

МБОУ Бобровский образовательный центр «Лидер» имени А.В Гордеева

ПРОЕКТНАЯ РАБОТА ПО ХИМИИ

**«ХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОФИЛЬТРОВ»**

Выполнила: ученица 10 «А» класса
Желтова Арина Анатольевна
Руководитель: учитель химии ИКК,
Шапошников Леонид Александрович

Бобров, 2022-2023 учебный год

Аннотация

Проектная работа по химическому анализу функционирования биофильтров содержит в себе теоретическую и практическую часть.

В теоретической части представлены основные понятия по биофильтрам, какие растения и животные могут быть ими. Раскрыты понятия химического анализа воды, основные химические показатели ее состояния, подготовка к забору проб.

Практическая часть полностью повторяет методику проведения химического анализа, которая представлена в теоретической части. Представлен подробный сравнительный анализ проб воды до и после работы биофильтров. Представлен красивый и лаконичный вывод по работе. В конце работа содержит общие выводы по работе, рекомендации по охране и очистке воды, а также список анализируемой литературы, состоящий из 12 источников. Работа выполнена на 18 листах и содержит в себе 2 таблицы. Схемы и рисунки отсутствуют.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ.....	5
1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И БИОФИЛЬТРАТОРАХ	5
1.2. ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ	10
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА	14
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ	15
ВЫВОДЫ.....	17
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКОВ	18

ВВЕДЕНИЕ

Проблема деградации водных ресурсов актуальна во всем мире и в России в частности. В связи с этим поиск и апробация методов оценки качества воды, позволяющих быстро и эффективно провести интегральную оценку загрязнения водоема, является важной природоохранной задачей. Город Бобров находится на правом берегу реки Битюг. Поэтому важно иметь способ быстрого и точного получения информации о состоянии вод реки. реализация данного проекта позволит снизить экологические риски, связанные с ухудшением качества воды в реке, так как появится возможность вовремя принять необходимые меры по снижению нагрузки на экосистему, уменьшению объема сброса сточных вод или проведение дополнительной очистки реки.

В связи с усилившимся антропогенным воздействием на реки (промышленные, коммунальные, бытовые и ливневые стоки) качество воды стало ухудшаться. Загрязнение природных пресных вод относится к глобальным экологическим проблемам, так как охватывает весь земной шар, Контроль за качеством вод и их охрана являются важными природоохранными задачами, что отражено в цели устойчивого развития Плохое качество пресной воды может привести к массовым заболеваниям, ухудшению качества жизни, проблемам со здоровьем.

Цель: оценить работу биофильтров (двустворчатого моллюска – перловицы) по очистке воды в условиях школьной лаборатории

Задачи:

- 1) Изучить основные показатели качества воды, на которые могут оказать влияние биофильтраторы;
- 2) Провести химический эксперимент в условиях школьной лаборатории;
- 3) Дать оценку работы биофильтраторов, опираясь на данные химического эксперимента.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И БИОФИЛЬТРАТОРАХ

Биофильтраторы — организмы, питающиеся с помощью фильтрации. К ним относятся усатые киты, китовые акулы, почти все губки, двустворчатые моллюски и многие оболочники. Среди губок исключением являются Cladorhizidae, среди оболочников — мегалодикопия, пирсомы, сальпиды. Существует стебельчатый двустворчатый моллюск *Muscipula australis*, хватающий свои жертвы створками раковины.

Биофильтраторы широко распространены среди моллюсков. Все известные двустворчатые моллюски способны фильтровать воду, и почти у всех это основной источник пищи. Однако, гигантской тридакны основной источник питания — фотосинтез. В Средние века и в начале Нового времени считалось, что тридакна хватается створками водолазов и не даёт им всплыть. Однако, это до сих пор не доказано. Такое поведение свойственно *Muscipula australis* — моллюску, способному жить как в пресной, так и в солёной воде. Этот моллюск прикрепляется ко дну с помощью длинного подвижного стебелька.

Термин «биофильтрация» в настоящее время часто встречается в повседневной жизни обычного человека и ассоциируется со словами «очищение», «переработка», «экология». Сам процесс существовал в природе всегда, но был выделен и тщательно проанализирован в конце XX -- начале XXI вв., когда человек впервые столкнулся с проблемой переработки отходов собственной хозяйственной деятельности. Биофильтрация (от др. греч. жизнь, от лат. *Filtrum* - войлок) это процесс очищения воды, почвы и воздуха, в основе которого лежит способность живых организмов (бактерий, растений и пр.) усваивать вредные вещества или перерабатывать их в безвредные [5].

