

III ОТКРЫТАЯ ИНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦИЯ УЧАЩИХСЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ «НАУКА. ТВОРЧЕСТВО. ИНТЕЛЛЕКТ»

**Секция № 3**  
**Естественно-научная**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТОФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
АКВАРИУМНОЙ ВОДЫ СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА**

**Автор: Мельникова Алина Павловна,**  
учащаяся 10 класса  
государственного учреждения образования «Средняя школа № 11 г. Могилева»  
Научный руководитель (или педагог): Костина Наталья Викторовна

город Могилев, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	4
1.1 Азотный цикл в аквариуме.....	4
1.2 Основная проблема накопления нитратов.....	5
1.3 Удаление нитратов из аквариума .....	6
1.4 Альтернативные методы удаления нитратов из воды (фитофльтрация, аквапоника, денитрификация) .....	6
1.4.1 Фитофльтрация.....	6
1.4.2 Аквапоника .....	7
1.4.3 Денитрификация.....	7
1.5 Методы анализа воды на содержание $\text{NO}_3^-$ .....	7
1.6 Методы определения нитратов и нитритов .....	7
ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	9
2.1 Создание фитофилтра .....	9
2.2 Отработка методики анализа .....	9
2.3 Проведение исследований.....	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	15

## ВВЕДЕНИЕ

Данная работа посвящена изучению изменений концентраций нитрат-иона в аквариумной воде и созданию фитофилтра для удаления нитратов.

В аквариумных системах формируется сообщество гидробионтов с неестественно высокой плотностью населения. При этом, как и любая другая искусственно созданная экологическая система, аквариумное сообщество активно продуцирует продукты жизнедеятельности при неразвитой системе их утилизации. В результате азотного цикла в воде накапливаются соединения азота в высшей степени окисления – нитрат-ионы. Рост их концентрации сверх предельно допустимой (ПДК) приводит к нарушениям функционирования аквариумной экосистемы.

**Актуальность данной работы** состоит в том, что один из способов снижения концентрации нитрат-ионов в аквариумной воде – применение фитофилтров. К фитофилтрам относятся искусственно созданные системы фильтрации воды, где в качестве способа биоремедиации применяется поглощение нитратов растениями. В ходе существования таких систем фитофильтрации, образуется взаимосвязь между жизнедеятельностью рыб и растений: нитраты, которые являются губительными для рыб, являются удобрением для растений. При установке фитофилтра можно использовать не только аквариумные растения, но и комнатные цветы, а также выращивать клубнику и другие культурные растения.

**Целью** данной работы является оценка эффективности использования фитофилтра для очистки аквариумной воды. Для достижения поставленной цели будут решены следующие **задачи**:

1. Создание фитофилтра;
2. Освоить методику определения нитратов в аквариумной воде;
3. Изучить эффективность работы фитофильтрации.

Исследования проведены методом молекулярно-абсорбционной спектрофотометрии анализа. Для изучения содержания нитратов в природной воде был использован метод Грисса.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Азотный цикл в аквариуме

В результате жизнедеятельности водных живых организмов или при промышленном (сельскохозяйственном) загрязнении водных объектов белки, аминокислоты, нуклеиновые кислоты расщепляются с образованием токсичных соединений — аммиака, мочевины или мочевой кислоты. Большинство животных, обитающие в воде, например, костные рыбы, выделяют аммонийный азот в виде аммиака. [3] В органических соединениях, появившихся в воде в результате разложения тел отмерших гидробионтов, азот присутствует главным образом в составе аминокислот и белков тканей организмов и продуктов их распада. Конечным продуктом их разложения также являются аммиак или ион аммония.

Эти соединения легко переходят друг в друга под воздействием изменения pH водной среды.

