав поверхностных вод в основном определяется промышленными сбросами очищенных и неочищенных сточных вод;
- существует потенциальная опасность загрязнения воды реки Березина алюминием и его производными;
- исследуемая территория относится к наиболее неблагоприятным экологическим зонам города Саратова и река Березина относится к 7 классу качества вод.

*Структура и объем работы.* Выпускная квалификационная работа общим объемом 60 страниц машинописного текста состоит из введения, пяти

разделов, заключения, содержит 3 таблицы, 13 рисунков и два приложения. Библиографический список насчитывает 31 источник.

### **Основное содержание работы.**

**1. Химические показатели качества воды и их влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека.** Первый раздел посвящен рассмотрению химических показателей качества воды и их влияния на окружающую природную среду и здоровье человека.

Здоровье и продолжительность жизни, а также производственная безопасность во многом зависят от качества потребляемой питьевой и использованной технической воды, поскольку именно качество воды в значительной мере определяет характер и уровень инфекционных и неинфекционных заболеваний, генетических болезней, особенности развития организма человека [Иванов С.В., Федорова Э.Л., Темиров Э.Э. 2017.].

Лабораторные исследования, выявляющие состояния водных объектов, расположенных в зоне влияния промышленных предприятий, включают в себя химический анализ вод по таким показателям, как сухой остаток, содержание взвешенных веществ, сульфатов, хлоридов и т.д.

**2. Физико-географическая характеристика Южной промышленной зоны города Саратова.** Во втором разделе приводится краткая физико-географическая характеристика исследуемой территории. Раздел раскрывает возможные антропогены и природные факторы загрязнения воды реки Березина.

Промышленная зона Саратова расположена в южной части Заводского района. Объект исследования находится в Южном ландшафтном подрайоне города Саратова. На территории свыше 10 км<sup>2</sup> находятся такие предприятия как ООО «Саратоворгсинтез», ПАО Саратовский НПЗ, Саратовская ТЭЦ-2. Данные предприятия обуславливают водохозяйственную обстановку в Заводском районе.

Участок НФС расположен в районе, относящемся к аккумулятивному генетическому аллювиальному типу равнин с поверхностью террасы

раннехвалынского возраста. Территория слияния рек Чернихи и Березина относится к тому же генетическому типу террас высокой и низкой поймы голоценового возраста. Пониженный характер рельефа играет своеобразную роль – здесь преобладают южные ветры и ослабевает западная адвекция воздушных масс [Иванов А.В., Макаров В.З., Чумаченко А.Н., 2007.].

Наибольшую площадь на рассматриваемой территории занимают плоские слабонаклонные нерасчлененные поверхности, сформированные на пролювиальном шлейфе под южными суглинистыми солонцеватыми черноземами, а также наклонные поверхности аккумулятивных террас долины реки Волги и ее притоков с солонцеватыми южными черноземами.

Встречаются урочища, представленные ступенчатыми покатыми и придолинными крутыми склонами под смытыми хрящеватыми черноземами, а также низкими участками аккумулятивных террас долины реки Волги и ее притоков с лугово-черноземными почвами. На востоке южной промышленной зоны встречаются оползневые участки склонов и террас с мелкобугристым и ступенчатым рельефом с суглинистыми южными черноземами [Макаров В.З., Пичугина Н.В., Затонский В.А., Лисман Ю.А., Хворостухин Д.П., Заботина Е.С., 2014].

**3. Источники водоснабжения и водопользования сооружений предприятия.** В третьем разделе описаны источники водоснабжения Южной промышленной зоны и их особенности.

Забор воды для работы НФС осуществляется из Волгоградского водохранилища береговой насосной станцией, расположенной в пос. Лесопильный в Заводском районе города Саратова, состоящей из руслового водозаборного устройства с тремя водоприемными оголовками, находящегося на расстоянии 720 м от береговой линии, оборудованными рыбозащитными устройствами, и двух береговых водозаборных устройств, состоящих из оголовков с металлической сеткой.

После того как забираемая вода поступает на НФС, она проходит несколько ступеней очистки. На НФС вода распределяется на использование

в хозяйственно-питьевых, промышленных целях и далее по водоводам поступает на нужды предприятий Южной промышленной зоны.

По данным участка НФС ООО «Саратоворгсинтез» на хозяйственно-питьевые нужды предприятия после НФС поступает в среднем 18-20% от общего объема от забранной воды, остальные 80-82% используется на промышленные нужды.

