

Станция юннатов МОУ ДО Дом детского творчества г. Углич
Ярославская область
Клуб «Муравейник»

номинация «Современная химия»

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА
«Содержание тяжелых металлов в водопроводной воде
(на примере г. Углича и Фрунзенского района г. Ярославля)»

Исполнитель: Степанов Артем Евгеньевич,
обучающийся клуба «Муравейник», возраст 15 лет
Станции юннатов
МОУ ДО Дом детского творчества г. Углич
Руководитель: Агулина Светлана Викторовна,
заведующая СЮН
Консультант: Степанова М.В.,
к.б.н., доцент кафедры ФГБОУ ВО ЯГСХА

Углич
2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	3
Глава 1. Обзор состояния проблемы содержания тяжелых металлов в водопроводной воде	4
1.1 Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в объектах окружающей среды.....	4
1.2 Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в пище.....	7
1.3 Влияние тяжелых металлов на организм человека.....	8
Глава 2. Исследование содержания тяжелых металлов в водопроводной воде.....	10
2.1. Место и методы проведения исследований.....	10
2.2. Анализ содержания тяжелых металлов в водопроводной воде.....	11
2.3. Пути попадания тяжелых металлов в организм человека.....	14
2.4. Разработка рекомендаций по укреплению здоровья детей.....	15
Заключение.....	17
Список литературы.....	18
Приложения.....	19

ВВЕДЕНИЕ.

Как известно из литературы [13], в целом в РФ только 1% исходной воды поверхностных источников по своему качеству соответствует тем нормативам, которые гарантируют получение питьевой воды, отвечающей гигиеническим требованиям при существующем уровне технологии водо-проведения. Вопрос качества питьевой воды **очень актуален** для всего современного мира.

Химический состав природных вод первоначально формируется из вод атмосферных осадков. Водяные пары поглощают многие вещества, выброшенные в атмосферу заводами и фабриками, автомашинами и самолетами. По этой причине смог и дожди, выпавшие в Ярославской области, как и в других, содержат различные соли, кислоты, и прочие вещества, далеко не безвредные для растений, животных и человека [10]. Хозяйственная деятельность населения (сброс в реки, озера огромного количества сточных вод) один из важных факторов, который нарушает химический состав вод, определяемый природными процессами. Приоритетными загрязняющими веществами водных объектов Ярославской области являются нефтепродукты и медь [10].

К сожалению, в сельских районах вопросам мониторинга качества питьевой воды занимаются недостаточно, это сложный и дорогостоящий процесс. Поэтому данная исследовательская работа не только актуальна, но и достаточно **нова**, так как проводились исследования в сравнении двух разных по техногенной нагрузке территорий.

Цель исследования: изучение содержания некоторых микроэлементов, в том числе токсичных металлов, в водопроводной воде сельской и промышленной территориях Ярославской области.

Для достижения этой цели были решены следующие **задачи:**

1. Изучить современное состояние вопроса содержания микроэлементов в водной среде.
2. Оценить качественное и количественное содержание микроэлементов и токсичных металлов (Zn, Cu, Pb и Cd) в окружающей среде - водопроводной воде на исследуемой территории.
3. Установить пути попадания в организм человека.
4. Разработать рекомендации по укреплению здоровья человека.

В работе применяли следующие **методы исследования:** изучение и анализ состояния проблемы из различных источников, экспериментальный (наблюдения, измерения), анализ, сравнение, обобщение.

Глава 1. Обзор состояния проблемы содержания тяжелых металлов в водопроводной воде.

1.1. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в объектах окружающей среды

В современном городе человек подвергается воздействию комплекса средовых, социальных, биологических факторов, часть которых может оказывать неблагоприятное воздействие на организм. Поступление в организм токсических элементов из антропогенных источников вызывает общетоксикологический эффект и нарушает естественный обмен элементов [1]. Комплексное воздействие природных, антропогенных и социально-экономических факторов ведет к ухудшению здоровья и способности организма к адаптации. Во многих исследованиях описаны количественные связи между концентрациями различных загрязняющих веществ в окружающей среде и показателями здоровья населения [1].

В настоящее время тяжелые металлы являются признанными приобретенными загрязнителями атмосферного воздуха, воды водоемов и почвы в глобальном и региональном масштабе, которые отличаются особой патогенностью [2].

Загрязнение почв тяжелыми металлами оказывает как прямое, так и опосредованное влияние на микроэлементный статус детей [1,5] и имеет различные источники: отходы металлообрабатывающей промышленности, промышленные выбросы, продукты сгорания топлива, автомобильные выхлопы отработанных газов, орошение сельскохозяйственных угодий сточными водами, применение пестицидов, внесение в почву в качестве удобрений ила станций очистки сточных вод, использование фосфорных и органических удобрений, полеводство и животноводство, антисанитарное состояние многих населенных пунктов, выпадение атмосферных загрязнителей, например тяжелых металлов [4].

Согласно гигиеническим нормативам, оценка содержания тяжелых металлов в атмосферном воздухе должна проводиться по среднесуточным концентрациям. В связи с трудоемкостью отбора проб воздуха за продолжительный период и сложности анализа на широкий спектр тяжелых металлов наблюдения за их содержанием в воздухе ведется, даже крупных городах, в 1-2 точках, что в условиях сложной застройки не позволяет получить достоверную информацию об их пространственном распределении на всей городской территории [5,6].

Геохимическими и гигиеническими исследователями установлены количественные связи между содержанием тяжелых металлов в атмосферном воздухе и выпадением их на территории городов, что фиксируется в виде аномалий в почве и снежном покрове [1].

Распределение тяжелых металлов по поверхности почвы определяется многими факторами. Оно зависит от особенностей источников загрязнения, метеорологических особенностей региона, геохимических факторов и

ландшафтной обстановки в целом [2]. В настоящее время отмечена тенденция увеличения содержания свинца, цинка, меди и кадмия в почвах Ярославской области [2].

Важное гигиеническое значение для создания благоприятных условий проживания и состояния почвы имеет санитарное состояние населенных пунктов и, в частности, вопросы сбора, утилизации и обеззараживания бытовых и промышленных отходов. Загрязнение земель различными токсикантами наблюдается на территориях, примыкающих к промышленным предприятиям и подверженных воздействиям газопылевых выбросов вредных веществ из атмосферы, находящихся вдоль автотрасс, нефтепроводов и др. По данным обследований, отмечается, что загрязнение земель выбросами вредных веществ за пределами промышленных и санитарно-защитных зон меняется незначительно. Наиболее загрязнены в Ярославской области земли тяжелыми металлами и другими веществами выбросов вокруг объектов нефтехимической промышленности, машиностроения, энергетики. Отмечается увеличение площадей земель, захламленных промышленными и бытовыми отходами, особенно крупных городов и прилегающих к ним территорий под несанкционированными свалками. Полигоны, свалки, накопители промышленных отходов являются опасными источниками загрязнения природных сред и существенно ухудшают экологическую обстановку, загрязняя поверхностные и подземные воды, почву, атмосферный воздух [2,8].

Элементы – токсиканты, загрязняющие почву, концентрируются в верхнем (0 – 10 см.) слое [1]. Мобильность тяжелых металлов, а, следовательно, и их токсичность для растений в условиях загрязнения зависит от многих компонентов и свойств почвы, обуславливающих ее буферность и защитные возможности. Металлы обладают неодинаковой склонностью к адсорбции, от чего токсичность их для растений при одинаковом загрязнении может быть различной [5].

