

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НЕТИПОВОЕ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ «ГУБЕРНСКИЙ ЛИЦЕЙ»**

Областная научно-практическая конференция «Старт в науку»

Секция «Экология»

## **Анализ содержания тяжелых металлов на территории г.Пензы**

**Выполнила:** учащаяся 10 химико-биологического класса

Кривошеева Полина Александровна

**Научный руководитель:** Ерофеева Светлана Николаевна

**Научный консультант:** к.б.н., доцент кафедры

«Биотехнологии и техносферная безопасность» ПензГТУ

Полянскова Екатерина Александровна

**Пенза, 2020**

**Содержание**

Введение.....	3
Глава 1. Обзор литературы.....	6
1.1. Географическое положение города Пензы.....	6
1.2. Загрязнение атмосферного воздуха в городах.....	7
1.3. Влияние тяжелых металлов на окружающую среду.....	8
Глава 2. Материалы и методы исследования.....	10
2.1. Материалы исследования.....	10
2.2. Отбор проб.....	10
2.3. Методы исследований.....	11
2.3.1. Методика измерений концентраций тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии.....	11
2.3.2. Эксперимент по установлению острого токсического действия.....	13
Глава 3. Результаты и их обсуждение.....	15
Заключение.....	23
Литература.....	25
Приложение №1.Глоссарий.....	26

## Введение

Угроза здоровью человека и его благосостоянию, связанная с загрязнением окружающей среды, является в настоящее время одной из самых актуальных проблем. Интенсификация роста промышленного производства неизбежно сопряжена с неблагоприятным воздействием на организм и здоровье человека.

По данным ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения) ежегодно в мире погибает более 13 миллионов людей вследствие экологических проблем, более 33% детских заболеваний (дети младше 5 лет) вызваны экологическими факторами [ <https://www.who.int/ru>].

Среди различных факторов внешней среды, влияющих на здоровье населения, особую роль играет загрязнение атмосферного воздуха канцерогенными веществами, что приводит к увеличению заболеваний городского населения за последние годы более чем в 1,5 раза. Основными источниками загрязнения воздушного бассейна городов сажей, пылью, полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), тяжелыми металлами (ТМ), являются электростанции, бытовые печи, работающие на угле и автотранспорт. Большая часть тяжелых металлов, присутствующих в выбросах, относится к первому и второму классам опасности. Их негативное влияние на человека проявляется не только в прямом воздействии высоких концентраций, но и в отдаленных последствиях, связанных со способностью многих металлов накапливаться в организме [Буштуева К.А., Случанко И.С.,1979].

Тяжелые металлы в составе техногенных выбросов осаждаются в снежном покрове, а при таянии снега образуют минеральные и подвижные формы, последние считаются наиболее агрессивными, так как являются доступными для живых организмов.

**Актуальность:** В результате интенсивной деятельности промышленных предприятий городов происходят значительные выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. Среди загрязняющих химических веществ наиболее опасными являются тяжелые металлы. Они способны накапливаться в организме и являются доступными для всего живого.

**Цель:** провести анализ содержания соединений тяжелых металлов на территории г.Пензы

**Задачи:**

1. изучить и проанализировать литературные источники по данной теме;

2. ознакомиться с техникой безопасности при работе с химическими веществами, реагентами;
3. освоить методики исследования по данной теме;
4. исследовать биологический материал (волосы учащихся), образцы воды, почвы, снежного покрова на содержание солей тяжелых металлов;
5. проанализировать полученные данные и определить районы города Пензы, где показатели содержания солей тяжелых металлов превышают предельно-допустимые концентрации, а так же провести сравнительную оценку районов относительно друг друга.

**Объект исследования:** образцы воды, почвы, снежного покрова, взятые в разных районах города Пензы, биоматериал(образцы волос учащихся Губернского лицея)

**Предмет исследования:** определяемые величины концентрации тяжелых металлов, рН, окисляемости, электропроводности, уровень токсичности снежного покрова.

**Методы исследования:**

*Теоретические:* сбор, анализ, систематизация теоретических данных, их сопоставление и обобщение.

*Практические:*

- 1) атомно-абсорбционный метод измерений концентраций тяжелых металлов
- 2) эксперимент по установлению острого токсического действия
- 3) анализ статистических данных, их графическая и табличная интерпретация.

**Гипотеза:** техногенная нагрузка в районах города Пензы приводит к превышению предельно–допустимых концентраций солей тяжелых металлов в компонентах окружающей среды.

**Практическая значимость:**

Полученные результаты позволяют оценить районы города Пензы по содержанию солей тяжелых металлов в образцах волос учащихся Губернского лицея, воды, почвы, снежного покрова и разработать рекомендации по минимизации последствий загрязнения, а также провести классные часы о влиянии тяжелых металлов на здоровье людей.

