

Министерство образования и молодёжной политики Свердловской области
Управление образования Администрации города Нижний Тагил
МАУ ДО Гор СЮН

**МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НА
ПРУДКЕ-ОСВЕТЛИТЕЛЕ РЕКИ ВЯЗОВКА**

Выполнил учащийся 11 класса
МАОУ Политехническая гимназия
Баженов Виталий Юрьевич
обучающийся в МАУ ДО ГорСЮН
Руководитель: методист МАУ ДО
ГорСЮН, доцент Застольская
Людмила Ивановна

Нижний Тагил

2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

• Введение.....	3
• 1.Промышленные сточные воды как источник.....	
загрязнения водных объектов.....	4
• 2. Последствия загрязнения водоёмов сточными водами.....	7
• 3.Методы очистки сточных вод.....	10
• 4. Материал и методика исследования.....	12
• 4.1. Характеристика реки Вязовка.....	12
• 4.2. Сбор материала.....	13
• 5. Результаты исследований и обсуждение.....	16
• Выводы.....	21
Заключение.....	22
• Список источников информации.....	23
• Приложение.....	25

Введение

На протяжении длительного исторического периода человек в полной мере удовлетворял все свои потребности в пресной воде и не ощущал в ней недостатка. Но в связи с быстрым ростом населения и его производственной деятельностью потребность в воде значительно возросла. В настоящее время она достигла таких масштабов, что во многих местах планеты и особенно в развитых промышленных районах возникла острая проблема нехватки пресной воды. Недостаток воды в настоящее время испытывает 1/3 населения планеты. Вода в наше время превращается в самое драгоценное сырье, заменить которое другим видом сырья невозможно. (Михеев, Галушин, 1987).

Следует добавить, что расход пресной воды на самые разнообразные нужды человеческого общества, несомненно, будет возрастать и в дальнейшем. Поэтому бережное, рациональное использование водных ресурсов становится особенно важной задачей.

Загрязнение водоемов промышленными и бытовыми стоками особенно сказывается на недостатке пресной воды. Вода многих загрязненных рек и озер становится непригодной не только для питья, но и для других бытовых и промышленных нужд. Достаточно сказать, что для выплавки 1 т чугуна и переработки его в сталь и прокат нужно 300 м³ воды, 1 т меди - 500 м³, для производства 1 т никеля-4000 м³ воды, 1 т синтетического каучука и искусственных тканей - 2100— 2500 м³.

В связи с этим предприятия черной металлургии прибегают к различным методам очистки сточных вод от загрязняющих веществ. Нами были рассмотрены сточные воды ЕВРАЗ НТМК. Наряду с традиционными методами очистки сточных вод, на комбинате применяется способ биореабилитации водоёма путём введения в биосистему живых организмов, повышающих способность водоемов к самоочищению.

Актуальность: Очистка сточных вод промышленных предприятий нашего города приводит к улучшению экологического состояния водных экосистем Обско-Иртышского водного бассейна

Цель нашего исследования: определение эффективности биологической очистки прудка осветлителя на реке Вязовка.

Объект исследования: сточные воды ЕВРАЗ НТМК на прудке осветлителя реки Вязовка

Предмет: Загрязняющие вещества в воде из прудка-осветлителя на различных его участках

Задачи:

1. Изучить последствия загрязнения водоёмов сточными водами
2. Познакомиться со способами очистки сточных вод от загрязнений
3. Выявить эффективность биологической очистки на прудке- осветлителе на реке Вязовка

Гипотеза:

Применение метода биологической очистки сточных вод приведёт к снижению загрязняющих веществ

Новизна: Впервые изучена эффективность биологической очистки прудка осветлителя на реке Вязовка путём введения в биосистему высших водных растений *Eichornia vulgaris*, *Pistia stratiotes* и одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris*, повышающих способность водоемов к самоочищению,

Практическое значение: Выявление эффективности биологической очистки сточных вод позволит применять этот метод на других водоёмах, куда сбрасываются сточные воды для их доочистки.

1. Промышленные сточные воды как источник загрязнения водных объектов.

Промышленными сточными водами называются жидкие отходы, образующиеся при добыче и переработке органического и неорганического сырья в промышленную продукцию, а также изготовления из них товаров широкого потребления («Очистка производственных сточных вод», 1987).

Сточные воды, отводимые с территории промышленных предприятий, по своему составу могут быть разделены на три вида:

1. производственные — использованные в технологическом процессе производства;
2. бытовые - от санитарных узлов, производственных и непромышленных корпусов и зданий, а также от душевых установок, имеющих на территории промышленных предприятий, столовых и других бытовых помещений;
3. атмосферные (ливневые) - образующиеся в результате смывания дождевыми, снеговыми и поливными водами загрязнений, имеющих на территории предприятий, крышах и стенах производственных зданий в т.ч. вредных веществ, оседающих на территорию предприятия из атмосферы, куда они поступают с выбросами в неё отходов производства и вымываемых из воздуха атмосферными осадками.

Загрязнённые производственные сточные воды содержат различные примеси и подразделяются на три группы («Охрана природы», 1985):

- 1) загрязнённые преимущественно минеральными примесями, в том числе обладающими токсическими свойствами;
- 2) загрязнённые преимущественно органическими примесями, в том числе ядовитыми.
- 3) загрязнённые минеральными и органическими примесями.

Основными и наиболее опасными загрязнителями, содержащимися в сточных водах первой группы, являются различные кислоты, щёлочи, соли, минеральные масла, сернистые соединения, ионы тяжёлых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, ртуть, железо, марганец, ванадий, хром, кобальт, молибден), алюминий, бром, фтор, фосфор, фосфаты, соединения азота (нитраты, нитриты, аммиак, аммоний), цианиды, сульфаты, сульфиды, хлориды, сероводород, взвешенные минеральные и другие вещества. В сточных водах второй группы содержатся различные нефтепродукты, нафтеновые кислоты, углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества ПАВ и моющие средства, спирты, альдегиды, кетоны, лигнин и особенно опасные для водоёмов фенолы, смолы, меркаптан, формальдегид, метанол и другие вредные вещества.

Бытовые сточные воды содержат в основном органические, бактериальные и биологические загрязнения. Органические загрязнения подразделяются по происхождению на растительные, со значительным

содержанием углерода (остатки растений, злаков, плодов, овощей, бумаги, растительные масла, остатки пищи) и животные, содержащие азот (физиологические выделения людей, волосы, клеевые вещества). К бактериальным и биологическим загрязнениям относятся различные микроорганизмы, в частности дрожжевые плесневые грибки, мелкие водоросли и бактерии (как сапрофиты, так и патогенные, возбудители инфекционных заболеваний) («Охрана окружающей среды», 1983; 1991).

Атмосферные сточные воды имеют в основном минеральное загрязнение: механические частицы (песок, камень, земля, глинистые частицы, частицы руды, шлака, древесные и металлические стружки, пыль, сажа), нефтепродукты (масла, бензин, керосин, используемые в двигателях транспортных средств), а также органические и минеральные удобрения, используемые в заводских скверах и цветниках. Количество, состав и концентрация загрязнений в атмосферных сточных водах изменяются в течение года и зависят от типа предприятия, поддержания в чистоте рабочей территории. При сильных ливнях, затяжных дождях и обильном весеннем таянии снега количество атмосферных сточных вод и концентрация загрязняющих веществ в них могут оказаться очень высокими (Кушелев, 1979; Подобедов, 1985).