Тяжелые металлы, поступая из почвы в растения, передаваясь по цепям питания, оказывают токсичное действие на растения и человека [1,7,9]. Присутствие токсикантов в пищевых продуктах в количествах, в 2-3 раза превышающих фоновые, нежелательно, а в превышающих ПДК – недопустимо [2].

Распределение по земной поверхности почвы тяжелых металлов определяется многими факторами. Оно зависит от особенностей источников загрязнения, метеорологических особенностей региона, геохимических факторов и ландшафтной обстановки в целом.

В почве тяжелые металлы присутствуют в 2 фазах - твердой и жидкой (почвенном растворе). В твердой фазе они находятся в обменном и фиксированном состоянии: входят в состав тонкодисперсных минеральных частиц и гумусового вещества, поглощаются гелями полуторных окислов, являются составной частью нерастворимых солей [1].

Мобильность тяжелых металлов, а, следовательно, и их токсичность для растений в условиях загрязнения зависит от многих компонентов и свойств почвы, обуславливающих ее буферность и защитные возможности. Металлы

обладают неодинаковой склонностью к адсорбции, от чего токсичность их для растений при одинаковом загрязнении может быть различной.

Токсическое действие высоких концентраций двояко - прямое и косвенное. Прямое воздействие избытка тяжелых металлов в растительных клетках обусловлено или блокировкой реакций с участием ферментов, или коагуляцией белков. Кадмий даже в очень низких концентрациях проявляют сильно выраженные токсические свойства, быстро накапливаясь в растениях. [5]

Прямое влияние высокой концентрации токсикантов может сопровождаться ее косвенным воздействием - переводом питательных веществ в недоступное состояние и создание голодной сферы. У ослабленных растений эффекты прямого токсикоза значительно увеличиваются.

Например, загрязнение почвы таким тяжелым металлом как кадмий отрицательно воздействует на микрофлору, биоценозы, замедляет образование гумуса, что в дальнейшем неблагоприятно отражается на развитии растений.

По данным М. М. Овчаренко, максимальное количество кадмия поступает в почву с осадками сточных вод-54,8%, известковыми удобрениями-14%, атмосферными осадками-7,5%. Минеральными удобрениями-2,5%.

Повышение рН в большинстве случаев способствует фиксации кадмия, превращения его попадание в грунтовые воды и усвоение растениями.

Многолетними исследованиями ряда авторов [1,6] показано, что зимой наблюдается повышение концентрации различных химических веществ в атмосфере, обусловленное ухудшением метеорологических условий рассеяния примесей, увеличением количества промышленных выбросов, замедлением химических процессов трансформации веществ при низкой температуре воздуха. По этим причинам в снежном покрове городов накапливается основная масса атмосферных поллютантов. Кроме того, снег обладает наиболее эффективной способностью к вымыванию примесей из атмосферы по сравнению с дождем, и лежалый снег регистрирует не только влажные выпадения атмосферы, но и сухие, и, наконец, талые воды являются источником загрязнения для других сред географической оболочки [1].

Снег обладает высокой сорбционной способностью и является наиболее информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения атмосферы. Снежный покров фактически аккумулирует и сохраняет в себе все загрязняющие атмосферу компоненты. Химический состав фильтрата талого снега формируется в результате поступления с осадками различных химических элементов, поглощения снежным покровом газов, водорастворимых аэрозолей и взаимодействия со снежным покровом твердых пылевых частиц, оседающих из атмосферы. При образовании и выпадении снега из-за процессов сухого и влажного вымывания концентрации тяжелых металлов оказываются в 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе, повышая надежность и точность результатов анализа, так как чем выше определенные значения веществ, тем меньше внутри- и межлабораторная ошибка.

Особого внимания при изучении влияния вредных воздействий окружающей среды на человека заслуживает загрязнение воды тяжелыми металлами, так как действуют они на человеческий организм совершенно неоднозначно [1,3]. В Ярославской области загрязнению подвергаются как поверхностные, так и грунтовые воды. По данным литературы основными источниками загрязнения являются промышленно-ливневые стоки предприятий, стоки с животноводческих ферм, свалок, а также некоторые агротехнические мероприятия (внедрение в почву удобрений, пестицидов, которые, вследствие низкой культуры земледелия, смываются дождевыми и талыми водами в ближайшие реки) [8,9].

Химический состав природных вод первоначально формируется из вод атмосферных осадков. Водяные пары поглощают многие вещества, выброшенные в атмосферу заводами и фабриками, автомашинами и самолетами. По этой причине смог и дожди, выпавшие в Ярославской области, как и в других, содержат различные соли, кислоты, и прочие вещества, далеко не безвредные для растений, животных и человека.

1.2. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в пище

Многие жизненно необходимые микроэлементы человек получает преимущественно с пищей [1,3,5]. Организация рационального питания в нашей стране основывается на концепции сбалансированности пищевых рационов. В формулу сбалансированного питания входят нормы энергии и основных пищевых белков: белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных элементов (в том числе микроэлементов). Необходимость изучения роли микроэлементов в питании диктуется, прежде всего, практическими нуждами здравоохранения: за последние годы выявлена важная роль микроэлементов в этиологии “болезнь века” – сердечно-сосудистой патологии и новообразований [1,6].

Пища - совокупность неорганических и органических веществ, получаемых человеком и животными из окружающей среды и используемых ими для построения и возобновления тканей, поддержания жизнедеятельности и восполнения расходуемой энергии. При этом следует иметь в виду, что пища имеет одно принципиальное отличие от всех других факторов окружающей среды: в процессе питания она превращается из внешнего во внутренний фактор, и ее компоненты в цепи последовательных превращений трансформируются в энергию физиологических функций и структурных элементов тела человека. В то же время пища может быть не только источником необходимых организму пищевых и биологически активных веществ, но и различных ксенобиотиков - радионуклеидов, ядохимикатов (пестицидов), нитратов, микотоксинов, различных биологических загрязнителей (микроорганизмы, вирусы, гельминты) и др. Академик А. А. Покровский выдвинул концепцию о необходимости целенаправленного предупреждения болезней, разработки показателей «химической чистоты» внутренней среды организма человека, ее свободы от чужеродных, особенно

стойких веществ. Отсюда профилактика предупреждения накопления посторонних веществ, также как и продуктов их метаболизма во внутренних средах организма, является основным принципом гигиены питания и гигиенического нормирования. Установлено, что в зависимости от условий от 30 до 80% потенциально вредных биологических агентов и химических веществ (контаминантов пищи) поступает в организм человека с пищей. Ксенобиотики попадают в пищу не только в результате ее загрязнения химическими веществами при получении, переработке и хранении продуктов, но и в процессе введения их в продукты питания в виде пищевых добавок. Так, установлено превышение допустимого уровня содержания пестицидов в 0,9-1,7% проб, бактериальной загрязненности в 10% проб, в продуктах питания содержатся нитраты, нитрозамины, тяжелые металлы, антибиотики.

В настоящее время повсеместно нарушается принцип адекватности питания населения. Ухудшилось питание населения, в рационе нарастает дефицит белка и витаминов. Наиболее показательной является динамика соотношения белка/углеводы. Практически повсеместно происходит замещение животных белков углеводами. Однако наиболее значительно этим процессом были затронуты промышленно развитые регионы, города, которые раньше централизованно снабжались продовольствием (Москва, Нижний Новгород, Екатеринбург, С-Петербург, Тюменский Север). Ухудшилось качество питания населения и в Челябинской области.