**Новизна исследования:**

Впервые проведены комплексные исследования биологического материала (волосы учащихся), образцов воды, почвы, снежного покрова на содержание солей тяжелых металлов;

Установлены районы города Пензы, где показатели содержания солей тяжелых металлов превышают предельно-допустимые концентрации;

Проведена сравнительная оценка районов по степени загрязненности компонентов окружающей среды.

**Экологический риск:** в городах резко обостряются экологические проблемы. Причём степень сложности этих проблем находится в прямой связи с величиной города. Чем город крупнее, тем сильнее изменены природные условия, тем труднее решать экологические задачи. Это обусловлено тем, что все компоненты природы в городах изменены деятельностью людей.

Одним из распространенных видов загрязнения является поступление в различные среды тяжелых металлов. Главной опасностью тяжелых металлов является их невозможность выведения из организма – кумулятивный эффект. Таким образом, возрастает вероятность мутагенных наследственных изменений и как следствие снижение умственного и физического развития у «больного» поколения.

Повышенное содержание в организме железа приводит к нарушению обмена веществ.

Хром вызывает рак легких (злокачественные опухоли)

Никель – аллергию и рак легких.

Высокие концентрации цинка могут представлять мутагенную и онкогенную опасность. Вдыхание паров оксида цинка вызывает повышение температуры, боли в суставах и мышцах, озноб, кашель и др.

Повышенное содержание меди сопровождается нарушениями сна, депрессивным состоянием, повышенной раздражительностью. Избыток меди способен вызвать раннее старение.

Высокие концентрации марганца могут вызвать нарушение памяти, повышенную сонливость, непроизвольные судорожные сокращения, сопровождающиеся болезненными ощущениями, также способствуют развитию атеросклероза.

Повышенное содержание свинца может влиять на развитие мозга детей и приводить к снижению коэффициента умственного развития (IQ), к поведенческим изменениям, например к сокращению продолжительности концентрации внимания и усилению антиобщественного поведения, а также к ухудшению усвоения знаний. Воздействие свинца также вызывает анемию, гипертензию, почечную недостаточность, иммунный токсикоз и токсичность для репродуктивных органов. Неврологические и поведенческие последствия воздействия свинца считаются необратимыми.

Исследование накопления солей тяжелых металлов и антропогенного

загрязнения компонентов окружающей среды в городах в настоящее время имеет важное значение для оценки экологического риска здоровью населения.

## **Глава 1. Обзор литературы**

### **1.1. Географическое положение города Пензы**

Пенза находится в центре европейской части России на Приволжской возвышенности, в 629 км (по автомобильной дороге М-5 Москва — Челябинск) к юго-востоку от Москвы. Город располагается на обоих берегах реки Суры. Площадь города 304,7 км<sup>2</sup>.

Средняя высота над уровнем моря составляет 174 м. Наивысшая точка (280 м над уровнем моря) находится на холме Боевая гора, вытянутом с ЮЗ на СВ наподобие гряды. Самая низкая — 134 м.

Протяжённость Пензы с севера на юг — 19 км, с запада на восток — 25 км.

Город располагается на обоих берегах реки Суры. Помимо Суры (главной водной артерии города) через город протекают реки Пенза, Пензятка, Ардым, Старая Сура, Мойка, Барковка, ручьи Прокоп и Безымянный. Некоторые из них частично в пределах города протекают в коллекторах.

Основная речная зона отдыха в Пензе — Старая Сура. В районе Старой Суры соединяются 3 больших субрайона города — микрорайон фабрики «Маяк», улица Ангарская и микрорайон ГПЗ-24. Река берёт своё начало за чертой Пензы, в виде ручья, стекающего из Сурского водохранилища и протекает небольшой речкой через Ахуны; в микрорайоне ГПЗ-24 превращается в водоём в районе улиц Ангарской и Верещагина, а после стекает в водохранилище у дамбы в районе фабрики «Маяк» и снова впадает в Суру.

Климат Пензы умеренно-континентальный. Зимой морозы могут достигать 35 градусов, летом столбик термометра держится на плюс 25-30, но в связи с высокой влажностью жара здесь переносится не слишком легко. Если говорить о средних температурах, то в январе это -12, в июле +20.

В городе очень много скверов, большая лесопарковая зона. В 80-х гг. Пенза даже была признана самым зелёным городом Поволжья. Река Сура, протекающая и в самой Пензе, и по Пензенской области, чистая, пригодная и для купания, и для ловли рыбы. Особенно чистой она стала после закрытия в 90-х гг. некоторых заводов. В Суре снова появились исчезнувшие было речные мидии. В городской лесополосе можно встретить куниц, оленей, лосей, лис, зайцев, сов. На окраинах города в полях летают соколы.