Таким образом, сточные воды представляют собой смесь различных стоков; имеют определённые свойства и состав, включающий сложный комплекс органических и неорганических загрязнителей, содержание которых достигает высоких концентраций.

В результате процессов биологической очистки сточная вода может быть очищена от многих органических и некоторых неорганических примесей. Процесс биологической очистки сточных вод осуществляет сложное сообщество микроорганизмов – бактерий, простейших, ряда высших организмов – в условиях аэробно-биологического, т.е. наличия в очищаемой воде растворённого кислорода. Загрязнения сточных вод являются для многих микроорганизмов источником питания, при использовании которого они получают всё необходимое для их жизни – энергию и материал для конструктивного обмена (восстановления распадающихся веществ клетки, прироста биомассы). Изымая из воды питательные вещества (загрязнения), микроорганизмы очищают от них сточную воду, но одновременно они вносят в неё новые вещества – продукты обмена, выделяемые во внешнюю среду (Ревазов и др., 1986).

Природный водоем представляет собой биологически сбалансированную экологическую систему, настроенную на самоочищение и самовосстановление. Для экологического состояния водных объектов наибольшее значение имеют процессы, приводящие к преобразованию загрязняющих веществ в безвредные или менее вредные вещества. К ним относится большинство органических веществ, соединения, содержащие азот и фосфор (Органическое загрязнение водных экосистем). Водные биоценозы представляют собой сообщества микроорганизмов,

водорослей, зоопланктона, высшей водной растительности, рыб и организмов. Благодаря им поддерживается относительно устойчивый состав воды (Биологический механизм самоочищения в природных водоемах и водотоках).

Самоочищение среды – естественное разрушение или нейтрализация (обезвреживание) загрязнителей окружающей среды в результате физических, химических и биологических процессов. Каждый водоем – это сложная живая система. В каждом длительно существующем водоеме устанавливается равновесие между поступлением и удалением примесей. При постоянном в среднем поступлении загрязняющих примесей уровень их содержания в воде, «точка равновесия», зависит от эффективности природных систем удаления этих примесей, самоочистки водоемов. В природных водных объектах токсиканты рассредоточены, а значительная их часть поступает в донные отложения или аккумулируется в гидробионтах (Остроумов, 1986). Освобождаясь от токсикантов в процессе самоочищения, водные массы могут полностью или частично терять токсичность, во всяком случае, острую. Длительность процесса самоочищения обусловлена физико-географическими условиями. Факторы самоочищения водоемов многообразны, условно их можно разделить на три группы: физические, химические и биологические (Новиков, 1999).

2. Последствия загрязнения водоёмов сточными водами

Загрязнение сточных вод приводит к снижению концентрации растворённого в воде кислорода. Это приводит к:

а) Изменение солёности среды (вызывает нарушения осморегуляции водных организмов, водно-солевого обмена и т. п.) с нарушением или без нарушения соотношения содержания солей.

б) Изменение температуры воды:

в) вызывает шоковые явления у организмов;

г) изменяет сроки прохождения определённых стадий организмов и сезонных процессов в водоёмах.

Механическое загрязнение твёрдыми веществами:

а) влекомыми в толще воды (вызывают снижение прозрачности воды и толщины трофогенного слоя, забивание и механические повреждения жабр и покровов тела гидробионтов);

б) оседающими на дно, вдоль берегов, вызывающими нарушения биоценозов бентоса, прибрежной водной растительности, заиление нерестилищ, замену более ценных в кормовом отношении биоценозов на менее ценные.

в) Механическое загрязнение жидкими веществами:

г) образующими плёнку на поверхности воды, ухудшающую условия аэрации, возможности вылета водных насекомых, дыхания воздушнодышащих водных насекомых и т. п.;

д) образующими эмульсии в толще воды с оседанием на гидробионтах и снижением прозрачности воды;

е) оседающими на дно и водную растительность, что вызывает гибель растений и ухудшение структуры грунтов.

Прямое токсическое действие веществ на водные организмы. Экологические последствия определяются непосредственным влиянием веществ на более чувствительные виды или группы видов водных организмов. Что может вызывать:

1) Нарушение функции дыхания:

а) кожного и жаберного;

б) тканевого и клеточного.

2) Нарушение функций размножения:

а) инстинктов и рефлексов размножения;

б) овогенеза и сперматогенеза;

в) процессов оплодотворения;

г) эмбрионального развития (включая тератогенное действие);

д) выпадение или дефектность отдельных стадий развития.

3) Нарушение функций питания:

а) процессов пищеварения и степени усвоения пищи;

б) рефлексов питания.

4) Нарушение функционирования нервной системы, проявляющееся:

- а) в угнетении, вплоть до параличей;
- б) в раздражающем, возбуждающем (ирритантном) действии.

Оба типа действия могут встречаться по отдельности или совместно, как фазы токсикологического процесса.

- 5) Нарушение фотосинтеза водных растений и водорослей.
- б) «Обжигающее» действие (нарушение покровов тела, целостности мембран на плавниках, образование подкожных кровоизлияний и язв и т. п.).

Порча товарных качеств промысловых водных организмов. Он включает в себя:

- 1) Порча вкусовых качеств промысловых видов (органолептический показатель), которая проявляется:

- а) в появлении неприятных посторонних привкусов;
- б) в проявлении неприятных посторонних запахов;
- в) в понижении упитанности, жирности, консистенции мяса рыб и других промысловых организмов.

- 2) Накопление токсических веществ в опасном для человека и домашних животных количестве:

- а) устранимое при некоторых формах кулинарной обработки;
- б) не устранимое никакими способами.

- 3) Накопление возбудителей заболеваний. Особенно опасно, если продукты используются в сыром виде (например, устрицы).

Отсутствие чистой доброкачественной питьевой воды, ухудшение её качества и несоответствие санитарным и экологическим требованиям, загрязнение водоёмов наиболее опасны для здоровья человека, являясь причиной многих заболеваний, губительно сказываются на животном и растительном мире и становятся угрожающими для распространения жизни на Земле (Константинов, 2000).

Сброс в водоёмы неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод химических предприятий приносит большой ущерб водным экосистемам, влечёт за собой развитие техногенных процессов и создаёт угрозу сдвига природного экологического равновесия. Вещества, загрязняющие воды, оказывают отрицательное воздействие на их экологию, создают большую опасность для обитателей водоёмов и приводят к глубоким и необратимым последствиям.

Изменение физических свойств воды: температуры, рН, жёсткости, прозрачности и в т.ч. органолептических показателей: появление неприятного запаха, привкуса, цвета; уменьшение растворимости и содержания кислорода в воде и снижение содержания кислорода отходов, изменение газового режима воды, ее биологических, бактериологических свойств, химического состава приводит к ухудшения качества воды, её санитарно-гигиенического состояния, химических, биологических, биохимических свойств среды обитания и нормальных условий жизнедеятельности водных организмов (Воронцов, Харитонов, 1977).