Вместе с тем, напряженная экологическая ситуация в этих и других регионах России требует рационализации питания и обеспечения его профилактической направленности. На основании результатов комплексной гигиенической оценки состояния питания населения проживающего на экологически неблагоприятной территории разработаны соответствующие рекомендации, предусматривающие увеличение в суточном продуктовом наборе молочных и мясопродуктов, рыбы и морских продуктов, яиц, сливочного и растительного масла, овощей и особенно фруктов, ягод и зелени, а также крупяных изделий в соответствии с гигиеническими рекомендациями при обязательном учете оптимального соотношения между местными и привозными продуктами. Это позволит увеличить поступление в организм животного белка, минеральных веществ, витаминов и в целом обеспечить профилактическую направленность питания. Дополнительно к пищевым продуктам в весеннее время рекомендуется регулярный прием поливитаминных препаратов, содержащих витамины С, А, В₁, В₂, В₆.

1.3. Влияние тяжелых металлов на организм человека.

Есть все основания полагать, что многие болезни неизвестной этиологии, связаны с недостатком или избытком микроэлементов, без которых невозможен синтез многих биологически активных веществ. В настоящее время медь и цинк входят в состав необходимых для человека микроэлементов. Роль других элементов, встречающихся в пищевых продуктах, до сих пор далеко не ясна. Но и для некоторых микроэлементов, являющихся эссенциальными, еще не выработаны общепризнанные физиологические нормы [1,11]. Следует

подчеркнуть, что обширная литература, посвященная изучению роли микроэлементов в питании человека, свидетельствует о том, что пока еще не разработана единая методологическая программа изучения этой важной проблемы. Поэтому исследователи нередко приходят к противоположным выводам, а предлагаемые физиологические нормы микроэлементов значительно варьируют. Современный человек, в зависимости от биогеохимических условий местности, в зависимости от условий питания, водоснабжения и труда, получает либо недостаточное, либо нормальное, либо избыточное количество микроэлементов [1,3,6].

Одним из актуальных вопросов в значении механизма действия микроэлементов является выяснение особенностей взаимодействия между ними в обмене веществ. Следует помнить, что характер действия микроэлемента зависит не только от его дозы и длительности действия, но и от наличия в пищевом рационе элементов - синергистов.

По данным литературы, накопление элемента в органах может свидетельствовать о функциональной роли его в этих органах. По концентрации элемента в волосах, ногтях можно судить об обеспеченности организма этим элементом.

Глава 2. Исследование содержания тяжелых металлов в водопроводной воде

2.1. Место и методы проведения исследований

Для исследования питьевой воды на количественное содержание в ней таких микроэлементов, как цинк, свинец, медь и кадмий были выбраны следующие районы г. Углича (приложение 1): район №1, располагающийся в северо-западной части города, район №2, располагающийся в центральной его части. №3 – в южной части, №4 – в северо-западной и Ярославля (приложение 2): район №5 и №6 – во Фрунзенском районе, располагающемся в западной части города. Все исследуемые районы городов используют центральную систему водоснабжения, кроме воды из колодца г. Ярославля - №7.

В качестве метода определения выбрана инверсионная вольтамперометрия. Указанный метод анализа позволяет обнаружить концентрации переходных металлов от 0,001 мг/кг в пробе, что достаточно для определения выбранных микроэлементов в воде на уровне ПДК и ниже. Пробы питьевой воды отбирались ежемесячно в соответствии с правилами предусмотренными ГОСТом [11,12]. Подготовка и обработка проб воды осуществлялась в соответствии с МУК 4.1.742 – 99 раздел 4 «Методы контроля. Химические факторы. Инверсионное вольтамперометрическое измерение концентрации ионов цинка, кадмия, свинца и меди в воде».

Отбор питьевой воды осуществляли ежемесячно [11,12] в исследуемых территориях. Для исследования воды на предмет содержания в ней тяжелых металлов необходимо 1 л пробы воды после 15-минутного спуска воды при полном открытии крана. Срок хранения проб 72 ч. Подготовленные пробы к испытанию (объемом 100 см³ - приложение 3) переносили в выпарительную чашку (приложение 4), добавить 1-2 см³ концентрированной азотной кислоты. Содержимое чашки упаривали до влажных солей (приложение 5). Если остаток темный, кислотную обработку повторяли до его осветления. После пробы заливали электролитом (приложение 6), переливались в колбы для транспортировки для анализа (приложение 7). После раствор помещался в графитовый стакан и с помощью специалистов обрабатывали в анализаторе вольт амперометрическом «АКВ 07 МК» (приложение 8). Полученные результаты оформлялись в виде протоколов исследований (приложение 9) и формировались протоколы данных исследования (приложение 10).

Пробоподготовка водопроводной воды осуществлялась на базе ФГБОУ ВО «Ярославская ГСХА», обработка проб на приборе в лаборатории ФГБОУ ВО ЯрГУ им.П.Г. Демидова.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы STATICA версия 6.0. Определялось среднее значение и отклонение.

Всего было исследовано 28 пробы питьевой воды и выполнено 112 количественных инверсионных вольт амперометрических измерений.

2.2. Анализ содержания тяжелых металлов в водопроводной воде

В ходе выполнения работы в период с 2019 по 2020 годы проводилось исследование питьевой воды. Изучив содержание выбранных для исследования микроэлементов в питьевой воде можно отметить, что концентрации всех элементов значительно ниже предельно допустимых. Из таблицы 1 видно, что лидирующее место по содержанию цинка и кадмия занимает район №1 ($0,0474 \pm 0,01$ мг/л и $0,0002 \pm 0,00001$ мг/л соответственно), а свинца и меди – №2 ($0,0024 \pm 0,0001$ мг/л и $0,0433 \pm 0,02$ мг/л соответственно). Самые низкие концентрации всех микроэлементов были отмечены в колодезной воде №7 (цинк: $0,0035 \pm 0,002$ мг/л, свинец: $0,0004 \pm 0,0001$ мг/л, меди: $0,0023 \pm 0,0004$ мг/л и кадмия не обнаружено). Существенных различий в содержании кадмия в пробах питьевой воды выявлено не было, в трех местах взятия проб он не выявлен (№4, 6 и 7).

Таблица 1.

Содержание цинка, свинца, меди и кадмия в питьевой воде городов Ярославля и Углича.