В природных водах pH находится в интервале 6 – 8, таким образом, азот аммонийный содержится практически только в виде ионов аммония. Однако при повышении значений pH возможно появление в воде незначительного количества аммиака. Однако именно аммиак является более токсичной для гидробионтов формой. Его предельно допустимая концентрация (ПДК) составляет 0,041 мг/дм<sup>3</sup> в пересчете на азот (0,05 мгNH<sub>3</sub>/дм<sup>3</sup>), тогда как для иона аммония ПДК в пересчете на N составляет 0,39 мг/дм<sup>3</sup> (0,5 мгNH<sub>4</sub><sup>+</sup>/л). [5]

На снижение концентрации аммонийного азота в воде оказывают влияние два процесса: развитие водной растительности, которая активно поглощает эти соединения, и окисление азота аммонийного под воздействием бактерий-нитрификаторов в аэробной среде.

Первый процесс осуществляется при участии микроорганизмов рода *Nitrosomonas*, а второй – *Nitrobacter*.

Кроме процессов окисления соединений азота в водных объектах в анаэробных условиях протекает также и процесс денитрификации, в результате которого в атмосферу выделяется свободный газообразный азот. При этом микроорганизмы используют различные восстановители, например, серу или углерод, входящие в состав органических соединений.

При этом из экосистемы удаляется некоторая часть азота, который находился в воде в растворимой форме. Таким образом, соединения азота совершают в воде круговорот по схеме, изображенной на рисунке 1.2.



Рис. 1.2 Схема круговорота азота в воде (азотный цикл)

## 1.2 Основная проблема накопления нитратов

Нитриты – промежуточная ступень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов или, напротив, восстановления нитратов до азота и аммиака. Подобные окислительно-восстановительные реакции характерны для станций аэрации, систем водоснабжения и природных вод. Наибольшие концентрации нитритов в воде наблюдается летом, что связано с деятельностью некоторых микроорганизмов и водорослей.

Анализ воды на нитриты делается для вод поверхностных и приповерхностных водотоков. Проверять содержание нитритов в воде особенно важно при анализе воды из колодцев и родников.

Нитриты могут применяться в промышленности как консерванты и ингибиторы коррозии. Из сточных вод они могут попадать в открытые водотоки.

Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях медленного окисления  $\text{NO}^{2-}$  в  $\text{NO}^3$ , это указывает на загрязнение водоема. Содержание нитритов является важным санитарным показателем.

ПДК нитритов в воде согласно СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» составляет 3 мг/дм<sup>3</sup>. Нитриты значительно опаснее нитратов, поэтому их содержание в воде контролируется более строго (ПДК нитратов 45 мг/дм<sup>3</sup>).

Нитраты оказывают токсическое действие, если присутствуют в питьевой воде в избыточных количествах, и в некоторых случаях вызывают метгемоглобинемию у искусственно вскармливаемых грудных детей. Рекомендуемая величина для азота нитратов составляет 10 мг/л. Отрицательные эффекты нитратов обязательно включают в качестве предварительного этапа восстановления до нитритов. Следовательно, поступление нитритов внутрь организма ведет к более быстрому проявлению клинических признаков, и рекомендуемая величина ПДК для этого иона должна быть соответственно ниже, чем для нитратов. При правильной обработке питьевой воды концентрация азота нитритов должна быть значительно ниже 1 мг/л.

Считается, что основным источником поступления нитратов в организм человека являются растительные продукты питания. Однако следует учитывать, что нитраты воды в 1,5 раза токсичнее нитратов, содержащихся в овощах. При повышенном содержании нитратов в воде ее роль в нагрузке организма нитратами окажется ведущей.

Основным источником нитратов антропогенного происхождения являются минеральные азотные удобрения на всех этапах их жизненного цикла – пути от производства до их полного разложения. Второй по важности источник – жидкие отходы промышленных животноводческих комплексов. В процессе образования жидких отходов азот находится в составе органических комплексов, но при вынужденном длительном хранении он минерализуется до нитратов, концентрации которых могут быть очень высокими.[1]

Загрязнение воды нитратами может быть обусловлено как природными, так и антропогенными причинами. В результате деятельности нитрифицирующих бактерий в водоемах в присутствии кислорода аммонийные ионы могут переходить в нитрат-ионы и этот процесс называется – нитрификацией.