Появление плавающих на поверхности и в толще воды пятен, плёнок, хлопьевидных сгустков и различных веществ, осаждение их на дне в виде осадков (увеличивающихся при понижении скорости течения), образование шлама, илистых наносов, продуктов, адсорбированных грунтом дна или берегов водоёма («Охрана природы», 1990).

Массовая гибель живых организмов, полное уничтожение водной флоры и фауны, нерестилищ, кормовых организмов, теплокровных животных в районах с высокой концентрацией вредных веществ, оказывающих сильное отрицательное токсическое воздействие на водные организмы и вызывающих их отравление в результате прямого воздействия вредных веществ

3. Методы очистки сточных вод

Вода обладает чрезвычайно ценным свойством непрерывного самовозобновления под влиянием солнечной радиации и самоочищения. Это свойство заключается в перемешивании загрязненной воды со всей ее массой и в дальнейшем процессе минерализации органических веществ и отмирания внесенных бактерий. Установлено, что в ходе бактериального самоочищения через 24 ч остается не более 50% бактерий, через 96 ч. - 0,5%.

Чтобы обеспечить самоочищение загрязненных вод, необходимо их многократное разбавление чистой водой. Основные способы улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых целей - осветление, обесцвечивание и обеззараживание.

Осветление воды - удаление из нее взвешенных веществ. В зависимости от требуемой степени осветления применяют: отстаивание воды в отстойниках, в гидроциклонах, осветление воды, пропуская ее через слой ранее образованного взвешенного осадка, в осветлителях со взвешенным осадком, фильтрование воды через слой зернистого или порошкообразного фильтрующего материала в фильтрах или фильтрование через ткани и сетки.

Обесцвечивание воды - устранение или обесцвечивание различных окрашенных коллоидов или истинно растворенных веществ. Для этого воду подвергают коагулированию, используют различные окислители и сорбенты.

Обеззараживание воды проводят для уничтожения содержащихся в ней болезнетворных вирусов и бактерий. Применяют чаще всего хлорирование воды, бактерицидное облучение, озонирование и другие способы обеззараживания.

При сильном загрязнении самоочищения воды не происходит. В этих случаях необходимы специальные методы и средства для ликвидации загрязнений, поступающих со сточными водами. (Боровский Е.Э., 2000)

В промышленности - это главным образом строительство цеховых и общезаводских сооружений по очистке сточных вод, совершенствование технологического процесса производства и строительство утилизационных установок для извлечения ценных веществ из сточных вод.

В деле охраны чистоты пресных вод наибольшее значение имеют меры борьбы с загрязнениями вод промышленными и бытовыми предприятиями. Наиболее эффективными мерами следует признать, во-первых, совершенствование технологических процессов, сокращающих расход воды и ее загрязненность, во-вторых, совершенствование методов и расширение масштабов очистки загрязненных стоков.

Очистка сточных вод от загрязнений. Поскольку в ближайшей перспективе не удастся полностью избежать загрязнений воды в процессе ее технологического использования, важное значение по-прежнему будут иметь различного рода очистные сооружения. В настоящее время применяют ряд методов очистки загрязненных сточных вод, к важнейшим из которых относятся механический, химический и биологический.

Метод механической очистки заключается в механическом удалении из сточных вод нерастворенных примесей, для чего применяют специальные сооружения. Удаление разнородных примесей при этом осуществляется с помощью разнообразных приспособлений: решеток и сит, жироловок, масло ловушек, нефтеловушек и самоулавливателей. В 13 отстойниках происходит осаждение тяжелых частиц, а легкие вещества всплывают на поверхность воды отстойников. Механической очисткой можно достигнуть выделения из бытовых сточных вод до 60% нерастворенных примесей, а из производственных - до 95%.

Метод химической очистки основан на добавлении в сточные воды таких реагентов, которые, вступая в реакцию с загрязнениями, способствуют выпадению нерастворенных коллоидных и частично растворенных веществ. Некоторые нерастворенные вещества переводятся в безвредные растворенные. Химический метод очистки позволяет уменьшить количество нерастворенных загрязнений сточных вод до 95% и растворенных до 25%.

Метод биологической очистки состоит в минерализации органических загрязнений сточных вод при помощи аэробных биохимических процессов. Осуществляется он в естественных или искусственных условиях. Биологическая очистка в естественных условиях осуществляется на специально подготовленных участках земли - полях орошения, или полях фильтрации. На них планируется оросительная сеть магистральных распределительных каналов, по которым разливаются сточные воды. Очистка загрязнений происходит в процессе фильтрации вод через почву. Слой почвы в 80 см обеспечивает достаточно надежную очистку.

Для биологической очистки используют биологические пруды, в которых происходят те же процессы, что и при самоочищении водоемов. Обычно их в виде четырех-пяти серий на местности, имеющей уклон, располагают ступенями, чтобы вода из верхнего пруда самотеком направлялась в нижерасположенный.

Биологическая очистка в искусственных условиях производится на специальных сооружениях - биофильтрах, или аэротенках. В них очистка сточных вод осуществляется фильтрацией через крупнозернистые материалы, поверхность которых покрыта биологической пленкой, заселенной аэробными микроорганизмами. Сущность биологической очистки на биофильтрах не отличается от процесса очистки на полях орошения или полях фильтрации, однако биохимическое окисление происходит гораздо интенсивнее.

4. Материал и методика исследований

Исследования проводились с 2021 по 2024 год на искусственно созданном прудке-осветлителе на реке Вязовке, куда сбрасываются для доочистки сточные воды ЕВРАЗ НТМК и, в меньшей мере, ряда других предприятий и организаций.

4.1. Характеристика реки Вязовка и прудка-осветлителя

Река Вязовка принадлежит бассейну р. Тобол, являясь правым притоком р. Тагил. В реке наблюдается повышенная концентрация загрязняющих веществ. Истоки ее находятся на территории Уралхимпласта и Уралвагонзавода. В настоящее время река используется как для культурно-бытовых целей, так и в качестве водоприемника сточных вод предприятий. Длина реки 9,2 км. Водосборная площадь составляет 24,4 км².

В районе истока реки расположено шламохранилище, которое, значительно подогревает воду, после чего в реку сбрасываются стоки рельсобалочного, прокатного, компрессорного, литейного и 2-х мартеновских цехов. В среднем течении реки в нее впадают стоки автотранспортного предприятия №6, на территории которого находится мойка для грузовых автомобилей. Сравнивая естественный расход реки Вязовка (3,6 м³/час в зимний межень и до 900 в летний межень) с общим объемом сточных вод, сбрасываемых комбинатом (1311,79 м³/час), следует сделать вывод, что сток реки состоит в основном из поверхностных сточных вод с промышленных площадок, прилегающих к реке предприятий и сточных вод тех же предприятий. Основные загрязняющие вещества реки - сульфаты, азот аммония и нитритов, натрий, медь, цинк, марганец, нефтепродукты.