Исследуемые города	Район	Микроэлементы, мг/л			
		Цинк	Свинец	Медь	Кадмий
ПДК		5,0	0,03	1,0	0,001
Углич	№ 1	$0,0474 \pm 0,0147$	$0,0017 \pm 0,0004$	$0,0078 \pm 0,0009$	$0,0002 \pm 0,0001$
	№ 2	$0,0053 \pm 0,0031$	$0,0024 \pm 0,0001$	$0,0433 \pm 0,0151$	$0,0001 \pm 0,0000$
	№ 3	$0,0142 \pm 0,0046$	$0,0012 \pm 0,0001$	$0,0298 \pm 0,0093$	$0,0001 \pm 0,0000$
	№ 4	$0,0153 \pm 0,0065$	$0,0017 \pm 0,0003$	$0,0171 \pm 0,0030$	0
	Среднее	$0,0244 \pm 0,0092$	$0,0018 \pm 0,0002$	$0,0212 \pm 0,0039$	$0,0002 \pm 0,0001$
Ярославль	№ 5	$0,0092 \pm 0,0024$	$0,0008 \pm 0,0002$	$0,0062 \pm 0,0016$	$0,0001 \pm 0,0000$
	№ 6	$0,0076 \pm 0,0013$	$0,0014 \pm 0,0003$	$0,0086 \pm 0,0030$	0
	№ 7	$0,0035 \pm 0,0015$	$0,0004 \pm 0,0001$	$0,0023 \pm 0,0004$	0
	Среднее	$0,0066 \pm 0,0011$	$0,0009 \pm 0,0001$	$0,0056 \pm 0,0013$	$0,0001 \pm 0,0000$

В настоящем исследовании предпринята попытка изучить ежемесячную динамику микроэлементарного элементного статуса питьевой воды в изучаемых городах. В результате выполненных исследований установлено, что в течение года в водопроводной воде наблюдаются существенные колебания обмена элементов. Можно заключить (см. рис. 1-3), что в пробах воды

колебания содержания абсолютного большинства исследуемых химических элементов в течение года составляют более 20% (медь, свинец и цинк). Ниже рассмотрены особенности концентрации микроэлементов в зависимости от времени года (помесячная динамика).

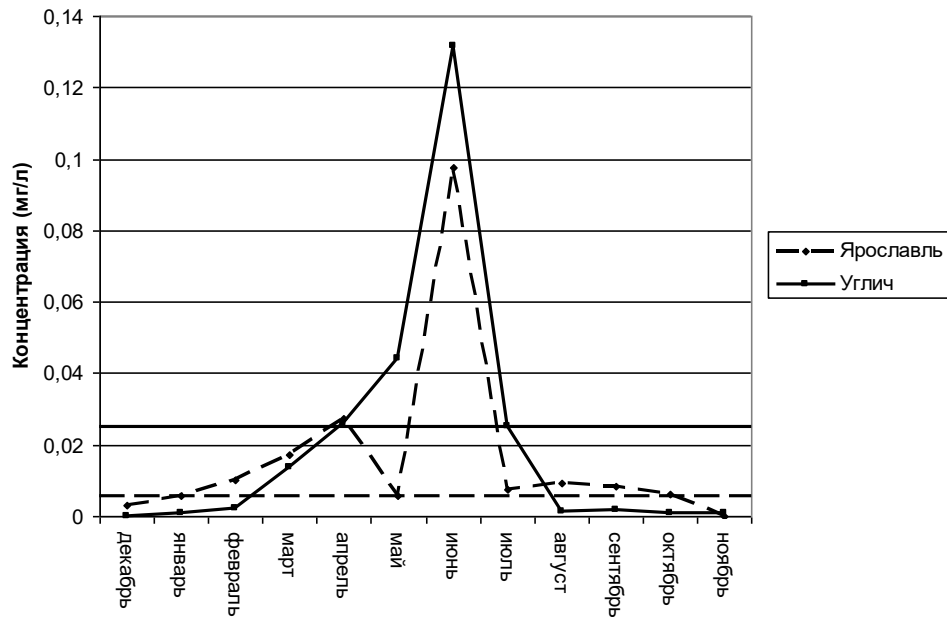


Рис. 1. Сезонная динамика цинка в водопроводной воде.

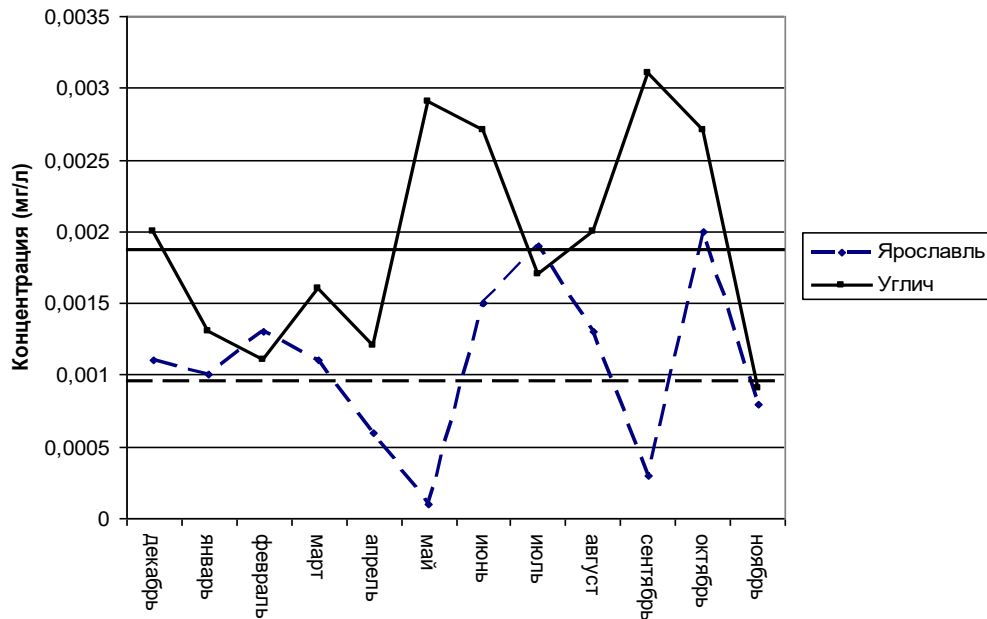


Рис. 2. Сезонная динамика свинца в водопроводной воде.

В питьевой воде отклонения показателей уровня цинка (рис. 1) в весенне - летний период значительно выше средних за год. Самые низкие концентрации этого микроэлемента нами были выявлены в осеннее - зимний период времени. Содержание свинца в водопроводной воде, если судить по полученным данным анализа проб воды, довольно стабильны, хотя и имеется выраженная тенденция к снижению концентрации свинца в воде в зимнее - весенние месяцы и повышению в мае-июле, а также в ноябре и начиная с начала осени (рис. 2). В отношении меди установлено, что есть два пика ее наиболее высокого

содержания в питьевой воде - это конец зимы – начало весны и конец лета – начало осени (рис. 3). Самые низкие концентрации меди наблюдаются в конце весны – начале лета.

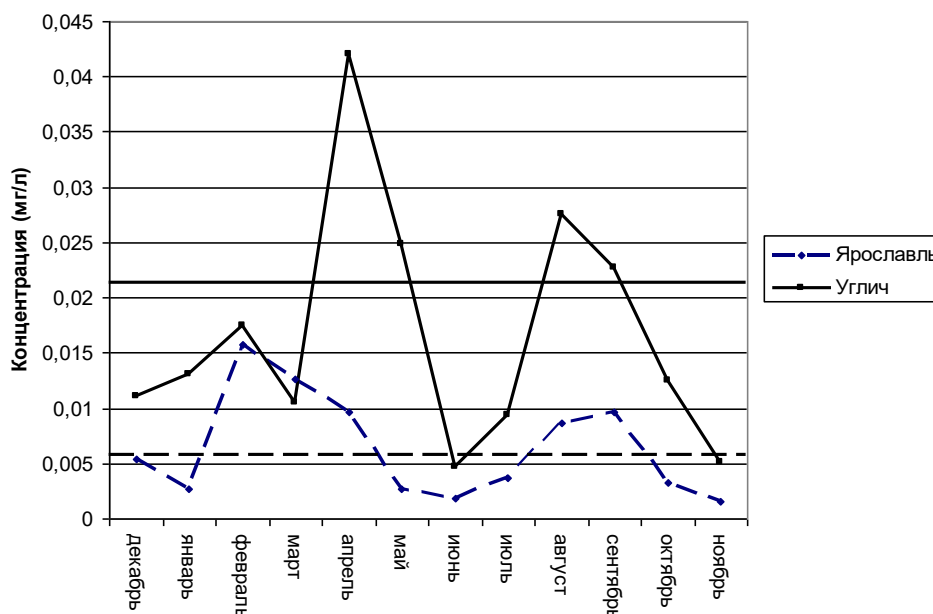


Рис. 3. Сезонная динамика меди в водопроводной воде.