## **1.2. Загрязнение атмосферного воздуха в городах**

Степень загрязнения атмосферного воздуха зависит от количества выбросов вредных веществ, их химического состава, от высоты источника выбросов и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ.

Источники загрязнения атмосферы различаются по мощности выброса (мощные, крупные, мелкие), высоте выброса (низкие, средней высоты и высокие), температуре выходящих газов (нагретые и холодные).

К мощным источникам загрязнения относятся производства типа металлургических и химических заводов, заводов строительных материалов, тепловые электростанции и др.

К мелким источникам загрязнения - небольшие котельные и предприятия местной и пищевой промышленности, трубы печного отопления и т.п. Большое количество мелких источников выбросов вносит значительный вклад в загрязнение воздуха.

Под низкими источниками понимают такие, в которых выброс осуществляется ниже 50 м, под высокими - выброс выше 50 м. Нагретыми условно называют источники, у которых температура выбрасываемой газовой смеси выше 50 °С; при более низкой температуре выбросы считаются холодными.

Значительное количество топлива сжигается автомобильным, железнодорожным, морским, речным и авиационным транспортом. Основными вредными примесями, содержащимися в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, являются: оксид углерода, оксиды азота, углеводороды (в том числе канцерогенные), альдегиды и другие вещества [Л.К.Исаева, 1998г.].

При работе двигателей, использующих бензин, выбрасываются также свинец, хлор, бром, иногда фосфор, при работе дизельных двигателей - значительное количество сажи.

Авиационные двигатели выбрасывают в атмосферу оксид углерода, оксиды азота, альдегиды, углеводороды, оксиды серы и сажу.

Большой вклад в загрязнение атмосферы вносят предприятия черной металлургии. Выбросы предприятий этой отрасли составляют 10 - 15 % общих выбросов промышленности в целом по стране. В выбросах предприятий черной

металлургии содержатся пыль, диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота, сероводород, фенол, сероуглерод, бенз(а)пирен и др.

Наибольшее количество диоксида серы содержится в выбросах агломерационных фабрик, энергетических установок и предприятий по производству чугуна.

При производстве цветных металлов в атмосферу выбрасываются диоксид серы, оксид углерода и пыль, оксиды различных металлов (особенно, свинец, медь, никель). Производство алюминия электролизным методом сопровождается выбросами в атмосферу фтористых соединений и оксида углерода.

От предприятий химической промышленности в атмосферу поступают разнообразные вредные вещества, главным образом в виде газов. При производстве серной кислоты с отходящими газами выбрасываются в атмосферу сернистые соединения, оксиды азота, соединения мышьяка и токсичная пыль. При производстве азотной кислоты - оксиды азота, аммиак и оксид углерода, при производстве хлора - хлор и соляная кислота, при производстве суперфосфата - фтористоводородная и кремнийфтористоводородная кислота, при производстве целлюлозы и бумаги - диоксид серы, дисульфид, сероводород, сероуглерод, хлор, формальдегид и меркаптаны, при производстве искусственного волокна - сероводород и сероуглерод [Экологическая доктрина России в контексте общенациональной стратегии устойчивого развития].

Большое количество вредных веществ выбрасывается в атмосферу предприятиями нефтяной промышленности, в том числе оксиды серы и азота, оксид углерода, углеводороды, сероводород, меркаптаны и несгоревшие твердые частицы, содержащие бенз(а)пирен.

### **1.3. Влияние тяжелых металлов на окружающую среду**

Опасность загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами сводится к следующему:

1. Попадая в почву, тяжёлые металлы усиливают минерализацию органического вещества, вызывая негативные изменения в почвенно-поглощающем комплексе. Снижается ферментативная активность почвы, т.к. снижается жизнеспособность полезных микроорганизмов, увеличивается количество грибов, подавляется активность многих ферментов (каталазы и т.



д.). Это приводит к деградации плодородия почвы и снижает её способность к самоочищению;

2. Проникая в растения, они могут активно участвовать в метаболических процессах, но могут сохраняться в виде неактивных соединений в клетках и на клеточных мембранах. В результате снижается продуктивность растений и качество продукции, происходят изменения в направленности физиолого-биохимических процессов и реализации генетической программы растений, нарушаются естественно сложившиеся фитоценозы.

3. Тяжёлые металлы, накапливаясь в растениях, по трофическим цепям с кормом и продуктами питания попадают в организм животных и человека, вызывая различные заболевания. Опасность увеличивается ещё и потому, что высшие растения без видимых признаков отравления могут накапливать токсичные для человека и животных концентрации тяжёлых металлов. В связи с этим особую актуальность приобретают исследования превращения тяжёлых металлов по всей экологической цепи почва- растение- животное- человек с целью улучшения гигиенического качества продукции и среды обитания человека. Тяжёлые металлы могут усваиваться живыми организмами также непосредственно из воды и воздуха [Алексеев Ю.В,1987г.].