После всех перечисленных стоков, река впадает в искусственно созданный прудок-осветлитель. Площадь зеркала прудка-осветлителя 35,4 тыс. м². Средняя глубина 3.36 м; Объем прудка-осветлителя –114,422 тыс. м³. Назначение прудка-осветлителя – очистка загрязненных сточных вод предприятия от взвешенных веществ и масел. По проекту в прудок-осветлитель поступают сточные и продувочные воды различных производственных подразделений. Проектная мощность прудка-осветлителя (в качестве очистного сооружения) - 24,0 тыс. м³/сутки (1,0 тыс. м³/час). Фактическая мощность – 29,2 тыс. м³/сутки. (1,2 тыс. м³/час). После отстаивания в ложе прудка-осветлителя и сбора масляной пленки специальным маслосборным устройством вода поступает в городские водоемы, используемые в бытовых целях.

Водоток характеризует высокое термическое, нефтехимическое, а местами сильное загрязнение взвесьями. Берега реки и ее русло загрязнены бытовыми стоками в жилом районе и сельскохозяйственными в районе садовых участков. Основные загрязняющие вещества - сульфаты, азот аммония и нитритов, натрий, медь, цинк, марганец, нефтепродукты. По данным санитарных служб результаты химического анализа показывают

значительное превышение предельно допустимой концентрации по нефтепродуктам в 4 раза, марганцу - в 3,4 раза, железу - в 2 раза, свинцу - в 1,7, фенолам - в 3 раза (Опыт реабилитации внеплощадного водоочистного сооружения ЕВРАЗ НТМК С.В. Филатов, Б. В. Михайлов, В. В. Кульнев ОАО [Электронный ресурс] URL: <http://www.algobiotehнологia.com/shop/?gid=177> (дата обращения 9.02.2020г.)

Назначение прудка-осветлителя – очистка загрязненных сточных вод предприятия. По проекту в прудок–осветлитель поступают сточные и продувочные воды различных производственных подразделений с содержанием взвешенных веществ от 22 до 150 мг/л. и масел 10,6 – 42,8 мг/л.

Как уже было сказано, для ликвидации катастрофических последствий сброса загрязняющих веществ, на предприятии ЕВРАЗ НТМК применяются всевозможные методы очистки. Один из способов уменьшения негативного влияния сточных вод предприятия на природные водоемы – это биологическая очистка путем введения в биоценоз водоёма водных растений способных снижать концентрацию загрязняющих веществ и обогащающих биоценоз водоёма.

В 2010 году было решено внести суспензию хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, как средства снижения уровня загрязнения и увеличения биоразнообразия водоёма. Мероприятия по альголизации сточных вод в прудке - осветлителе, проводимые в последние несколько лет, убедили руководство комбината в эффективности метода, как средства снижения уровня загрязнения сточных вод сбрасываемых в реку Тагил и средства реабилитации природных водоемов.

С 2014 года на прудке-осветлителе наряду с хлореллой используется новая биотехнология, которая заключается в использовании эйхорнии (водного гиацинта). Это растение является наилучшим природным фильтром водоёмов. Оно освобождает воду от загрязняющих веществ, в частности, нитратов и излишней органики. Эйхорния способна не только адсорбировать механические взвеси в воде, снижать содержание нитратов и органики, но также и нейтрализовать неприятные запахи

С 2018 года биоценоз прудка - осветлителя пополнился ещё одним тропическим растением - пистией слоистой, или, или водяным латуком. Пистия, как и эйхорния, отлично очищает воду, выступая в роли фильтра.

Эти растения обладают уникальной способностью к очистке воды. Они усваивают из воды органические загрязнители моющие вещества, тяжёлые металлы, нефтепродукты, различные горюче-смазочные материалы, используя их как питание. Кроме того, в процессе фотосинтеза они создают

первичную пищевую продукцию, без которой не могут существовать все гетеротрофные организмы - бактерии, простейшие, водные грибы, беспозвоночные и позвоночные животные. В зарослях гидрофитов создаются благоприятные температурные условия и газовый режим, способствующие их интенсивному росту, развитию и размножению. Сообщества гидрофитов служат водным животным надежным убежищем, защитой от хищников и кормовой базой. В прикорневой зоне нами обнаружено большое количество простейших, коловраток, дафний, циклопов, личинок насекомых, моллюсков, мальков рыб. Таким образом, создается биосистема живых организмов, повышающих способность водоемов к самоочищению

4.2. Сбор материала и его анализ

Для выявления эффективности биореабилитации прудка-осветлителя в летнее время производились анализы воды в верховьях прудка осветлителя, в центральной его части и после прохождения воды через так называемый «живой фильтр» из высших водных растений, высаженных для биореабилитации прудка (Рис. 5,6,7) . Забор проб воды производился в разное время года: в весеннее время до высадки растений в прудок, в летнее, когда наблюдалось максимальное разрастание высаженных растений и в октябре, когда эти растения уже завершали свою «работу».

Химические анализы проводились в химико-биологической лаборатории экологической организации «Эксперт Техник-НТ» и в лаборатории станции юных натуралистов на спектрофотометре КФК-3 (рис.8).

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов исследований в производственных условиях (на прудке - осветлителе) показал, что если в весенний период до высадки растений в прудок очистка от металлов не наблюдается, или незначительна (железо), а прудок очищает сточные воды лишь от нефтепродуктов (механическая очистка), то в летнее время в период произрастания эйхорнии и пистии и активизации хлореллы эффективность очистки существенно повышается. (табл.1)

Таблица 1

Изменение концентрации нефтепродуктов, ванадия железа и марганца в разных точках прудка-осветлителя (2021г.)

месяц загрязнители.	Содержание мг/л					
	Апрель		Август		Октябрь	
	Верховье	Выпуск	Верховье	Выпуск	Верховье	Выпуск
Ванадий	0,0149	0,0147	0,025	0,0095	0,0205	0,0103
Марганец	0,262	0,259	0,192	0,184	0,171	0,173
Железо	0,603	0,592	2,16	0,673	0,49	0,32
Нефтепр.	1,17	0,26	0,385	0,041	0,173	0,0265

В течение всего лета происходит снижение содержания загрязняющих компонентов, за счет биологической очистки, вследствие активизации хлореллы в тёплое время года и интенсивного размножения пистии и эйхорнии с образованием естественного биологического фильтра. Так, в августе, содержание железа уменьшается в 3,2 раза; ванадия в 2,8; содержание марганца снижалась незначительно. Самым существенным было снижение содержания нефтепродуктов (в 9,4 раза) (табл.1, рис.1).

В октябре эффективность очистки сточных вод снижается, но сохраняется на достаточно хорошем уровне. Так на выпуске из прудка в сравнении с верховьем прудка содержание ванадия снижается в 2 раза, железа общего в 1,5 раза, содержание марганца незначительно, нефтепродуктов в 6,5 (рис.1).