С технической точки зрения биофильтрация это технология или одна из ступеней очистки. Биологическая очистка предполагает деградацию

органической составляющей микроорганизмами (бактериями и простейшими). Например, основными вариантами очистки сточных вод являются активный ил (аэротенки), биофильтры и метантенки (анаэробное брожение)[9].

С биологической точки зрения, микроорганизмы питаются и размножаясь осуществляют биофильтрацию. Например, биологическая очистка сточных вод представляет собой результат функционирования системы активный ил - сточная вода, характеризуемой наличием сложной многоуровневой структуры. Биологическое окисление составляющее основу этого процесса, является следствием протекания большого комплекса взаимосвязанных процессов различной сложности: от элементарных актов обмена электронов до сложных взаимодействий биоценоза с внешней средой[4].

Результаты исследований показывают, что характерной особенностью сложных многовидовых популяций, к которым относятся и активный ил, является установление в системе динамического равновесия, которое достигается сложением множества относительно небольших отклонений активности и численности отдельных видов в ту или иную сторону от их среднего уровня.

Микроорганизмы вообще обладают высокой чувствительностью к антропогенному воздействию, и в городских условиях их состав сильно меняется. Поэтому они являются хорошим индикатором загрязненности окружающей среды[4]. Так, по виду микрофлоры, преимущественно обитающей (или, наоборот, отсутствующей) на данной территории, можно определить не только степень загрязнения, но и его вид (какое именно загрязняющее вещество превалирует на данном участке). Например, индикаторами сильного антропогенного загрязнения является отсутствие коккоидных форм микроводорослей из отдела Chlorophyta. Наиболее устойчивыми к загрязнению оказались нитчатые формы синезеленых водорослей (цианобактерий Cyanophyta) и зеленых водорослей[2].

Вместе с тем, микроорганизмы сами являются очистителями окружающей среды. Дело в том, что питательными веществами для многих бактерий являются абсолютно несъедобные для высших организмов вещества. В большинстве случаев данные вещества (такие, как нефть, метан и т.п.) являются для таких бактерий прямыми источниками энергии, без которой они не выживут. В некоторых других случаях такие вещества не являются для бактерий жизненно важными, но бактерии могут их поглощать в больших количествах без вреда для себя[25].

Создавая оптимальные условия для роста микроорганизмов в надлежащим образом спроектированных инженерных системах, скорости процессов обработки отходов могут быть значительно увеличены, облегчая решение многих проблем природоохранной биотехнологии. Кроме того, эта дисциплина постепенно трансформируется от ее обычной функции к новой фазе, характеризующейся максимальной рекуперацией ресурсов, находящихся в отходах. Каждая территория обладает определенной техноемкостью - то есть тем количеством антропогенной нагрузки, которую она в состоянии вынести без необратимого нарушения своих функций. Внесение на загрязненные участки соответствующих микроорганизмов значительно повышает этот показатель.

Решение экологических проблем зиждется, в основном, на фундаменте биокаталитических методов из-за их относительной дешевизны и высокой производительности, а вся подчиненная область называется природоохранной биотехнологией, являющейся в настоящее время крупнейшей областью промышленного применения биокатализа, принимая во внимание объемы перерабатываемых веществ. Философия в рамках современной природоохранной биотехнологии должна быть целостной по отношению ко всем компартментам окружающей среды, а это требует интеграции многих научных дисциплин, и, в первую очередь, детальных знаний о механизмах протекающих биокаталитических процессов, а также их эффективного инженерного оформления.

К настоящему времени существует ряд биокаталитических и инженерных подходов, для защиты трех основных компарментов окружающей среды - почвы, воды и атмосферы. Основное загрязнение грунтов и водных поверхностей в мире - это нефтяное загрязнение. Ряд микроорганизмов способны эффективно утилизировать нефть и нефтепродукты, очищая любые поверхности от опасных нефтяных пятен[25].

Существует еще одна уникальная и достаточно широко распространенная группа бактерий - метанотрофы, использующие метан в качестве единственного источника углерода и энергии. Интерес к термофильным метанотрофам обусловлен перспективами их практического применения как в науке, так и в сфере экологии. В биотопах в основном встречаются метанотрофные бактерии родов *Methylocystis* и *Methylobacter*[26].