## Глава 2. Материалы и методы исследования

### 2.1. Материалы исследования

Объектами нашего исследования были выбраны образцы волос учащихся Губернского лицея, проживающих в разных районах города Пензы, а также образцы воды, почвы, снежного покрова.

Исследование состояло из нескольких этапов:

**I этап** – отбор проб воды, почвы, снегового покрова, а также биоматериала;

**II этап** – анализ полученных проб в лабораторных условиях с использованием физико-химических методов.

Исследование проводилось в период с 2019 года по настоящее время.

### 2.2. Отбор проб

Отбор проб почвы производился на основании ГОСТа 17.4.3.01-83. Пробы почвы отбирались с глубины от 0 до 5 см и от 5 до 20 см методом конверта с помощью шпателя. Объединённую пробу составляют путём смешивания точечных проб. Пробы почвы для определения тяжёлых металлов высушили до воздушно-сухого состояния. Отобранную пробу почвы перетёрли в большой фарфоровой ступке и просеяли через капроновое сито с диаметром отверстий 1 мм. Из полученной пробы почвы взяли навески на анализ.

Отбор биоматериала. Исходные образцы волос у школьников Губернского лицея в возрасте от 12 до 18 лет, постоянно проживающих в г. Пенза, отобраны с затылочной части головы 10 образцов (по 150-200 мг) волос. Волосы срезали от корней, длиной не более 3 см.

Для очистки волос использовали не загрязненные минеральными веществами органические растворители. Каждую навеску волос выдерживают в смеси этилового спирта и диэтилового эфира в соотношении 1:1 с целью очистки, промывают и высушивают при температуре 80°C.

Очищенные пробы хранят в эксикаторе. Навески волос помещают в маркированные пробирки и приливают смесь азотной кислоты и перекиси водорода в соотношении 3:1. Пробы растворяют в течение суток, затем проводят анализ.

Отбор проб воды осуществляют в соответствии с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Полученную пробу подкисляют до pH=2, затем проводят анализ.

Отбор проб снегового покрова осуществляют в соответствии с ГОСТ

17.1.5.05-85 «Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков». Отбор проб производят только во время выпадения атмосферных осадков. Объединённую пробу составляют путём смешивания точечных проб.

## **2.3. Методы исследования**

### **2.3.1. Методика измерений концентраций тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии**

Метод основан на измерении интенсивности атомных спектров поглощения анализируемых веществ в парах пробы, получаемых в пламени атомизатора спектрофотометра.

Пробы отбирают в емкости из полимерного материала или стекла не менее 250 см<sup>3</sup> пробы. Объем пробы воды при определении суммы форм металлов для облегчения перемешивания не должен превышать 2/3 объема бутылки для хранения проб.

При определении растворенных форм металлов пробы воды фильтруют через обеззоленный фильтр «белая лента» и подкисляют азотной кислотой до рН < 2.

Срок хранения проб 1 месяц при температуре (2 - 5) °С.

Градуируют спектрофотометр по раствору наименьшей концентрации, соответствующей диапазону линейности градуировочной функции: устанавливают начало отсчета «0», вводят в пламя 0,1 М раствор азотной кислоты. Распыляют раствор с концентрацией, соответствующей наименьшей, границе линейного диапазона, ручкой «масштаб» устанавливают показание прибора, соответствующее точке градуировки.

Распыляют другие градуировочные растворы в пламени горелки и регистрируют поглощение каждого элемента при требуемой длине волны.

Градуировочные растворы измеряют в порядке возрастания массовой концентрации определяемого металла.

После каждого измерения распыляют дистиллированную воду и, при необходимости, производят корректировку нуля по «холостому раствору».

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость показаний прибора от концентрации раствора определяемого элемента (мг/ дм<sup>3</sup>),

устанавливают по среднеарифметическим результатам трех измерений для каждой точки за вычетом среднеарифметического трех измерений холостой пробы.

При определении суммы форм металлов нефльтрованную хорошо перемешанную пробу воды подвергают кислотному озолению на электроплитке, песчаной или водяной бане. Отбирают 50 см<sup>3</sup> анализируемой воды, переносят в стакан вместимостью 150 см<sup>3</sup> и добавляют 3,0 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты. Полученный раствор упаривают, не допуская кипения пробы, до влажных солей. Если проба содержит значительное количество органических веществ, то к остатку добавляют 3 см<sup>3</sup> азотной кислоты и снова упаривают до влажных солей. Повторную обработку проводят до полного разрушения органических соединений, что контролируется по цвету остатка (остаток становится светлым). В стакан с влажным остатком приливают 20 - 30 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора азотной кислоты, полученный раствор количественно переносят в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>. Стенки стакана ополаскивают из пипетки 0,1 М раствором азотной кислоты и переносят в ту же колбу. Раствор доводят до метки 0,1 М раствором азотной кислоты и перемешивают.