Кроме того, в 2000 году после проведения обследования НФС Центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора (ЦГСЭН) города Саратова, было рекомендовано выполнить проект с последующим строительством и эксплуатацией сооружений по сбору и отстою стоков НФС и возврату осветленной воды в голову сооружений. При этом прекращается сброс промывных вод в р. Березину и снижается потребление речной воды.

Данный проект был разработан центральной лабораторией ООО «Саратоворгсинтез» в 2001, но из-за отсутствия финансирования до настоящего времени не был полностью реализован.

**4. Методы и способы очистки воды насосно-фильтровальной станции.** В данном разделе рассматривались способы очистки и обеззараживания воды применяемы на НФС, а так же описывается технологическая схема водоснабжения.

На НФС Южной промышленной зоны города Саратова применяются такие методы очистки воды как: гидромеханический (отстаивание, фильтрация), физико-химические методы (коагуляция, хлорирование, обеззараживание). Основными способами улучшения качества воды являются осветление, обесцвечивание и обеззараживание.

Для осветления и обесцвечивания на НФС применяют следующие способы: естественное отстаивание, коагуляция в смесителе и фильтрация на быстрых фильтрах. Для осветления и обесцвечивания в комплекс сооружений по очистке воды входят: отстойники, смесители, камеры хлопьеобразования, фильтры.

Коагуляция происходит под влиянием химических реагентов - коагулянтов, к которым относятся соли алюминия (алюминия сульфат, алюминия оксихлорид). Для ускорения процесса коагуляции применяют вещества флокулянт - полиакриламид.

Речная вода с береговой насосной станции поступает через задвижку в смеситель, где она хлорируется, коагулируется и поступает через задвижки и по двум трубопроводам в коллектор коагулированной воды, откуда по водоводам поступает через задвижки в распределительные коллекторы, смонтированные внутри камер хлопьеобразования. Камеры хлопьеобразования встроены в горизонтальные отстойники, которые представляют железобетонные сооружения, каждый из которых разделен железобетонной перегородкой на две секции для лучшего распределения потока воды. В камеры хлопьеобразования вода поступает по распределительным дырчатым железобетонным коробам (по два в каждой секции) с отверстиями диаметром 25 мм. В камерах хлопьеобразования происходит процесс укрупнения хлопьев (агломерации) и их частичное осаждение.

Далее через дырчатые (перфорированные) сборные лотки вода поступает в отстойники, где происходит ее осветление за счёт осаждения на дно отстойников грубодисперсных и коагулированных примесей (под действием силы тяжести).

Из отстойников через сборные лотки осветлённая вода поступает в карман отстойников, и далее по трубопроводам диаметром 600 мм через задвижки поступает в фильтры. При нормальной работе отстойников достигается эффект осветления на 50%, т.е. содержание взвешенных и примесей уменьшается в два раза.

Фильтрующим материалом является кварцевый песок крупность фракции (размер частиц 0,7-1,2 мм). Поддерживающим материалом для фильтрующего слоя является гравий (размер частиц 2-40 мм) уложенный на трубы дренажной системы слоями с убывающей кверху крупностью.

Осветлённая вода проходит через слой фильтрующего материала, который задерживает взвешенные мелкодисперсные вещества, хлопья коагулянта и др.

При достижении предельного загрязнения фильтрующего материала, фильтр отключается на промывку. Промывка фильтров ведётся фильтрованной водой из резервуаров, которая подаётся промывными насосами. Пройдя слой фильтрующего материала, загрязненная вода по распределительным лоткам собирается в верхней части центрального канала фильтра.

Фильтрованная вода после фильтров, через задвижки чистой воды по коллектору диаметром 1000 мм сливается в резервуары фильтрованной воды вместимостью 5800 м<sup>3</sup> каждый.

**5. Анализ показателей качества воды реки Березина.** В пятом разделе производится анализ и последующая оценка состояния качества воды реки Березина. В Докладах о состоянии окружающей природной среды г. Саратова указывается, что реки Березина и Черниха относятся к VII классу качества вод, что характеризует их, как чрезвычайно грязные.

Исследование химического состава воды реки Березина на территории Южной промышленной зоны города Саратова проводилось на двух модельных участках. Забор воды для химического анализа на содержание таких элементов как: алюминий, нефтепродукты, взвешенные вещества и т.д. проводился трижды в период с декабря 2016 года по ноябрь 2017 года в разные сезоны. Участки отбора проб воды расположены в среднем и нижнем течении реки Березина и на территории НФС. Участок 1 соответствует точке забора воды на запруженной территории русла реки Березина до сброса промывной, что отражено на рисунке 1. Участок 2 соответствует точке забора промывной воды на территории НФС. Участок 3 соответствует точке забора воды ниже по течению Березиной Речке после сброса промывной воды.