Поэтому увеличение концентрации нитратных ионов наблюдается в летнее время в период массового отмирания фитопланктона и высокой активности микроорганизмов-нитрификаторов.

Другим важным источником обогащения вод нитратами являются образующиеся при атмосферных электрических разрядах окислы азота, которые после поглощения атмосферными водами попадают на земную поверхность. Содержание нитратов в атмосферных осадках достигает нередко 1 мг N/л.

Основными антропогенными источниками поступления нитратов в воду являются сброс хозяйственно-бытовых сточных вод и сток с полей, на которых применяются нитратные удобрения.

Нитриты – промежуточная ступень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов или, напротив, восстановления нитратов до азота и аммиака. Подобные окислительно-восстановительные реакции характерны для станций аэрации, систем водоснабжения и природных вод. Наибольшие концентрации нитритов в воде наблюдается летом, что связано с деятельностью некоторых микроорганизмов и водорослей.

Восстанавливать нитраты может довольно большое количество бактерий, и этот процесс должен быть неотъемлемой частью широкого геохимического цикла азота.[7]

### **1.3 Удаление нитратов из аквариума**

Существует несколько основных способов борьбы с нитратами.

1. Нитраты сравнительно легко удаляются из водопроводной воды её фильтрацией через установку обратного осмоса или колонки с ионообменными смолами.

2. Самым простым и действенным методом является регулярная подмена воды. Исходная вода и морская соль, которые служат для приготовления морской воды, не должны содержать нитратов. В противном случае подмена воды для удаления нитратов в морском аквариуме будет бессмысленной.

3. Усиленный рост макроводорослей позволит снизить и поддерживать уровень нитратов на приемлемом значении. Необходимо удалять старые и гниющие части водорослей, а также их чрезмерно разросшиеся побеги. Вместе с водорослями из аквариума удаляются нитраты и другие токсины, накопленные в тканях. Невыполнение этого условия приведет к возврату нитратов в аквариум, но уже в виде ядовитого аммония.

4. Очень эффективным методом удаления нитратов является специальный фильтр денитрификатор.

5. Взамен использования эффективных, но достаточно сложных в эксплуатации денитрификаторов аквариумисты все чаще обращают внимание на более простой и в то же время практичный метод: в систему фильтрации или в отдельный канистровый фильтр помещается специальная компонентная смесь, эффективно снижающая уровень нитратов в аквариуме. Разница между имеющимися в продаже нитратными фильтрами в том, что одни наполнители избирательно удаляют нитраты, в то время как другие фильтры снижают содержание нитратов за счет поглощения азотсодержащих соединений до их превращения в нитраты [2].

### **1.4 Альтернативные методы удаления нитратов из воды (фитофильтрация, аквапоника, денитрификация)**

#### **1.4.1 Фитофильтрация**

Фитофильтр – это как правило выносная конструкция, в котором растут не аквариумные растения, но их корни напрямую соприкасаются с водой аквариума. Именно корни таких растений и обеспечивают процесс фильтрации [3].

И происходит это двумя путями:

- Разветвленные, хорошо развитые корни растений, погруженные в воду, очень быстро становятся прибежищем для развития колоний полезных бактерий. Эти колонии способствуют установлению правильного баланса в воде по всем характеристикам.

- Сами корни растений всасывают из воды растворенные в ней соединения и очищают ее. Разлагающиеся излишки корма, выделения рыб загрязняют воду, а корни растений, расположенные непосредственно в воде, всасывают нитратные вещества [4].

Кроме того, корни обогащают воду кислородом. Конечно, выделение кислорода корнями заметно меньше, чем выделение его листьями, но для аквариума дополнительный источник кислорода – существенное достоинство.