В ходе выполнения работы в период с 2019 по 2020 годы была отмечена незначительная тенденция к снижению в г. Угличе концентраций в водопроводной воде свинца (2003г. – $0,002 \pm 0,005$ мг/л; 2007 – $0,0018 \pm 0,0002$ мг/л) и меди ($0,0229 \pm 0,009$ мг/л против $0,0212 \pm 0,0039$ мг/л) (рис. 4) и увеличению концентрации цинка ($0,00216 \pm 0,0007$ мг/л против $0,0244 \pm 0,0092$ мг/л), а в г. Ярославле: к снижению цинка ($0,0094 \pm 0,0008$ мг/л против $0,0066 \pm 0,0011$ мг/л) и свинца ($0,0010 \pm 0,0002$ мг/л против $0,0009 \pm 0,0001$ мг/л) и увеличению – меди ($0,0033 \pm 0,0003$ мг/л против $0,0056 \pm 0,0013$ мг/л). В отношении содержания кадмия в воде в 2007 году, по сравнению с 2003 г. отмечено его наличие в обоих исследуемых городах в некоторых пробах в незначительном количестве ($0,0001$ мг/л).

При сравнении полученных результатов исследования питьевой воды, было отмечено, что в г. Угличе в среднем содержание всех изучаемых биоэлементов за весь период исследования значительно выше средних концентраций этих металлов в воде Фрунзенского района г. Ярославля.

Таким образом, в целом по нашим данным можно отметить тенденцию к увеличению содержания кадмия и снижению свинца, что касается биогенных микроэлементов (цинка и меди), то они подвержены электрохимическому влиянию и если в г. Угличе отмечена тенденция к повышению содержания цинка и снижению меди, то в г. Ярославле – наоборот. Это может быть связано с различными источниками водозабора и различной техногенной нагрузкой этих городов.

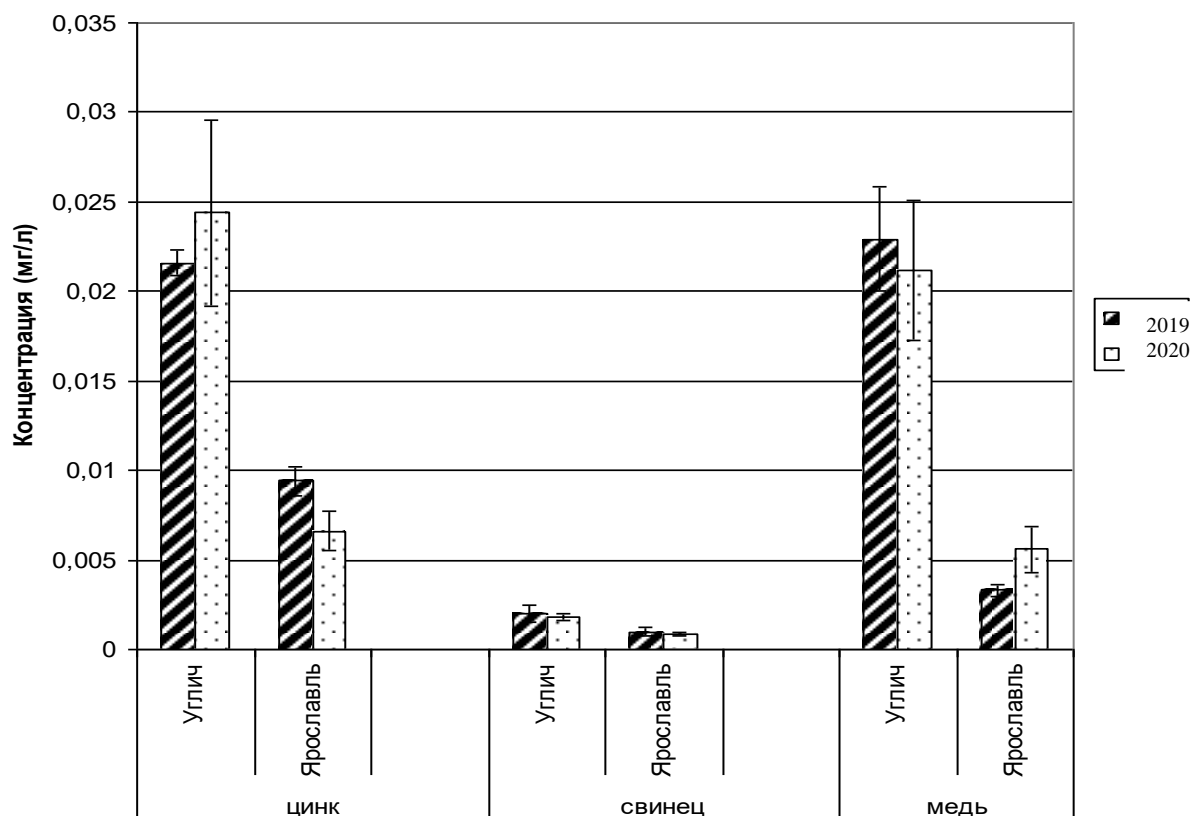


Рис. 4. Содержание цинка, свинца и меди в водопроводной воде г. Углича и Ярославля в 2019 и 2020 годах.

2.3. Пути попадания тяжелых металлов в организм человека

В условиях населенных мест химическая нагрузка на население обусловлена одновременным поступлением в организм веществ различными путями и из разных объектов окружающей среды.

$\frac{3}{4}$ тяжелых металлов поступают в организм человека с продуктами питания и, особенно, с питьевой водой, $\frac{1}{4}$ - поступает из объектов окружающей среды.

Ярославский регион характеризуется повышенным уровнем концентрации меди и низким уровнем накопления цинка. Металлы поступают в объекты окружающей среды разными путями: в атмосферный воздух от выбросов промышленных предприятий, снег - при концентрировании из атмосферы, почву - из подземных вод и вымыванием из материнской породы, а в природные водоемы - из атмосферного воздуха и почвенного покрова. Существенный вклад в уровень накопления металлов в объектах окружающей среды вносят как естественные, так и антропогенные факторы.

Среднегодовые концентрации меди в период исследования в воде водоемов и водотоков изменялась в последние годы в пределах от 2 до 7 ПДК (Угличское водохранилище среднее содержание около 4 ПДК, ниже Ярославля - 6 ПДК). В последнее время существует тенденция к увеличению содержания меди в водоемах Ярославской области. Концентрации цинка в воде тоже

превышают ПДК и колеблются в пределах 0,8 – 2,3 ПДК. Содержание солей тяжелых металлов, превышающих нормативы ПДК, в воде поверхностных водо-источников не выявлено.