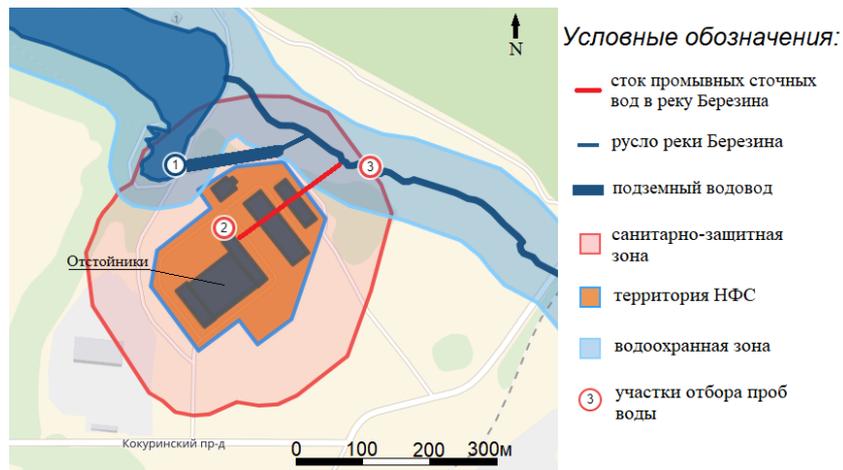


Рисунок 1 - Модельная площадка участка НФС

При анализе уровня рН зимой и весной наблюдается небольшое понижение значений весенних показателей на всех трех участках, за исключением зимнего показателя 2017 г. в точке 3. Ни одно из значений не превышает ПДК. Содержание взвешенных веществ определялось в весенний период. Можно отметить, что ни один из показателей качества воды не превышает ПДК. Концентрация сухого остатка в воде в точке 2 в апреле выше, чем значения того же показателя ранее в зимний период, хотя уровень данного показателя в точке 1 существенно отличается, выше в декабре. В зимний период значение сухого остатка в точке 2 ниже, чем в весенний. Показатели в точке 3 имеют близкие значения, за исключением зимнего показателя 2017 года, который более чем в 2 раза меньше. В ходе исследований зафиксирован один случай превышения ПДК почти на 20% в зимний период до очистки в 2016. Зимние концентрации хлорид-ионов в точке 1 выше апрельских, а на территории НФС концентрации зимой ниже. Стоит заметить идентичные зимние показатели в точке 1. В точке 3 все показатели меньше чем в точке 1, и не превышают 70 мг/л. Все показатели хлорид-ионов в воде не превышают ПДК. Сульфат-ионы отражают абсолютно такую же картину, как и хлорид-ионы, но стоит заметить существенное изменение показателя в точке 1 в зимний период 2017 года, значение которого близко к значению ПДК. В результате анализа проб воды на содержание нефтепродуктов выявлено, что их содержание находится в

пределах ПДК. Общее содержание ионов аммония не превышает значения 0.05 мг/л, кроме значения показателя в точке 3, который более чем в 20 раз превышает значение показателя в точке 1.

В целом по сбросам и очистке воды на 1-й модельной площадке можно сделать следующий вывод – НФС путем сброса очищенной промывной воды из Волгоградского водохранилища в русло реки Березина, не загрязняет и не сбрасывает в водоем вредных веществ, а наоборот, очищенной водой, как бы разбавляет воду в реке, так как значения показателей после сброса всегда ниже показателей в точке выше по течению реки.

На втором модельном участке также был произведен отбор проб воды с 2-х участков для химического анализа по следующим показателям из русла Березиной речки в районе устья и непосредственно в месте слияния рек Березина и Черниха. Стоит отметить, что 5-я точка находится на территории садового участка и данный участок охраняется, так как в непосредственной близости находятся важные гидротехнические сооружения. Проведен химический анализ вод по 4 показателям (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты химического анализа вод на исследуемых участках (составлено автором)