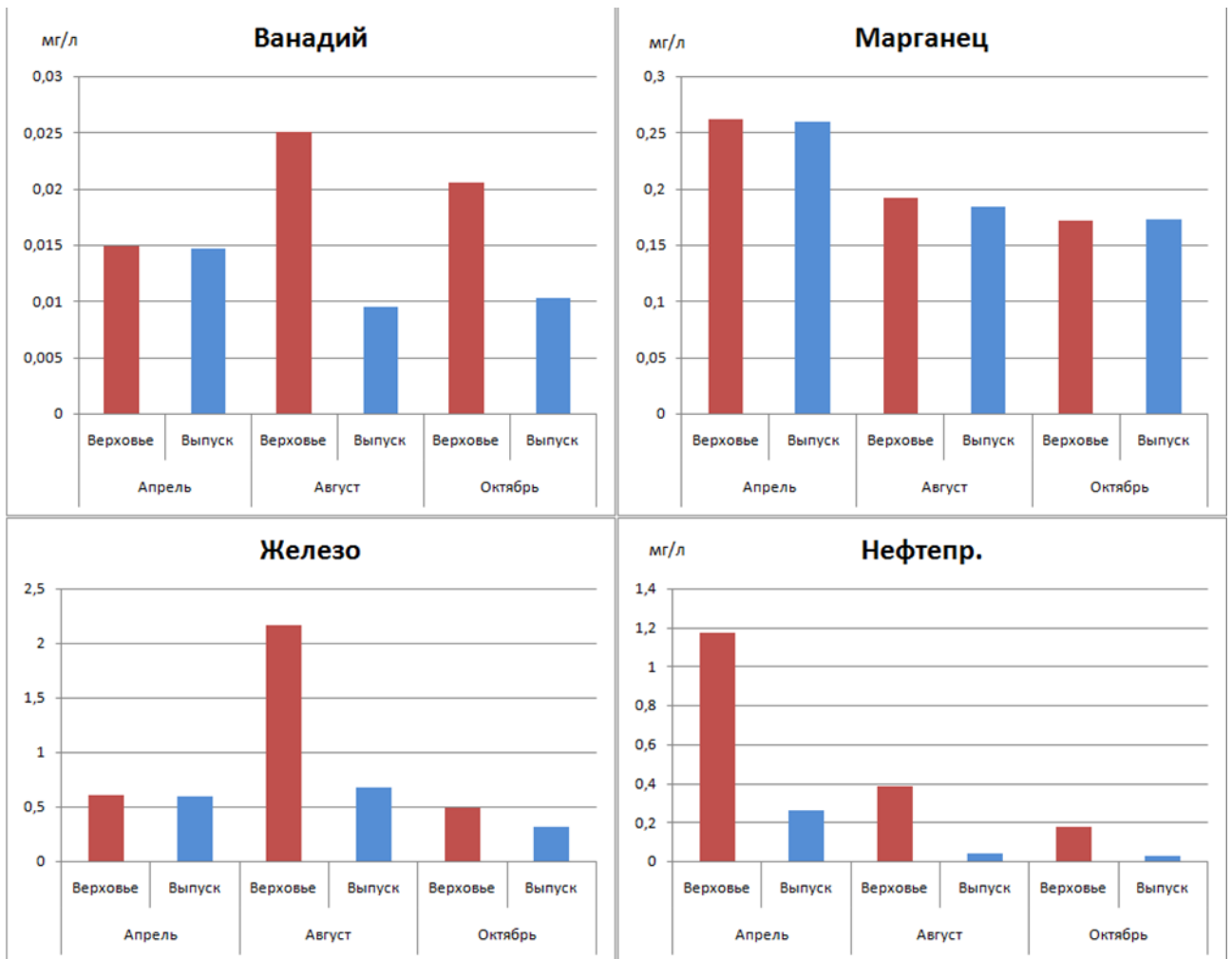


Рис.1. Изменение концентрации железа, нефтепродуктов, ванадия и марганца в разных точках прудка-осветлителя (2021г.)

Аналогичные данные были получены и в 2022г.(Рис. 2, 3)

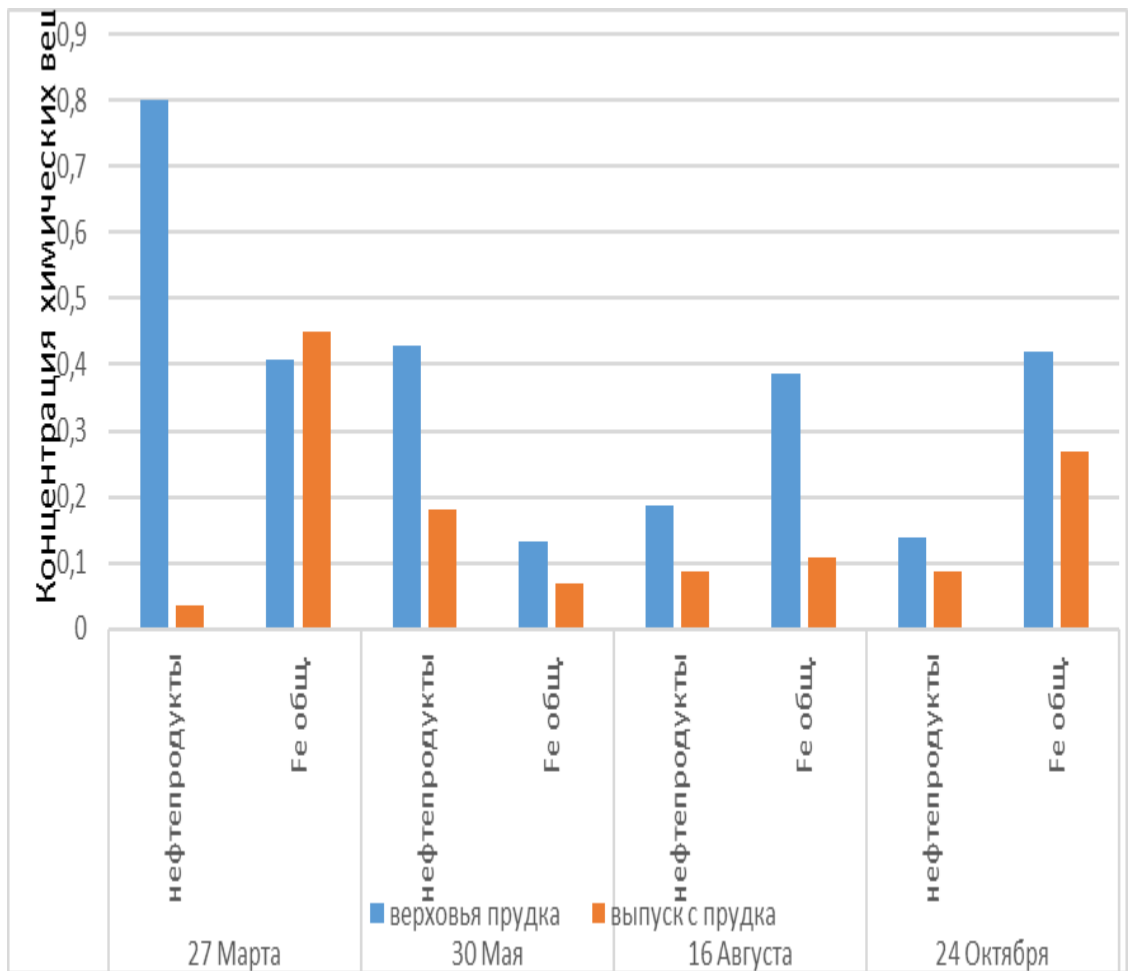


Рис.2. Изменение концентрации железа и нефтепродуктов в разных точках прудка-осветлителя (2022г.)