Содержание изучаемых металлов в естественных водоемах соотносится с полученными данными исследования и объясняют установленные тенденции в накоплении элементов водопроводной водой, так как водозабор осуществляется из водоемов города.

Кадмий и свинец в промышленных территориях содержится в повышенных концентрациях в местах активного движения автотранспорта и концентрации автомобильных выхлопных газов. За последние годы количество единиц автотранспорта по данным литературы увеличилось и, следовательно, увеличена их концентрация в объектах окружающей среды, водопроводной воде, что будет оказывать влияние на здоровье населения.

2.4. Разработка рекомендаций по укреплению здоровья детей.

Наибольшее значение в основных источниках поступления элементов в организм человека является пища. Следовательно, важен и микроэлементный состав питьевой воды. Достаточно важным при корректировке болезней знать суточное поступление исследуемых микроэлементов в организм.

Коррекция минерального обмена базируется на том принципе, что микроэлемент не синтезируется организмом, поэтому при установленных нарушениях микроэлементного статуса микроэлементы должны вводиться дополнительно.

Существует несколько способов дополнительного введения микроэлементов [1,3]:

- Введение с пищей. Из-за малого содержания микроэлементов в продуктах питания этот способ более пригоден для профилактики, чем для лечения, особенно острых нарушений обмена микроэлементов, проявляющихся клинически. Что применимо для исследуемых детей дошкольного возраста.

- Введение с препаратами микроэлементов, пищевыми добавками. Могут быть использованы как препараты отдельных микроэлементов, так и комплексные препараты, содержащие микроэлементы и витамины. Назначение моно-препаратов микроэлемента должно вестись под строгим врачебным контролем при наличии строгих показаний к применению данных лекарственных средств. Это связано с тем, что при применении таких препаратов чрезвычайно высока опасность передозировки, несбалансированного поступления микроэлемента, что приводит к нарушению обмена других микроэлементов. Поэтому данный метод не может быть использован нами, так как острых показаний для использования препаратов у данных детей нет.

Оптимальным для организмов является разумное сочетание коррекции пищевой диеты с физическими упражнениями и массажем.

В профилактике и лечении отравлений тяжелыми металлами важное место отводится профилактическому питанию. В рацион людей необходимо

включить продукты богатые необходимыми элементами для увеличения уровня накопления в организме. Для снижения концентрации металлов рацион питания обогащают продуктами, способствующими ускорению и увеличению их выведения микроэлементов.

Наряду с проведением реабилитационных мероприятий дополнительно включаются физические упражнения, массаж, физио- и термо- процедуры. Процедуры лечебной физкультуры и нагрузочные спортивные мероприятия активизируют обмен веществ и потоотделение. При выполнении физических упражнений повышается выведение токсикантов из организма в результате усиления мышечной работы. Физические упражнения стимулируют околокостное кровообращение и способствуют выводу токсикантов из депо. Помимо этого они обеспечивают устойчивость процессов адаптации и повышают резистентность организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения исследований, проходивших в период с 2019 по 2020 годы, был изучен микроэлементный состав питьевой водопроводной воды всех микрорайонов сельскохозяйственной и промышленной территорий.

Для исследования уровня поступления выбранных МЭ и ТТМ в организм детей с пищей и водой был изучен микроэлементный состав водопроводной воды. В период исследования воды ни в одной пробе не было выявлено концентраций металлов, превышающих ПДК.

В селе в среднем содержание всех изучаемых биоэлементов за весь период исследования значительно выше средних концентраций этих металлов в воде городской территории. В последнее время была отмечена незначительная тенденция к снижению в сельскохозяйственной территории концентраций в водопроводной воде свинца и меди и увеличению концентрации цинка, а в промышленной: к снижению цинка и свинца и увеличению – меди.

Поскольку стабильность химического состава организма является одним из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования, то соответственно, отклонения в содержании химических элементов, в сочетании с экологическими, климатогеографическими факторами или заболеваниями приводят к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья.

Таким образом, в ходе выполнения работы были сделаны следующие

ВЫВОДЫ:

1. Установлено достоверное повышение в питьевой воде сельскохозяйственного города концентрации Zn и снижение – Pb, Cu, тогда как в промышленном городе - увеличение содержания Cu и снижение – Zn, Pb.

2. Выявлено, что наиболее высокий уровень содержания микроэлементов отмечается в сельскохозяйственных районах по сравнению с промышленными.

3. Колебания содержания Zn, Cu, Pb и Cd в течение года составляли 20%, наибольшие концентрации отмечены в весенний период времени.

4. Изучены пути попадания тяжелых металлов в организм человека.

5. Составлены рекомендации по укреплению здоровья человека, которые внедрены в работу организаций дополнительного образования и социально ориентированных организаций (приложения 11 и 12).

Автор выражает благодарность сотрудникам ФГБОУ ВО «Ярославская ГСХА» и ФГБОУ ВО ЯрГУ им.П.Г. Демидова за оказанную консультационную и практическую помощь в организации и проведении научных исследований по работе.

Перспективы деятельности:

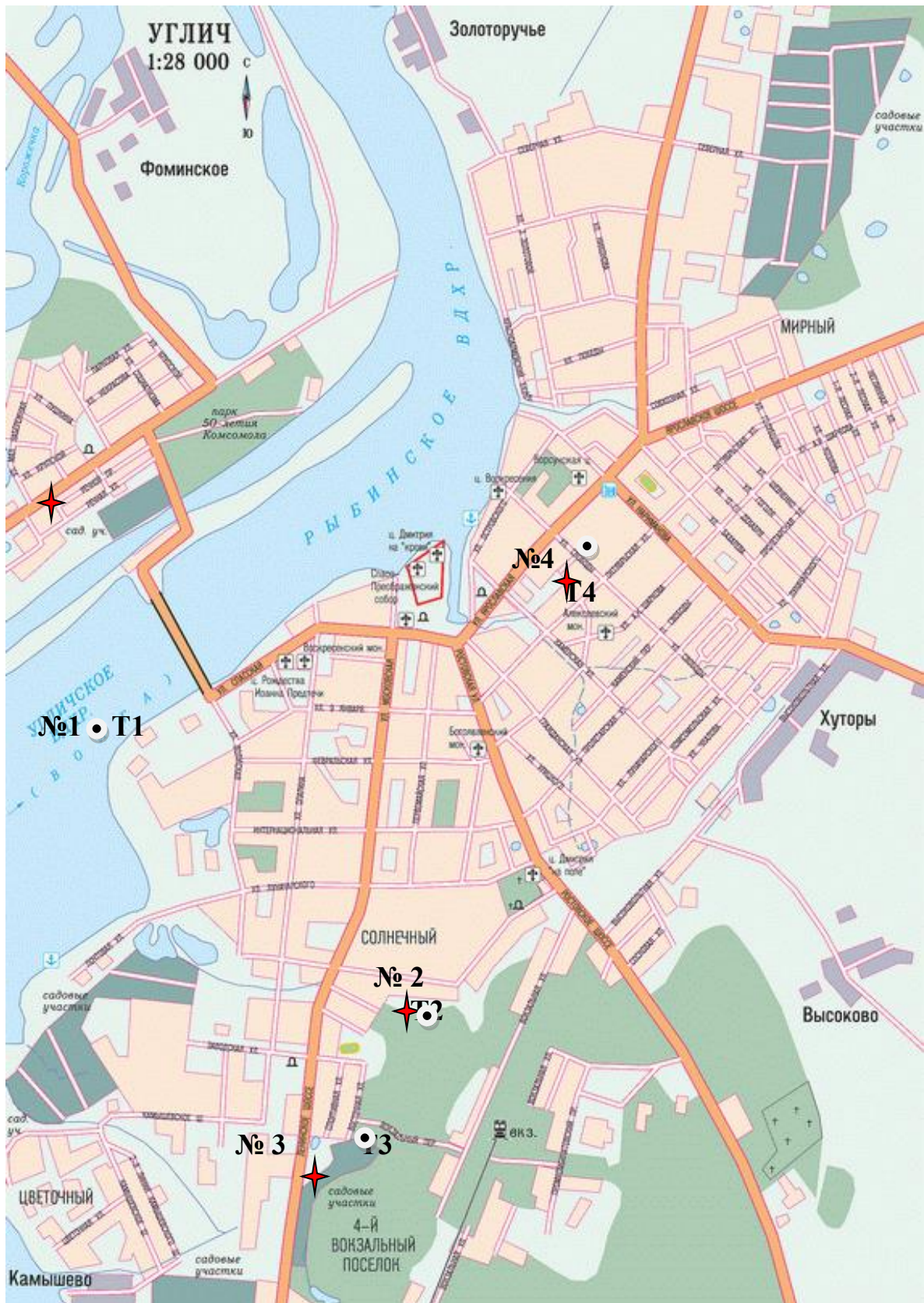
В дальнейшем для более детального изучения путей поступления элементов из окружающей среды и особенностей их накопления в средах планируется продолжить мониторинговые исследования по микроэлементному составу водопроводной и провести анализ содержания токсикантов в почве, снежном покрове и природных водоемов.