	Виды анализа	ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01	ПДК р/х водоемов	Точки отбора проб				
				1	2	3	4	5
1	рН	6,5-8,5	6,5-8,5	8,4	6,8	6,8	8,0	8,27
2	N-NO <sub>3</sub> (мг/л)		0,8	0,94	0,63	0,67	2,5	3,6
3	N-NH <sub>4</sub> (общее содержание ионов аммония) (мг/л)	-	0,5	0,005	0,064	0,102	2,300	5,800
4	Сухой остаток	1000	1000	840	226	222	652	636

В приведенной выше таблице точка 1 соответствует точке забора воды до сброса промывной воды, точке 2 соответствует точке отбора проб из источника неизвестного происхождения рядом с территорией НФС, точка 3 соответствует точке сброса промывной воды, точка 4 соответствует точке забора воды в русле реки Березина на расстоянии 2,5 км от точки 3 по

течению реки, точка 5 соответствует точке слияния рек Березина Речка и Черниха.

Отбор проб для анализа вод реки Березина проходило в ноябре 2017 года. При анализе воды по показателю pH можно сказать, что все значения по пяти точкам не превышают ПДК. Наибольшее значение зафиксировано в точке 1. Наименьшее - в точках 2 и 3. По показателю N-NO<sub>3</sub> зафиксирована существенная разница, так значения показателей в точках 1-3 колеблются в диапазоне 0,63 мг/л до 0,94 мг/л, а в точках 4 и 5 значения 2,5 мг/л и 3,6 мг/л, соответственно. Превышения ПДК имеют показатели в точках 1, 4 и 5. Общее содержание ионов аммония увеличиваются от точек 1-3 к точкам 4-5. Наименьшее значение ионов аммония зафиксировано в точке 1, наибольшее в точке 5. Стоит заметить, что наибольшее значение, более чем в 1000 раз превышает наименьшее в точке 1 и более чем в 11 раз превышает ПДК.

Увеличение значений показателей в точках от среднего течения к устью, вероятно, связано с гипсометрически более низким расположением точек 4 и 5 (абс. высота 20-25 м), с массивным сбросом сточных вод в русло реки Березина в районе Площади Советско-Чехословацкой дружбы и расположением садово-дачных участков в районе второй модельной площадки.

Так же нужно отметить, что вблизи модельной площадки номер 2 находятся огороженные отстойники, используемые для очистки сточных вод. Модельная площадка номер 2 расположена гипсометрически ниже селитебной части города, поэтому зоопланктонный комплекс находится под влиянием сточных вод и слабо восстанавливается.

**Заключение.** В целом по работе можно сделать следующие выводы:

- превышение показателей в воде по многим химическим элементам провоцирует ряд заболеваний. Например, нефтепродукты нарушают обменные процессы, влияют на кожный покров, воздействуют на сердечнососудистую систему и ухудшают показатели крови, кроме того, образуя на поверхности воды пленку, снижают доступ кислорода, уменьшая

испарение с её поверхности на 60 %. Алюминий влияет на клетки мозга и центральную нервную систему, вызывает остеопороз, артрит, рахит.

- Южную промышленную зону дренируют реки Березина, Черниха, Назаровка, которые зачастую являются приемниками стоков промышленных предприятий и берут на себя основную антропогенную нагрузку территории.

- особенностью водопользования предприятий Южной промышленной зоны является наличие стока промывных вод в реку Березина после ее очистки на НФС. Так же существует потенциальная опасность попадания алюминия и его производных, используемых при очистке, в воды реки Березина;

- химические характеристики вод в среднем течении реки Березина находятся в фоновом режиме, но отмечается превышение по некоторым показателям. Значительные превышения по сравнению с ПДК в основном фиксируются на участках в районе второй модельной площадки.

- при изучении части бассейна реки Березина не наблюдается тенденции к улучшению качества воды поверхностных водоемов Южной промышленной зоны города Саратова в последние годы. Проводимые ООО «Саратоворгсинтез» природоохранные мероприятия имеют низкую эффективность и данный район по-прежнему остаётся крайне неблагоприятным экологическим районом города, ввиду неудовлетворительного состояния водных объектов. Река Березина относится к VII классу качества вод, что характеризует её, как чрезвычайно грязную;

Для улучшения качества реки Березина необходимо: правильное размещение источников сброса и населенных мест с учетом гидрологических особенностей и техногенной нагрузки данной местности; контролировать поступление различных отходов и органических веществ антропогенного происхождения; прекратить сброс промывных сточных вод с НФС ООО «Саратоворгсинтез» путем строительства и эксплуатации сооружений по сбору и отстою стоков НФС и возврату осветленной воды в голову сооружений.