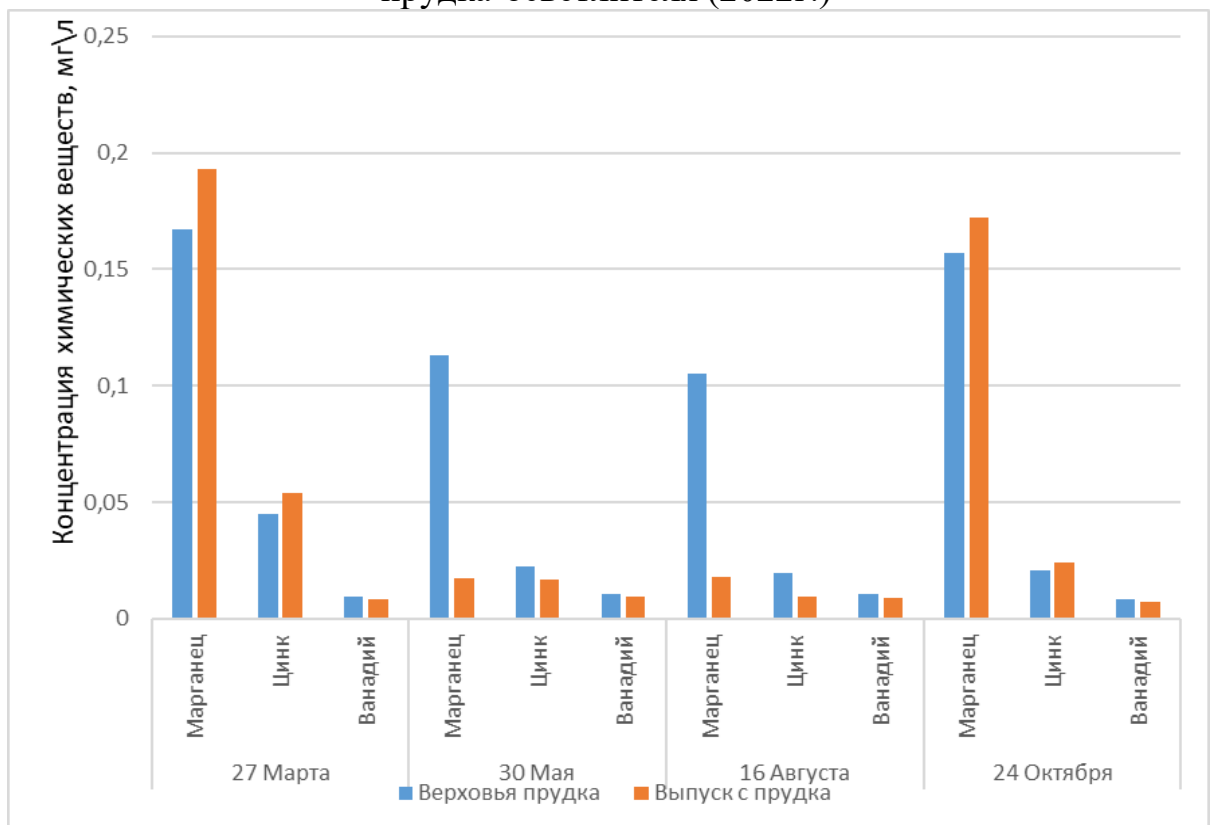


Рис. 3 Изменение концентрации марганца, цинка и ванадия в разных точках прудка-осветлителя (2022г.)

Если в марте очистка от металлов не наблюдается, или незначительна (железо), а прудок очищает сточные воды лишь от нефтепродуктов (механическая очистка маслосборниками), то в летнее время в период произрастания эйхорнии и пистии и активизации хлореллы эффективность очистки повышается. Наибольшее снижение концентрации загрязняющих веществ происходило в августе, когда наблюдалось максимальное зарастание водоёма эйхорнией и пистией активизацией хлореллы. Концентрация нефтепродуктов снизилась в 2,5 раза, железа - в 4 раза, цинка в 2,4 раза, ванадия - в 1,2.

В 2024 году в начале августа, в период наибольшего разрастания эйхорнии и пистии, по договору с управлением охраны природной среды, мы провели на спектрофотометре КФК 3 -ряд опытов, в ходе которых определили содержание железа и марганца в воде на прудке-осветлителе на разных участках. Изучалось содержание вышеназванных элементов в четырёх точках: в месте впадения реки в прудок, в средней части прудка, в месте произрастания эйхорнии и пистии и на выходе воды из прудка. Анализы проводили на спектрофотометре КФК-3

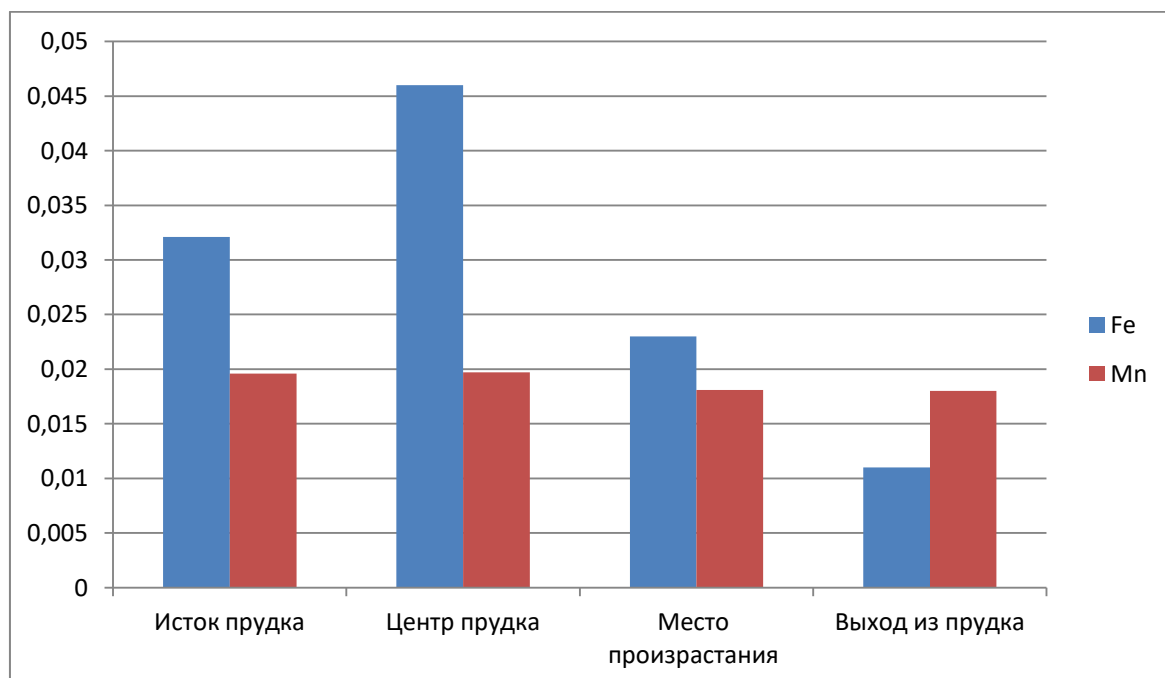


Рис.4. Изменение концентрации марганца и железа в разных точках прудка-осветлителя в 2024 г.