Литература:

1. Авцын, П.А., Жаворонков, А.А., Риш, М.А., Строчкова, Л.С. Микроэлементозы человека: этиопатология, классификация, органопатология / А.В. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова, АМН СССР. – М.: Медицина, 1991. - 496с.
2. Актуальные проблемы экологии Ярославской области: Материалы Второй науч.-практич. конф. Том 1. – Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2002. – 270 с.
3. Бабенко, Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение // Микроэлементы в медицине. - 2001. Т. 2, 1 вып. - С. 2-5.
4. Боев В.М. Экология человека в малых городах и сельских населенных пунктах Восточного Оренбуржья / В.М. Боев // Гигиена и санитария. – 1994. - № 8. – С. 40-42.
5. Боев В.М. Гигиеническая оценка содержания микроэлементов в питьевой воде и продуктах питания в системе социально-гигиенического мониторинга / В.М. Боев, Н.А. Лесцова, Н.М. Амерзянова и др. // Гигиена и санитария. – 2002. - № 5. – С. 71-73.
6. Большая медицинская энциклопедия / под ред. В.И. Бородулина. –Изд. 4-е, испр. и доп. –М.: РИПОЛ классик, 2007. - 959 с.
7. Бондарев, Л.Г. Микроэлементы - благо и зло / Л.Г. Бондарев. - М.: Знание, 1984. - 142 с.
8. Быстрых В.В. Гигиеническая оценка влияния питьевой воды на здоровье населения [Текст] / В.В. Быстрых // Гигиена и санитария. – 1998. № 6. – С. 20-22.
9. Воронкова И.П., Осадская Н.Д., Галкович Л.Г., Красиков С.И. Содержание токсичных микроэлементов в питьевых водах Оренбуржья / Н.Д. Осадская, Л.Г. Галкович, С.И. Красиков, И.П. Воронкова / Контроль и реабилитация окружающей среды: Материалы II Международного симпозиума. – Томск. – 2000. – с. 210.
10. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Ярославской области в 2017 г. / Департамент охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области; под научной редакцией Г.А. Фоменко. – Ярославль: Департамент охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области, 2019. - 232 с.
11. ГОСТ 24481-80 «Вода питьевая. Отбор проб» от 01.01.82г.
12. ГОСТ Р 51593-2001 «Вода питьевая. Отбор проб».
13. Онищенко Г.Г. // Гигиена и санитария. 2002. №3. С. 52-59.

Приложения

Точки отбора проб в городе Угличе



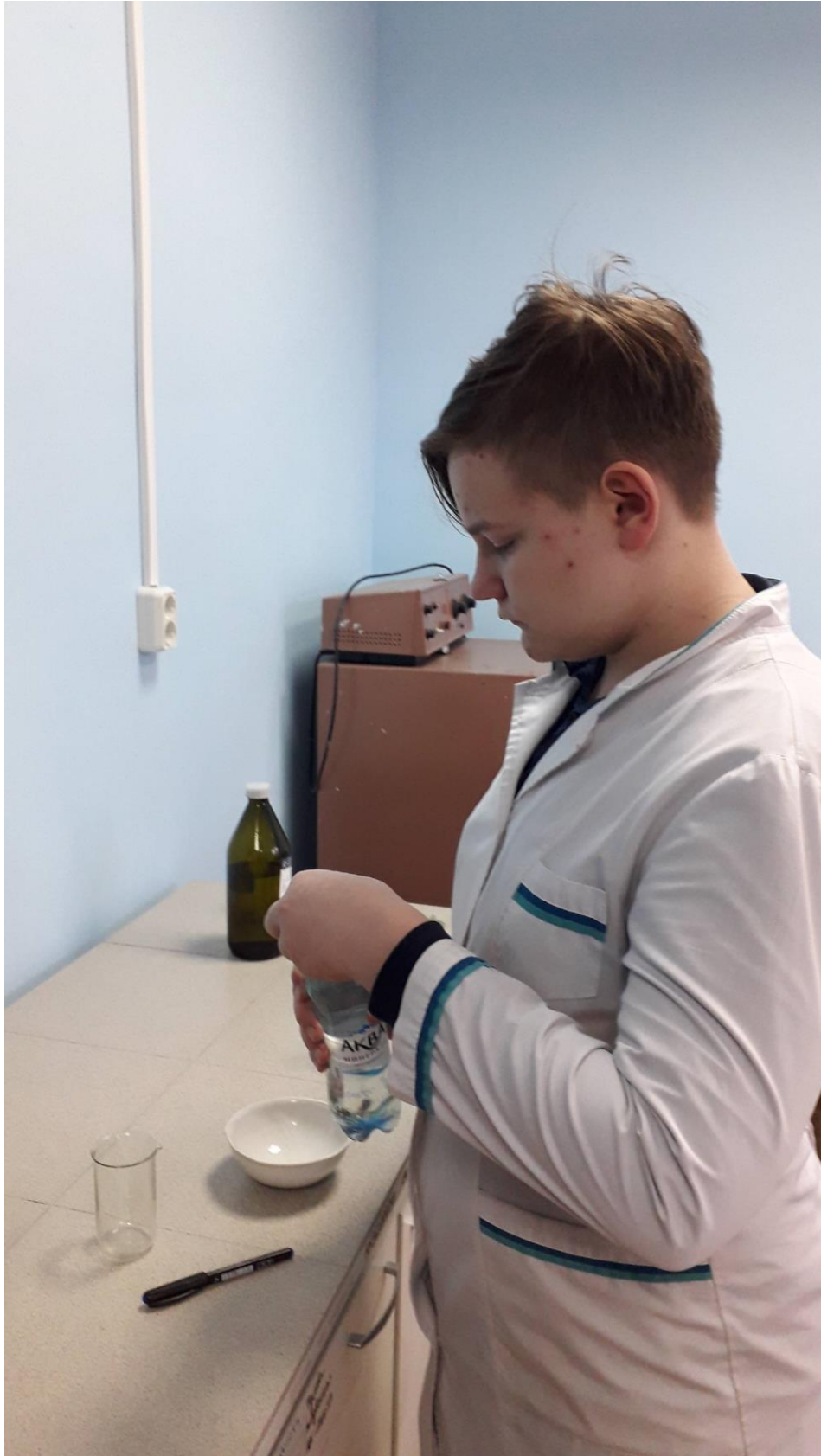
✦ - район отбора проб; ●Т1 – точка отбора проб, №1- номер исследуемого района