При необходимости концентрирования пробы остаток после кислотной обработки переносят в колбу меньшего объема (см<sup>3</sup>).

Одновременно с обработкой пробы проводят «холостой опыт», с дистиллированной водой (50 см<sup>3</sup>).

Подготовленную пробу воды распыляют в пламени горелки и снимают показания концентрации прямым отсчетом с табло прибора или рассчитывают концентрацию по градуировочному графику.

После пяти последовательных измерений анализируемых проб, распыляют один из градуировочных растворов для контроля стабильности работы прибора.

Если массовая концентрация ионов металлов в пробе выходит за пределы верхней границы градуировочного графика, то пробу разбавляют.

Если массовая концентрация ионов металлов в пробе меньше нижней границы градуировочного графика, то пробу концентрируют путем упаривания.

Массовую концентрацию металлов  $X$  (мг/дм<sup>3</sup>) рассчитывают по формуле:

$$X = C - C_{\text{хол}}$$

где: С - массовая концентрация исследуемой пробы, полученная прямым отсчетом с табло прибора или найденная по градуировочному графику, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{хол}$  - результат анализа «холостой пробы», мг/дм<sup>3</sup>.

Определение концентрации металлов в пробах проводят в трех параллельных сериях.

### **2.3.2. Эксперимент по установлению острого токсического действия**

Основан на определении смертности и изменений в плодовитости дафний (*DaphniamagnaStraus*, *Cladocera*, *Crustacea*) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (контроль).

Острое токсическое действие растворов отдельных химических веществ, исследуемой воды или водной вытяжки из почв, осадков сточных вод и отходов на дафний определяется по их смертности (летальности) за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности служит гибель 50 % и более дафний за 96 часов в исследуемой воде при условии, что в контрольном эксперименте гибель не превышает 10 %.

Определение токсичности каждой пробы без разбавления и каждого разбавления проводят в трех параллельных сериях. В качестве контроля используют три параллельные серии с культивационной водой.

Биотестирование проводят в химических стаканах вместимостью 150 - 200 см<sup>3</sup>, которые заполняют 100 см<sup>3</sup> исследуемой воды, в них помещают по десять дафний в возрасте 6 - 24 ч.

Чувствительность дафний к токсикантам зависит от возраста рачков, поэтому отмечают возраст используемой молодежи. Возраст определяют по размеру рачков, что обеспечивают фильтрацией рачков через набор сит. Дафний отлавливают из культиваторов, в которых выращивают синхронизированную культуру. В отдельный химический стакан отсаживают одновозрастных рачков после фильтрации их через набор сит, а затем отлавливают по одному пипеткой (с отпиленным и оплавленным концом) вместимостью 2 см<sup>3</sup> с резиновой грушей. Помещают рачков по одному на сачок, через который вода сливается в отдельный химический стакан, после чего дафний сачком вносят в стаканы с исследуемой водой.

Посадку рачков начинают с контрольной серии.

Для каждой серии исследуемой воды используют 3 химических стакана. Общее количество стаканов, используемых в опытах, равно утроенной сумме

всех разбавлений плюс 3 для исходной воды и 3 для контроля. В экспериментах по определению острой токсичности растворы не меняют.

Учет смертности дафний в опыте и контроле проводят через каждый час до конца первого дня опыта, а затем 2 раза в сутки ежедневно до истечения 96 часов. Неподвижных особей считают погибшими, если не начинают двигаться в течение 15 секунд после легкого покачивания стакана.

До эксперимента и после того, как результаты эксперимента учтены, все дафнии из стаканов выбрасывают и в каждом стакане проводят измерения рН, температуры, содержания растворенного кислорода с помощью оксиметра. Содержание растворенного кислорода в конце эксперимента должно быть не ниже 2 мг/дм<sup>3</sup>, рН в диапазоне 7,0 - 8,5.

### Глава 3. Результаты и их обсуждение

Все данные по экспериментам были сведены в таблицы.

Таблица 1.

#### Содержание химических элементов в родниковой воде (в мкг/г)

Районы	Железо	Хром	Медь	Цинк	Никель
Ленинский	0,014	0,0022	0,0255	0,041	0,0013
Первомайский	0,017	0,0023	0,0019	0,0031	0,0051
Железнодорожный	0,27	0,0071	0,0035	0,085	0,0035
Октябрьский	0,073	0,0011	0,0085	0,047	0,0033
ПДК	0,3	0,05	1,0	5,0	0,1
Примечание	превышений ПДК нет				

Из результатов исследования видно, что все химические элементы находятся в пределах ПДК.