По результатам анализа концентрация железа в центре прудка в сравнении с верховьем, увеличилась в 1,4 раза, что, как мы полагаем, можно

объяснить дальнейшим загрязнением воды с прилегающих к прудку территорий, где находится автотранспортное предприятие №6 и ряд других производственных подразделений.

В зоне произрастания растений-фильтраторов концентрация железа снизилась в 1,7 раза в сравнении с центральной частью прудка, а на выходе из прудка - в 4 раза, что свидетельствует о высоком уровне биологической очистки сточных вод от соединений железа, которое является одним из главных загрязнителей сточных вод металлургического комбината (рис.4).

Концентрация марганца, по результатам наших опытов, на всём протяжении водоёма снизилась незначительно (рис.4).

Таким образом, применение биологической очистки сточных вод на прудке-осветлителе на реке Вязовка приводит к снижению основных загрязняющих веществ: в сравнении с верховьем прудка концентрация железа снижалась в 2021 году в 3 раза, в 2022г. и в 2024г.- в 4 раза; ванадия – в 2021г.в 1,2 и в 2022г.в2,8 раза; нефтепродуктов – в 2021г.в 2, 5 и в 2022г.в 9,4 раз.: цинка - в 2022г. -в 2,4 раза

ВЫВОДЫ:

1. Загрязнение воды стоками промышленных предприятий приводит к нарушению природного экологического равновесия

2. Среди многочисленных методов очистки сточных вод одним из важнейших является биологическая реабилитация водоёмов.

3. Применение биологической очистки сточных вод на прудке-осветлителе на реке Вязовка приводит к снижению содержания основных загрязняющих веществ: нефтепродуктов, железа, ванадия и цинка

Заключение

В последние десятилетия на нашей планете возникли проблемы со снабжением населения чистой водой. Ограниченные запасы пресной воды ещё больше сокращаются из-за их загрязнения стоками промышленных предприятий.

Нижний Тагил являет собой пример экологически неблагополучного города. Особенно страдают водные экосистемы. В связи с этим на Нижнетагильском металлургическом комбинате последние десятилетия большое внимание уделяется очистке сточных вод предприятия.

Наиболее распространенным способом очистки поверхностных стоков является выдерживание их в прудах-отстойниках, в которых снижается концентрация загрязнителей. Прудок - осветлитель на реке Вязовка - один из самых загрязнённых, в который сбрасываются неочищенные или недостаточно очищенные стоки комбината. Кроме физического и химического на водоёме в последние годы широко применяется биологическая очистка сточных вод путём введения в его экосистему интродуцированных высших водных растений пистии и эйхорнии, а также одноклеточной водоросли - хлореллы.

В этой работе активное участие принимают школьники, обучающиеся на станции юных натуралистов. В течение более десяти лет ими выращиваются и высаживаются на прудок пистия и эйхорния. С этой целью изучаются условия выращивания этих растений в зимний период, а так же эффективность их в очистке сточных вод.

Кроме этого изучается биологическая очистка сточных вод и в производственных условиях после выхода их в прудок-отстойник. Работа проводится в тесном сотрудничестве с Управления охраны природной среды ЕВРАЗ НТМК для получения необходимой информации по эффективности биологической очистки сточных вод и дальнейшего планирования исследований.

Сотрудничество станции с ЕВРАЗ НТМК имеет большое значение для обеих сторон: комбинат помогает с оборудованием для выращивания растений и проведения опытов, а учащиеся выращивают растения для высадки в водоём и проводят исследования для получения необходимой информации по эффективности биологической очистки сточных вод и дальнейшего планирования биореабилитации.

Результаты исследований докладываются на научных конференциях и конкурсах исследовательских работ как регионального, так и Российского уровней, публикуются в сборниках тезисов этих конференций, а так же доводятся СМИ до сведения населения..

В дальнейшем на станции юных натуралистов планируется продолжение этой работы, что не только имеет большое значение в улучшении экологического состояния водных экосистем города, но и в экологическом воспитании школьников и просвещении населения.

Список источников информации:

1. Банников А. Г. Охрана природы / А.Г. Банников, А.К. Рустамов, А.. Вакулин; Под ред. А.Г. Банникова. — 2-е изд., перераб. и доп.. — М. : Агропромиздат, 1985. — 287 с. ил.; 21.
2. Богданов Н.И. Биологическая реабилитация водоемов. Пенза: РИО ПГСХА, 2008. 126 с. (Дата обращения 11.08.2021)
- 3.Боровский Е.Э. Промышленные и бытовые отходы : проблемы экологии / Е. Э. Боровский. - Москва : Чистые пруды, 2007 (Раменское (Моск. обл.) : Раменская типография). - 32 с.; 21 см. - (Библиотечка "Первого сентября". Серия "Химия"; Вып. 5(17)); ISBN 978-5-9667-0365-
4. Влияние нефти и нефтепродуктов на окружающую среду Зооинженерный факультет МСХА. [Электронный ресурс] URL: <http://www.activestudy.info/vliyanie-nefti-i-nefteproduktov-na-okruzhayushhuyu-sredu/> (дата обращения 3.10.2022)
- 5.Воронцов А.И., Харитонов Н.З. Охрана природы: Учеб. пособие для лесотехнических вузов и факультетов. - 2-е изд., перераб. - М.: Высш. школа, 1977.
6. Константинов В.М. Охрана природы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2000.
7. Кушелев В.П. Охрана природы от загрязнений промышленными выбросами. - М.: Химия, 1979. - 240 с.
- Новиков Ю.Д. Экология, окружающая среда и человек: Учеб. пособие для вузов, учащихся сред, школ и колледжей. - М.: ФАИР - Пресс, 1999
8. Мировые водные технологии. ХИМИЯ ВОДЫ. [Электронный ресурс] URL: <http://wwtec.ru/index.php?id=213> (дата обращения 3.10.2021)
9. Опыт реабилитации внеплощадного водоочистного сооружения ЕВРАЗ НТМК – прудка-осветлителя методом альголизации культурой хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 С.В. Филатов, Б. В. Михайлов, В. В. Кульнев ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» (ОАО «ЕВРАЗ НТМК»), г. Нижний Тагил, Свердловская область, Россия ООО НПО «Альгобиотехнология», г. Воронеж, Россия abt-vrn@yandex.ru [Электронныйресурс]URL: <http://www.algobiotechnologia.com/shop/?gid=177> (дата обращения 9.02.2020г.)
10. Охрана природы: Учебник для вузов / А.В.Михеев,В.М.Галушин,Н.А.Гладков и др. - 3-е изд.,перераб. - Москва : Просвещение, 1987. - 256 с. - Библиогр.: с. 253.
11. Охрана окружающей среды : [Учеб. пособие для техн. спец. вузов / С. В. Белов, Ф. А. Барбинов, А. Ф. Козьяков и др.]; Под ред. С. В. Белова. - Москва : Высш. шк., 1983. - 264 с. : ил.; 21 см.; ISBN В пер. (В пер.) : 60 .
12. Охрана окружающей среды: Учеб. Для техн. Спец. Вузов О-92 С В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. Под ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп - М.: Высш. шк., 1991 – 319 с.: ил.

13. Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие для вузов/ С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов; Под ред. С.В. Яковлева. - 2-е изд., перераб и доп. - М.: Стройиздат, 1987.
14. Подобедов Н.С. Природные ресурсы Земли и охрана окружающей среды: Учеб. для вузов. - М.: Недра, 1985.
15. Соколов А.А. Вода: проблемы на рубеже 21 века. Гидрометеиздат, 1986. – 168с. (дата обращения 15.11.2022)
16. Ревазов М.А., Певзнер М.Е., Метанцев В.И. Охрана природы: Учеб. пособие для техникумов. -М.: Недра, 1986.
2. [Электронный ресурс] URL: <http://www.hintfox.com/article/vlijanie-kontsentratsii-soedinenij-zheleza-na-flory-i-fayny-vodoemov.html> (дата обращения 19.02.2022г.)
- 13.[Электронныйресурс]URL:https://studwood.ru/1330501/ekologiya/vliyanie_z_agryaznyayuschih_veschestv_zdorove_cheloveka (дата обращения 9.02.2022г.)
14. Эйхорния. Википедия. [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Эйхорния_отличная. (дата обращения 19.05.2021г.)



Рис.5. Место впадение реки Вязовка в прудок-осветлитель.

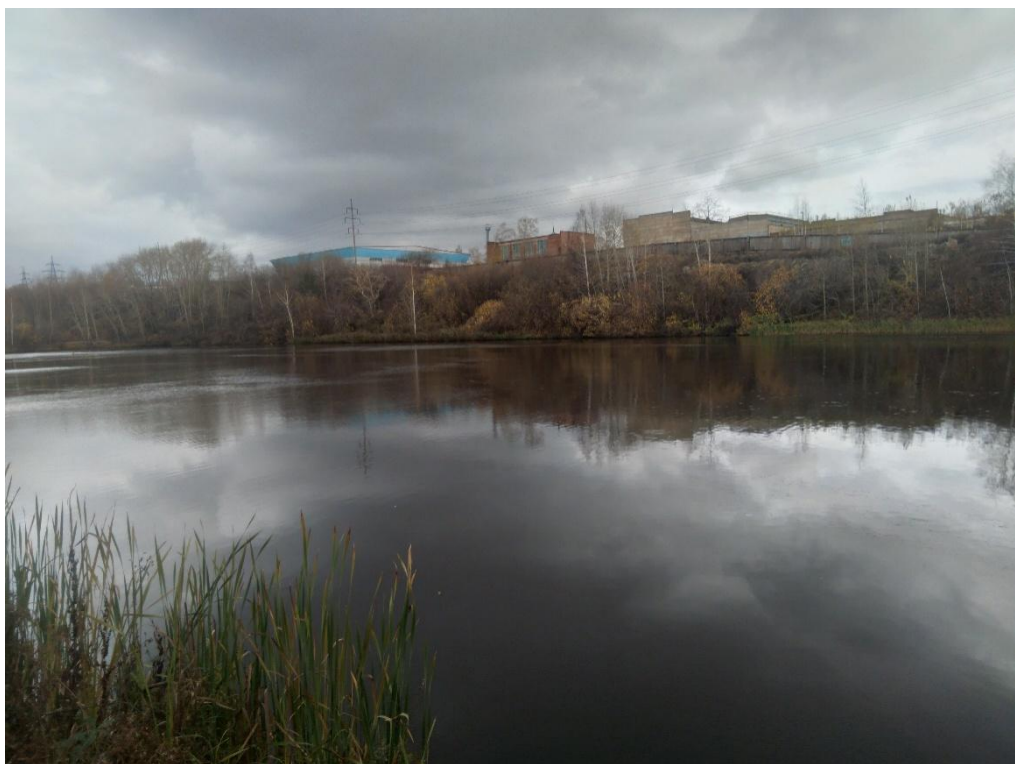


Рис 6. Центральный участок прудка



Рис.6. Место произрастания высших водных растений.

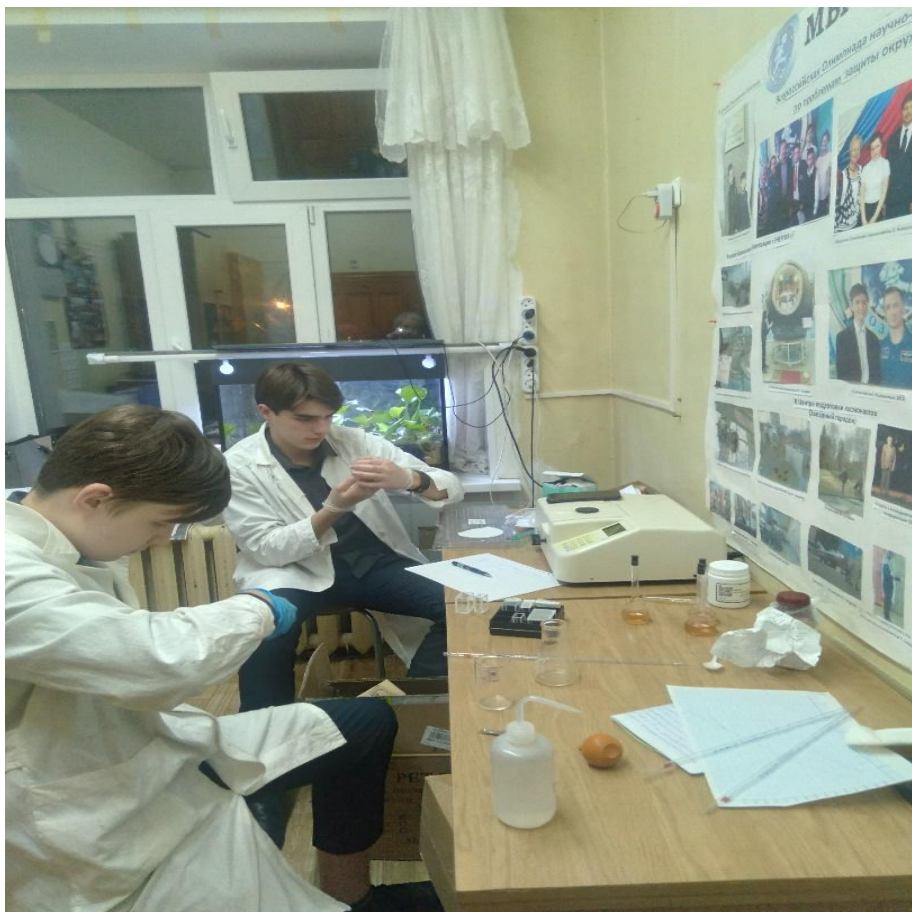


Рис.8 Работа на спектрофотометре КФК-3.