Разумеется, помимо метанотрофных и нефтеперерабатывающих бактерий существуют и другие виды, перерабатывающие ряд других загрязняющих веществ. Вот некоторые процессы переработки органических веществ, которые катализируются микроорганизмами: прямое окисление пропилена в 1,2-эпоксипропан молекулярным кислородом, прямое окисление метана в метанол, микробиальное эпоксидирование олефинов[27], окисление газообразных углеводородов в спирты и метилкетоны кислородом воздуха (с участием газо-ассимилирующих микроорганизмов), эпоксидирование пропилена иммобилизованными клетками газо-ассимилирующих микроорганизмов. При этом, если производственные процессы переработки химических загрязнителей обычно требуют высоких температур, биокаталитические процессы проходят в микроорганизмах при температуре, как правило, в пределах 20-40 градусов Цельсия. И, если при химических процессах образуется масса побочных продуктов, токсичных сами по себе (например, при окислении пропилена в 1,2-эпоксипропан молекулярным кислородом образуются альдегиды, угарный газ, ароматические органические вещества), то при «работе» микроорганизмов таких веществ не

образуется - они разлагаются до воды и углекислого газа, которые выделяются аэробными бактериями[18].

В настоящее время выведены микроорганизмы, которые могут утилизировать, то есть перерабатывать с получением для себя энергии, огромное количество искусственных веществ - таких как, например, различные виды пластмасс, резины и т.п.

Оценка состояния обитающих в почве организмов, их биоразнообразия имеет важное значение при решении задач природоохранной практики: выделении зон экологического неблагополучия, расчете ущерба, нанесенного деятельностью человека, определении устойчивости экосистемы и воздействию тех или иных антропогенных факторов. Микроорганизмы и их метаболиты позволяют проводить раннюю диагностику любых изменений окружающей среды, что важно при прогнозировании изменений окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

В частности, среди основных природоохранных и компенсационных мероприятий в последнее время все чаще называют выделение местных (характерных для данной экологической зоны) штаммов микроорганизмов, наиболее активно утилизирующих углеводородное сырье, как основы для проведения этих мероприятий[25].

Проведение обследований по выявлению деградированных и загрязненных земель в целях их консервации и реабилитации, а также подбор, разработка и проведение оптимальных комплексов природоохранных и компенсационных мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, адаптированных к локальным природным условиям и видам воздействия[20]. Заключительным шагом является оценка состояния экосистем и остаточных последствий антропогенного воздействия на окружающую среду после проведения природоохранных и рекультивационных мероприятий.

В современном мире микроорганизмы активно используются для биоремедиации. Они «работают» сами по себе или в составе различных

биопрепаратов. Разрабатываются новые и совершенствуются уже существующие технологии очистки на основе микроорганизмов. В качестве примера можно привести одну из недавних разработок - биокаталитическую технологию удаления сероводорода и рекуперации элементарной серы из загрязненных газов, практически не требующую использования реагентов[19].

Бактерии играют роль экологов в самых разных сферах производства. С их помощью возможно проводить очистку не только трех небиологических (гидро-, лито-, атмосферы) и так называемую «живую» (биосфера) оболочек Земли, но и ликвидировать последствия аварий в исключительно антропогенных зонах - например, на предприятиях. Многие микроорганизмы успешно справляются с коррозией[10], многие могут бороться со своими «собратями» - бактериями патогенных видов, делая окружающую человека среду пригодной для жизни и работы.

1.2. ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ

Вода – источник жизни всего живого на нашей планете. Ее экологическое состояние с каждым годом становится все хуже. **Деятельность человека становится причиной загрязнения морских и поверхностных вод.** Даже в дождевой воде уровень содержания вредных веществ зашкаливает. Так какую жидкость можно использовать человеку без риска нанести вред своему организму?

Чтобы вычислить, можно ли использовать тот или иной источник питьевой воды, необходимо провести ее химический анализ, выяснить качественные и количественные показатели чистоты. **Они напрямую зависят от географического расположения источника и водоносного слоя.**

Современная экологическая ситуация показывает, что потребление многих природных источников пресной воды на сегодняшний день опасно

для жизни, так как в ее составе содержатся вещества, наносящие вред здоровью. В таком случае необходимо установить какую-либо систему фильтрации, которая будет ее очищать, насыщая полезными минералами.

Показателями качества воды являются ее физические, химические и бактериологические характеристики. Физические показатели определяются с помощью органов чувств человека – цвет, запах, плотность, температура, вкус.

Чтобы проверить бактериологические показатели качества питьевой жидкости, в лаборатории проводится специальный анализ, который показывает наличие вредных организмов – вирусов, гельминтов, бактерий. **В случае выявления патогенов проводятся специальные меры по ее обеззараживанию.**

Для определения химического состава питьевой воды можно обратиться в СЭС или в аккредитованные лаборатории, где специальным оборудованием и реагентами будет проведена процедура ее химического анализа. **После чего полученные результаты анализируются в соответствии с установленными ГОСТ и СанПиН.**

Полный химический анализ воды проводится для проверки соответствия установленным нормативам полученных данных о качестве исследуемой жидкости. **Выделяют несколько основных показателей.**

Цветность. Окрас жидкости, каким видит его человеческий глаз, говорит о содержании в ней железа, гуминовых веществ.