Сравнивая полученные значения можно сделать следующие выводы:

- содержание железа и цинка в районах г. Пенза высокое по сравнению с другими элементами, концентрации цинка максимальна в Железнодорожном районе г. Пенза;
- наиболее высокая концентрация железа наблюдается в Железнодорожном районе г. Пенза;
- наибольшее содержание хрома просматривается в Железнодорожном районе, наименьшее в Октябрьском районе;
- высокое содержание меди наблюдается в Ленинском районе;
- концентрация никеля в водах максимальна в Первомайском районе, минимальна – в Ленинском районе г. Пенза.

**Содержание химических элементов в почве (в мкг/г)**

Районы	Хром	Медь	Цинк	Никель
Ленинский	0,101	4,102	17,90	7,68
Первомайский	0,177	2,309	20,08	3,42
Железнодорожный	0,164	6,538	14,71	9,89
Октябрьский	1,52	13,42	13,61	24,028
ПДК	6	3	23	4
Примечание	Нет превышений	превышение в Ленинском - в 1,37 превышение в Железнодорожном – в 2,18 превышение в Октябрьском – в 4,47	Нет превышений	превышение в Ленинском - в 1,92 превышение в Железнодорожном – в 2,47 превышение в Октябрьском – в 6,0

Из результатов видно, что содержание цинка и хрома в почве находится в пределах ПДК, превышение ПДК наблюдается по меди и никелю.

Сравнивая полученные значения можно сделать следующие выводы: содержание цинка, железа и никеля в районах г. Пенза высокие по сравнению с другими элементами.

наибольшее содержание хрома наблюдается в Октябрьском районе, наименьшее – в Ленинском.

концентрация никеля минимальна в почве Первомайского района г. Пенза. наиболее высокие концентрации железа и меди наблюдаются в Октябрьском районе г. Пенза.

концентрация цинка максимальна в Первомайском районе г. Пенза.



Таблица 3.

### Результаты эксперимента по установлению острого токсического действия

Дафнии	Ленинский район		Первомайский район		Октябрьский район		Железнодорожный район	
	0ч.	96 ч.	0ч.	96ч.	0ч.	96ч.	0ч.	96ч.
Контроль	30	30	30	30	30	30	30	30
Эксперимент	30	29	30	30	30	27	30	28
рН (норма: 7,0 – 8,5.)								
Контроль	7,06	8,6	7,8	7,66	7,53	8,4	8,46	8,4
Эксперимент	6,23	7,75	6,3	8,6	7,58	7,78	5,78	6,71
Окисляемость (норма: >2 мг/дм <sup>3</sup> )								
Контроль	7,5	9,4	7,5	9,4	7,8	7,2	8,8	8,2
Эксперимент	2,5	4,1	2,3	4,8	10,8	8,4	7,4	8,5
Электропроводность								
Контроль	34,0	-	34,0	-	37,7	-	37,4	-
Эксперимент	43,8	-	51,2	-	28,7	-	75,1	-

Таблица 4.

**Результаты определения концентрации химических элементов в  
снеговом покрове по Октябрьскому району**

Наименование металла	Смешанная проба, мг/дм <sup>3</sup>	В парке, мг/дм <sup>3</sup>	Вблизи дороги, мг/дм <sup>3</sup>	Среди домов, мг/дм <sup>3</sup>	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
Медь	0,1198	0,008	0,0641	0,0269	0,001
Марганец	0,9259	0,0574	1,011	0,1346	0,01
Цинк	0,5223	0,0295	0,5285	0,1214	0,01
Никель	0,0545	не обнаружено	0,0711	0,0258	0,01
Свинец	0,021	не обнаружено	0,0301	не обнаружено	0,006

В результате проведенных исследований в Октябрьском районе г.Пенза было обнаружено превышение ПДК

- меди, марганца, цинка во всех пробах;
- никеля в смешанной пробе, а также в пробах, отобранных вблизи дороги и среди домов;
- свинца в смешанной пробе и пробе, отобранной вблизи дороги.

В результате проведенных исследований не было обнаружено превышения ПДК:

- никеля в пробе, отобранной в парке;
- свинца в пробах, отобранных в парке и среди домов.