Точки отбора проб в городе Ярославля



★ - район отбора проб; ● Т1 – точка отбора проб, №1- номер исследуемого района

Отмерение необходимого объема воды для анализа



Помещение воды в выпаривательную чашку



Выпаривание проб на электроплитке



Работа с электролитом



Подготовка проб к транспортировке



Анализатор вольт амперометрический «АКВ 07 МК»



Протоколы измерений металлов

Программа "Polar-3.0 for Windows 95/NT" файл : NoName1.doc

Протокол измерений (Отчет №1)

Анализ наличия в пробе элемента : **Рв-Свинец**

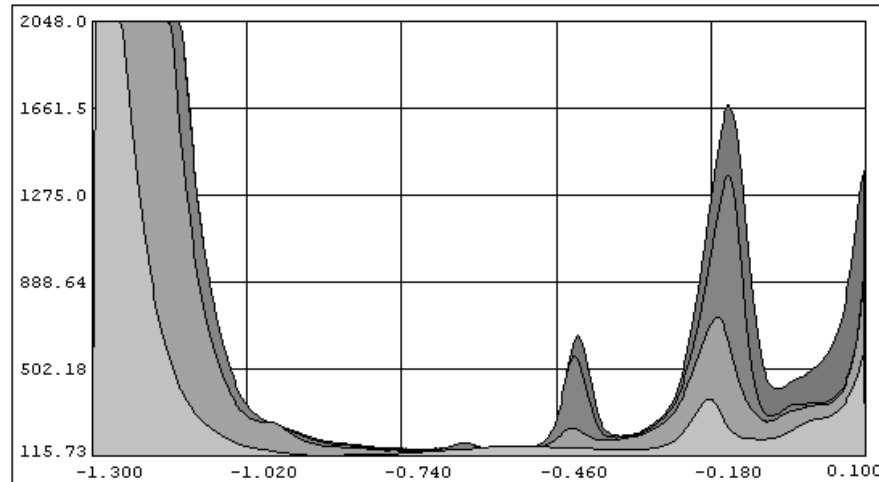
Общие сведения :

1. Дата измерения: 18.09.
2. Время измерения: 14:50:24
3. Имя пробы: лето
4. Объект анализа: Вода №1
5. Телефон:
6. Факс:
7. И.О.Ф: углич
8. Адрес: ТН

1. Графики вольтамперометрических кривых

Окраска кривых:

"Фон"
 "Проба"
 "Доб. №1"
 "Доб. №2"



По оси X - значения U_p развертки в вольтах
По оси Y - значения $I(h)$ высоты тока в относительных ед.

2. Параметры измерения кривых

Наименование параметра измерения	Единицы измерения	Значения
1. Потенциал накопления	вольт	-1.300
2. Время накопления	сек	60.000
3. Амплитуда переменного напряжения	вольт	20.000
4. Скорость развертки	мв\сек	50.000
5. Амплитуда развертки	вольт	1.400
6. Диапазон тока	ма	1000.000
7. Потенциал электрохимической очистки	вольт	0.000
8. Объем пробы в ячейке полярографа	см ³	20.000
9. Направление развертки	+/-	[+]
10. Концентрация добавки стандартного раствора	мг/Дм ³	10.000
11. Объем раствора добавки №1	см ³	0.031
12. Объем раствора добавки №2	см ³	0.003
13. Объем раствора добавки №3	см ³	0.000
14. Объем раствора добавки №4	см ³	0.000
15. Вид пробы	-	Жидкая

3. Комментарии к измерениям

Бланк

1. Дата проведения измерений _____
2. Название предприятия _____
3. Адрес предприятия _____
4. Название объекта анализа _____
5. Проверяющая организация _____
6. Средства проверки _____
7. Условия проведения анализа _____
8. Результаты измерений _____

Заключение по проведенным измерениям

Ф.И.О. продившего измерение _____ Подпись _____ " " _____ 1998 г.

Проверяющая организация: _____

Формирование первичной документации



Акт внедрения работы в МОУ ДО Дом детского творчества г. Углича

Муниципальное учреждение
Управление образования
Угличского муниципального района
Ярославской области

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОМ ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА»**

Россия, 152615, г. Углич, ул. Ленина, д.21/13
Тел: (48532) 20659, факс: (48532) 20659
E-mail: uglich_ddt@mail.ru, ОКПО 47157312

УТВЕРЖДАЮ:
Директор МОУ ДО
Дом детского творчества г. Углич



Т.В. Макарова

«17» декабря 2020 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Комиссия в составе:

1. Т.В. Камковой – заместитель по научно-методической работе директора МОУ ДО ДДТ г. Углича;
2. А.С. Наумова – педагог организатор СЮН МОУ ДО ДДТ г. Углича

Подтверждает, что материалы исследования А.Е. Степанова на тему «Содержание тяжелых металлов в водопроводной воде (на примере г. Углича и Фрунзенского района г. Ярославля)» внедрены и используются при работе с учащимися и педагогами образовательных учреждений для проведения бесед, классных часов и другой просветительской деятельности.

Проведенные А.Е. Степановым исследования позволяют полноценно оценить влияние микроэлементарных компонентов водопроводной воды на здоровье населения.

Т.В. Камкова

А.С. Наумова

Акт внедрения работы от ЗРО ЯОО ВООП

**Заволжское районное
отделение г. Ярославля
Ярославской областной
общественной организации
Всероссийского общества
охраны природы**

150051, Ярославская обл., г. Ярославль, пр.
Авиаторов, д. 74-а
ИНН 7603020610, КПП 760301001
ОГРН 1027600003133
8-951-282-14-63

Исх. № 008-04 от 14 мая 2020 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Комиссией в составе:

1. Степанова М.В. – к.б.н., председатель совета ЯРО ЯОО ВООП;
2. Кузнецова С.А. - секретарь совета.

Подтверждает, что материалы научного исследования А.Е. Степанова на тему «Содержание тяжелых металлов в водопроводной воде (на примере г. Углича и Фрунзенского района г. Ярославля)» внедрены и используются в работе СО НКО при разработке бесед для жителей города Ярославля и проведении экологических мероприятий по вопросу значимости снижения загрязнения окружающей среды в крупных промышленных городах.

Проведенные А.Е. Степановым научные исследования дают информацию о фоновом уровне содержания микроэлементов в водопроводной воде и позволяют оценить их влияние на здоровье населения.



М.В. Степанова

С.А. Кузнецова