Запах. Чистая вода, пригодная для питья, не имеет никакого запаха. Однако в воде разного происхождения может присутствовать неярко выраженный болотный и запах сероводорода. Если она была загрязнена какими-то вредными химическими веществами, это непременно отразится на ее запахе.

Мутность. Чистая вода абсолютно прозрачная. Уменьшение этого показателя говорит о наличии в ней микроорганизмов и различных примесей.

Такая жидкость в обязательном порядке должна пройти дополнительную очистку. Потребление мутной воды негативно влияет на организм.

Уровень pH. Водородный коэффициент показывает фон водной среды. Для безопасного потребления этот показатель может быть в пределах 6-9 pH.

Общая жесткость. Показывает данные о содержании в исследуемой жидкости кальция и магния. Высокий коэффициент жесткости негативно влияет на здоровье человека. Может вызвать возникновение заболеваний сердца. Яркий пример повышенной жесткости – накипь на дне чайника или в стиральной машине.

Показатель щелочности говорит о содержании в жидкости гидрокарбонатных соединений.

Уровень нитритов (солей азотистой кислоты). Повышенное содержание нитритов говорит о наличии в исследуемой жидкости микроорганизмов, то есть о ее загрязненности. Такую воду нельзя пить, ее потребление может привести к нарушению метаболизма.

Уровень нитратов (солей азотной кислоты). Наличие в воде большого количества нитратов наносит колоссальный вред человеческому организму.

Ионы аммония. Они возникают при разложении аммиака, который токсичен для любого живого организма. Наличие этого элемента в жидкости говорит о загрязненности химикатами.

Хлориды. Содержание их в воде отражается на ее вкусовых качествах. Высокий показатель хлоридов говорит о том, что эту жидкость ни в коем случае нельзя пить, а использование ее в быту нужно свести к минимуму. При попадании этих веществ в организм может начаться серьезное нарушение пищеварения и метаболизма.

Сульфаты (соли серной кислоты). Высокий коэффициент сульфатов в воде вызывает слабительный эффект у человека. Применение ее в быту способствует появлению накипи.

Железо. Повышенное содержание этого компонента в воде может вызвать аллергические реакции. А также железо имеет свойство накапливаться в организме, что приводит к возникновению такого заболевания, как гемохроматоз.

Перманганатная окисляемость. Показывает уровень содержания в исследуемой жидкости органических материй. Потребление воды с повышенным уровнем перманганатной окисляемости может вызвать в организме человека нарушение работы печени, репродуктивной функции. Такая жидкость должна в обязательном порядке проходить очистку.

Повышенное содержание в воде сухого остатка.

Марганец. Высокий коэффициент этого вещества в исследуемой жидкости негативно отражается на человеческом организме, так как может привести к появлению заболеваний кровеносной системы и головного мозга.

Наличие в воде такого вещества, как фтор, должно быть максимально приближено к норме. Его недостаток или избыток негативно сказывается на здоровье человека, нарушая его нормальную жизнедеятельность и вызывая возникновение хронических заболеваний.

Магний. Достаточное количество его в питьевой воде положительно влияет на организм человека. Это вещество укрепляет сердце, сосуды, а также повышает работоспособность головного мозга.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для эксперимента было взято 3 пробы воды. Далее проведен его химический анализ по следующим показателям:

- Обобщенные показатели (Водородный показатель, pH; Общая жесткость, моль/л; Перманганатная окисляемость, мг/л);
- Содержание отдельных компонентов (Хлорид-ионов, мг/л; Сульфат-ионов, мг/л);
- Сравнение полученных значений с ПДК, установленных ГОСТами;
- Вынесение рекомендаций по очистке питьевых вод от загрязнения и возможного истощения.

Далее в анализируемую воду поместили речных моллюсков и оставили на некоторое время. После чего моллюсков достали и отправили в естественный водоем. Воду, которая осталась после моллюсков подвергли химическому анализу по той же методике, что и была предложена выше.

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Химические показатели воды до работы биофильтраторов представлены в таблице 1

Таблица 1.