**Результаты химических элементов в снеговом покрове по  
Ленинскому району**

Наименование металла	Смешанная проба, мг/дм <sup>3</sup>	В парке, мг/дм <sup>3</sup>	Вблизи дорог, мг/дм <sup>3</sup>	Среди домов, мг/дм <sup>3</sup>	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
Медь	0,0765	0,0178	0,0852	0,0062	0,001
Марганец	0,4842	0,0554	1,011	0,0223	0,01
Цинк	0,296	0,0369	0,5285	0,0307	0,01
Никель	0,0446	не обнаружено	0,0711	не обнаружено	0,01
Свинец	0,0176	не обнаружено	0,0301	не обнаружено	0,006

В результате проведенных исследований в Ленинском районе г.Пенза было обнаружено превышение ПДК

меди, марганца, цинка во всех пробах;

никеля в смешанной пробе и пробе, отобранных вблизи дороги;

свинца в смешанной пробе и пробе, отобранной вблизи дороги.

В результате проведенных исследований не было обнаружено превышения ПДК

никеля в пробах, отобранных в парке и среди домов;

свинца в пробах, отобранных в парке и среди домов.

**Результаты химических элементов в снеговом покрове по  
Первомайскому району**

Наименование металла	Смешанная проба, мг/дм <sup>3</sup>	В парке, мг/дм <sup>3</sup>	Вблизи дорог, мг/дм <sup>3</sup>	Среди домов, мг/дм <sup>3</sup>	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
Медь	0,303	не обнаружено	0,0641	0,022	0,001
Марганец	0,3382	0,0153	1,011	0,2872	0,01
Цинк	0,1188	0,0088	0,5285	0,1626	0,01
Никель	0,0258	не обнаружено	0,0711	0,0187	0,01
Свинец	не обнаружено	не обнаружено	0,022	не обнаружено	0,006

В результате проведенных исследований в Первомайском районе г. Пенза было обнаружено превышение ПДК

марганца во всех пробах;

меди в смешанной пробе, в пробах, отобранных вблизи дорог и среди домов;

цинка в смешанной пробе, в пробах, отобранных вблизи дороги и среди домов;

никеля в смешанной пробе и пробах, отобранных вблизи дороги и среди домов;

свинца в пробе, отобранной вблизи дороги.

В результате проведенных исследований не было обнаружено превышения ПДК свинца в смешанной пробе и пробе, отобранной среди домов.

Самой чистой оказалась проба, отобранная в парке. В ней было обнаружено превышение ПДК марганца, превышения концентрации других металлов обнаружено не было.

**Результаты химических элементов в снеговом покрове по  
Железнодорожному району**

Наименование металла	Смешанная проба, мг/дм <sup>3</sup>	В парке, мг/дм <sup>3</sup>	Вблизи дорог, мг/дм <sup>3</sup>	Среди домов, мг/дм <sup>3</sup>	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
Медь	0,128	не обнаружено	0,1821	0,0097	0,001
Марганец	1,0031	0,0376	1,011	0,0903	0,01
Цинк	1,5566	0,0194	1,5685	0,0509	0,01
Никель	0,675	не обнаружено	0,746	не обнаружено	0,01
Свинец	0,0424	не обнаружено	0,501	не обнаружено	0,006

В результате проведенных исследований в Железнодорожном районе г. Пенза было обнаружено превышение ПДК

марганца, цинка во всех пробах;

никеля в смешанной пробе, а также в пробе, отобранной вблизи дороги;

свинца в смешанной пробе и пробе, отобранной вблизи дороги.

В результате проведенных исследований не было обнаружено превышения ПДК

меди в пробе, отобранной в парке;

никеля в пробах, отобранных в парке и среди домов;

свинца в пробах, отобранных в парке и среди домов.

**Содержание химических элементов в волосах детей (в мкг/г),  
проживающих в различных районах г. Пенза**

Районы	Железо	Хром	Медь	Цинк	Никель
Ленинский	1,601	0,40	3,949	68,538	1,660
Первомайский	1,582	0,227	0,572	60,484	1,596
Железнодорожный	9,063	0,690	12,790	96,506	2,191
Октябрьский	2,663	0,423	4,662	90,697	1,665
Допустимый уровень	10-50	0,15-1	10-30	120-250	0-2
	Находится на допустимом уровне	Находится на допустимом уровне	Находится на допустимом уровне	Находится на допустимом уровне	Превыше ние в Железно- дорожном районе на 0,191

Сравнивая полученные данные можно сделать вывод, что содержание цинка в районах г. Пенза высокие по сравнению с другими элементами.

Наибольшее содержание хрома наблюдается в Железнодорожном районе, наименьшая в Первомайском.

Концентрация никеля минимальна в волосах детей, живущих в Первомайском районе г. Пенза.

Наиболее высокая концентрация железа наблюдается в Железнодорожном районе г. Пенза. Высокое содержание меди в Железнодорожном районе г. Пенза. Концентрации цинка максимальны в волосах детей, живущих в Железнодорожном районе г. Пенза.