Показатель	Значение			ПДК	Метод определения
	Проба №1	Проба №2	Проба №3		
Водородный показатель, рН	6,92	6,85	6,79	в пределах 6 - 9	Ионометрия
Перманганатная окисляемость, мг/л	11,3	12,4	10,9	10,0	Редоксиметрия
Общая жесткость, моль/л	6,7	8,1	7,3	7,0	Компексонометрия
Хлорид-ионы, мг/л	315	485	396	350	Седиметрия
Сульфат-ионы, мг/л	475	694	589	500	Седиметрия

Исходя из полученных данных, можно сказать, что исследуемая вода не соответствует нормам СанПиН по перманганатной окисляемости (содержание органических веществ) в трех анализируемых пробах. Остальные показатели, исследуемые в ходе анализа соответствуют уровню ПДК. Содержание сульфатов-ионов, хлорид-ионов, значения общей жесткости также превышает ПДК в пробах №2 и №3. Без специальной очистки и микробиологического контроля воду нельзя использовать в качестве даже хозяйственно-бытовой. Следует отметить, что исследуемая вода соответствует нормам ПДК.

Химические показатели воды после работы биофильтраторов представлены в таблице 2.

Исследуемая вода в пробах №2 и №3 по многим показателям не соответствует требованиям СанПиН. Установлено превышение ПДК по

общей жесткости воды в пробе №2. Для устранения жесткости воду необходимо умягчать. Однако, осуществление кипячения в этом случае не достаточно, необходима специальная очистка. Установлено также превышение норм по содержанию хлорид-ионов, сульфат-ионов. Что же касается содержания органических веществ (перманганатная окисляемость), то спустя время их количество уменьшилось и стало удовлетворять значениям ПДК.

Таблица №2

Показатель	Значение			ПДК	Метод определения
	Проба №1	Проба №2	Проба №3		
Водородный показатель, рН	6,94	6,91	6,89	в пределах 6 - 9	Ионометрия
Перманганатная окисляемость, мг/л	9,3	9,8	9,6	10,0	Редоксиметрия
Общая жесткость, моль/л	6,4	7,8	7,0	7,0	Компексонометрия
Хлорид-ионы, мг/л	310	474	393	350	Седиметрия
Сульфат-ионы, мг/л	470	684	581	500	Седиметрия

ВЫВОДЫ

1) Были изучены основные химические критерии и показатели состояния воды на которые могут повлиять биофильтраторы;

2) Был проведен анализ воды Боброве. Анализ показал, что одна проба соответствует нормам, за исключением показателя содержания органических веществ, а другие – по нескольким показателям. Однако, после работы моллюсков стало видно, что проба №1 после работы соответствует нормам. в остальных же пробах также отмечено снижение концентрации органических веществ;

3) Следует отметить, что биофильтраторы, которые предположительно, смогут очищать воду ошибочно в плане содержания неорганических веществ. Поэтому воду необходимо фильтровать или подвергать кипячению, чтобы снизить количество неорганических веществ (содержание солей кальция и магния).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКОВ

1. <https://musorish.ru/ohrana-i-ochislenie-vody/>
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Битюг_\(река\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Битюг_(река))
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Бобров_\(город\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Бобров_(город))
4. Васильев В.П. Аналитическая химия. Часть 2. Инструментальные методы анализа. Учебник для химико - технол. спец. ВУЗов / В.П. Васильев. – М.: Высшая школа, 2010 г. – 384 с.
5. Вершинин В.И. Аналитическая химия : учеб.для студ. учрежд. высш. проф. образования / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. – М.: Академия, 2011 г. – 448 с.
6. Другов Ю.С. Анализ загрязненной воды: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 г. – 678 с.
7. Зенкевич И.Г. Аналитическая химия. В 3 т. Т. 3. Химический анализ: учеб.для студ. высш. учеб. заведений / И.Г. Зенкевич. – М.: Академия, 2010 г. – 368 с.
8. Золотов Ю. А. Химические тест-методы анализа / Ю. А. Золотов, В. М. Иванов, В. Г. Амелин. – М.: Едиториал УРСС, 2012 г. – 420 с
9. Курдов А. Г. Водные ресурсы Воронежской области: формирование, антропогенное воздействие, охрана и расчеты / А. Г. Курдов. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2009 г. - 224 с.
10. Ложниченко О.В. Экологическая химия / О.В. Ложниченко, И. В. Волкова, В. Ф. Зайцев. – М.: Академия, 2008 г. - 272 с
11. Муравьев А.Г. Экологический практикум: Уч.пособие / А.Г. Муравьев. – 4-е изд. – СПб.: Крисмас, 2014 г. – 176 с.
12. Муравьева А.Г. Руководство по анализу воды. Питательная и природная вода, почвенные вытяжки / Под. Ред. к.х.н. А.Г, Муравьева. - Изд. 2-е, перераб. – СПб.: «Крисмас+», 2012 г. - 264 с.