## Заключение

### Выводы:

1. Из результатов определения содержания химических элементов в родниковых водах видно, что превышений ПДК нет ни в одном районе. Наибольшая концентрация железа, цинка и хрома просматривается в Железнодорожном районе. В Ленинском районе наблюдается высокое содержание меди, но минимальное содержание никеля. В Первомайском районе концентрация никеля минимальна
2. Из результатов определения содержания химических элементов в почве видно, что превышения ПДК хрома и цинка не наблюдается ни в одном районе. Превышение ПДК меди и никеля обнаружено в Железнодорожном, Октябрьском, Ленинском районах.
3. В эксперименте по установлению острого токсического действия смертность дафний была наиболее высокой в Железнодорожном и Октябрьском районе
4. Результаты определения концентрации химических элементов в снеговом покрове: В Октябрьском и Ленинском районе было обнаружено превышение ПДК меди, марганца, цинка во всех пробах, а также никеля и свинца в смешанной пробе превышения ПДК никеля в пробе, отобранной в парке, свинца в пробах, отобранных в парке и среди домов не было обнаружено.  
В Первомайском районе во всех пробах было найдено превышение ПДК марганца, а также превышение ПДК меди, цинка, никеля в смешанных пробах. Самой чистой оказалась проба, отобранная в парке. В ней было обнаружено превышение ПДК марганца, превышения концентрации других металлов обнаружено не было.  
В Железнодорожном районе превышена ПДК марганца и цинка во всех пробах, никеля, свинца в смешанной пробе. Не было обнаружено превышения ПДК меди, никеля и свинца в пробах из парка
5. Из результатов определения содержание химических элементов в волосах детей видно, что превышение концентрации никеля обнаружено в Железнодорожном районе. Наибольшая концентрация железа, меди и цинка обнаружено в Железнодорожном районе.

В Пензе имеется хорошо развитая транспортная инфраструктура, с каждым годом растет автомобильный парк. На дорогах высокая транспортная нагрузка. Это приводит к загрязнению атмосферы, а впоследствии и снегового покрова тяжелыми металлами. Загрязнение снежного покрова в дальнейшем приводит к загрязнению водных объектов и почвы. Наиболее токсичен снежный покров в Октябрьском и Железнодорожном районах, наименее в Первомайском и Ленинском районах.

Проведенные исследования показали наличие тяжелых металлов в волосах учащихся Губернского лицея, воде, почве из различных районах г. Пенза. Анализ полученных данных показал присутствие их в субстратах. Наибольшие концентрации тяжелых металлов определялись в Железнодорожном районе г. Пенза. Самые низкие концентрации тяжелых металлов наблюдается в Первомайском районе г. Пенза. Такая тенденция прослеживается при распределении всех химических элементов.

Проведенные комплексные исследования позволили оценить районы города Пензы по степени загрязненности компонентов окружающей среды и в дальнейшем могут быть основой для разработки мероприятий и рекомендаций по сокращению загрязнения и минимизации его последствий.



## Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат. 1987, 142 с.
2. Буштуева К.А., Случанко И.С. Методы и критерии оценок состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды//М. Медицина. 1979.167 с.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб.
4. ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб»
5. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
6. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97.
7. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. Под ред. Л.К.Исаева. – СПб.: Эколого-аналитический информационный центр «Союз», 1998, 896 с.
8. Методика измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом. ПНД Ф14.1:2:4.154-99. Москва, 2012г.
9. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек их почв, осадков сточных вод. Отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. Федеральный реестр (ФР) 1.39.2007.03222.
10. Методика выполнения измерений массовой концентрации железа, кадмия, кобальта, марганца, никеля, меди, цинка, хрома и свинца в пробах природных и сточных вод методом плазменной атомно-абсорбционной спектrophотометрии.
11. Онищенко Г.Г. Окружающая среда и состояние здоровья населения. Экологическая доктрина России в контексте общенациональной стратегии устойчивого развития //Гигиена и санитария.-2001-№3.
12. Определение содержания железа, цинка, никеля, меди и хрома в волосах методом атомной абсорбции: МУК 4.1.776-99/ Н.В. Зайцева (и др.)// Определение химических соединений в биологических средах: сборник методических указаний.-М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.
13. Прайс В.. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. М.: Мир, 1976, 356 с.
14. ПНД Ф 14.1:2:4.214-06 . Количественный химический анализ вод.

## Глоссарий

**Техногенная нагрузка на природную среду** – это комплекс любых воздействий на компоненты природной среды, обусловленные деятельностью человека. Техногенное воздействие нагрузки состоит из промышленных, транспортных, коммуникационных факторов, Военное ведомство и оборонная промышленность, Аграрное производство, которые воздействуют на среду.

**Токсиканты** – вещества или соединения, способные оказывать ядовитое действие на живые организмы.

**Оксиметр (кислородомеры)** – это приборы, измеряющие концентрацию растворенного в жидкости кислорода.