#### **1.4.2 Аквапоника**

Аквапоника представляет собой искусственную экосистему, в которой ключевыми являются три типа живых организмов: водные животные (обычно рыбы), растения и бактерии. Такая технология экологически безопасна. Работает по принципу экосистемы рыб и растений: рыбы обеспечивают питание растениям, а растения очищают воду. Суть метода — в использовании отходов жизнедеятельности водных животных (рыб, креветок) в качестве питательной среды для растений. Водные животные выделяют токсичные для них самих продукты жизнедеятельности: азотистые, калийные, фосфорные соединения, углекислый газ. Накопление этих веществ в воде представляет главную проблему как в замкнутой промышленной аквакультуре, так и в простом аквариуме. Эти же вещества абсолютно необходимы в гидропонике и их добавляют в воду для получения питательных растворов для растений. В аквапонике эта проблема решается сама собой: продукты жизнедеятельности рыб утилизируются бактериями и растениями[4].

#### **1.4.3 Денитрификация**

Денитрификация (восстановление нитрата) — сумма микробиологических процессов восстановления нитратов до нитритов и далее до газообразных оксидов и молекулярного азота. В результате их азот возвращается в атмосферу и становится недоступным большинству организмов. Осуществляется только прокариотами (причём как бактериям, так и археями) в анаэробных условиях и связана с получением ими энергии.

Особо выделяют ассимиляционное восстановление нитрата, приводящее к синтезу азотсодержащих клеточных компонентов и свойственную всем растениям, многим грибам и прокариотам, способным расти на средах с нитратами, однако не сопровождающуюся получением энергии этими организмами. Аммонийный и нитратный азот, поглощенный микробными клетками, включается в органические азотсодержащие полимеры клеточных компонентов и временно выводятся из круговорота азота, то есть происходит их иммобилизация[5].

#### **1.5 Методы анализа воды на содержание $\text{NO}_3^-$**

Исследование загрязненности нитратами, проводится с помощью экспресс-метода химического анализа. Он основан на получении окрашенного органического соединения при взаимодействии нитратов с реагентом, нанесенным на поверхность специальной полоски бумаги. Эти тест-полоски являются разработкой немецкой компании Merck и позволяют без дополнительного оборудования и специальных знаний оценить уровень загрязнения нитратами воды, а также и нитритами.

Чтобы быть уверенными в полученных результатах, тест-полоски были предварительно испытаны на способность достоверно показывать концентрацию нитрат-ионов в воде, в результате чего было наглядно доказано соответствие окрашивания индикаторных зон полоски стандартной цветовой шкале[9].

#### **1.6 Методы определения нитратов и нитритов**

Фотометрический метод анализа – совокупность методов молекулярно-абсорбционного спектрального анализа, основанных на избирательном поглощении

электромагнитного излучения в видимой, ИК и УФ областях молекулами определяемого компонента или его соединения с подходящим реагентом. Концентрацию определяемого компонента устанавливают по закону Бугера - Ламберта – Бера [11].

Фотометрический метод включает визуальную колориметрию, спектрофотометрию и фотоколориметрию. Последняя отличается от спектрофотометрии тем, что поглощение света измеряют главным образом в видимой области спектра, реже - в ближних УФ и ИК областях (т. е. в интервале длин волн от ~ 315 до ~ 980 нм), а также тем, что для выделения нужного участка спектра (шириной 10-100 нм) используют в качестве диспергирующего элемента узкополосные светофильтры. Также современные колориметры для получения потока света с высокой степенью монохроматизации используют светодиоды с узкими интервалами длин волн испускаемого излучения [11].

**Вывод:** Существует несколько способов борьбы с нитратами: фильтрацией через установку обратного осмоса или колонки с ионообменными смолами; регулярная подмена воды; усиленный рост макроводорослей; фильтр денитрификатор.

Фитофильтр – это выносная конструкция, в котором растут не аквариумные растения, но их корни напрямую соприкасаются с водой аквариума. Именно корни таких растений и обеспечивают процесс фильтрации. Разветвленные, хорошо развитые корни растений, погруженные в воду, очень быстро становятся прибежищем для развития колоний полезных бактерий. Сами корни растений всасывают из воды растворенные в ней соединения и очищают ее. Кроме того, корни обогащают воду кислородом.



## ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

**Предмет исследования:** Определение концентраций иона аммония в искусственно созданной системе пресноводного водоёма, дно покрыто гранитом.

В аквариуме обитают рыбы: Полиптерис, Псевдотрофеусы – зебра, Псевдотрофеусы – хонги, Сомики анциструсы.

Растения в аквариуме: Эхинодорус.

Фильтры: AQUAEL

### 2.1 Создание фитофильтра

Можно сказать, что у фитофильтра только один недостаток — его нельзя купить в магазине, приходится заниматься изготовлением самостоятельно. Впрочем, изготовить эконом-вариант совсем не сложно: для этого достаточно взять половину разрезанной вдоль пластиковой бутылки или длинный лоток из лёгкой пластмассы, проделать в дне несколько дырок, а по торцам просверлить более крупные отверстия для поступления и слива воды.

Далее ёмкость заполняется субстратом на высоту 5-8 см, туда помещаются растения, в отверстие для поступления воды вставляется шланг или флейта от фильтра или компрессора, а вся конструкция закрепляется на задней стенке аквариума на присосках или хомутах так, чтобы нижняя её часть находилась в воде.

Вода из фильтра под напором проходит через субстрат с корнями и выливается из отверстий обратно в аквариум. Такая конструкция подходит для открытого аквариума, или в том случае, когда у него можно срезать часть крышки.

Если же хочется чего-то более красивого, то совершенству нет предела: фитофильтры изготавливают из пластмассы, оргстекла или аквариумного стекла и декорируют специальными панелями, выносят их на полку над закрытым аквариумом, поступление и слив воды обеспечивают при помощи герметично закреплённых шлангов. Нужно только соблюдать общие правила:

- фитофильтр не должен располагаться ниже уровня аквариума;
- глубина лотка не должна более чем в два раза превышать ширину;
- длина лотка не должна быть больше длины задней стенки аквариума;
- в качестве грунта лучше использовать гравий фракции 3-8 мм, можно смешать его с керамзитом, слой субстрата 5-12 см;
- если фитофильтр вынесен из аквариума, отверстие для поступления воды нужно располагать на высоте 2-3 см от дна, чтобы он не пересох в случае отключения насоса;
- количество воды, проходящей через фитофильтр, должно составлять от 3-4 объёмов аквариума в сутки до 1-1,5 объёма в час, если же помпа, подключенная к нему, мощнее, то на неё нужно поставить разветвитель, чтобы часть воды уходила в аквариум, минуя лоток с растениями;
- за отверстием для поступления воды рекомендуется расположить губку, которая будет осуществлять грубую механическую фильтрацию, что позволит реже чистить фильтр.

### 2.2 Отработка методики анализа

Для определения количественного содержания нитрат-ионов используют серию стандартных растворов. Сначала готовят основной раствор. В лаборатории было 3 варианта азотнокислого натрия. Был проведён эксперимент, так как возможно азотнокислый натрий был загрязнён нитритами.

Таблица 1

№ пробирки	Азотнокислый натрий	Цинк	Реактив Грисса	Окраска
1	Азотнокислый натрий (1)	+	+	Есть
2	Азотнокислый натрий (1)	-	+	Нет
3	Азотнокислый натрий (2)	+	+	Есть
4	Азотнокислый натрий (2)	-	+	Нет
5	Азотнокислый натрий (3)	+	+	Есть
6	Азотнокислый натрий (3)	-	+	Есть

Таким образом азотнокислый натрий (3) загрязнён нитритом, следовательно, для опыта мы берём азотнокислый натрий (2) или (1). Мы использовали азотнокислый натрий (2).

Готовим основной раствор на 200 мл.

$m(\text{NaNO}_3) = 0,2742 \text{ г}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  до метки.

Из основного раствора готовят рабочий стандартный раствор (в день проведения анализа):

2,5 мл основного раствора +  $\text{H}_2\text{O}$  до метки в колбу на 100 мл.

А из стандартного раствора, готовим 5 стандартных растворов (2)

Таблица 2

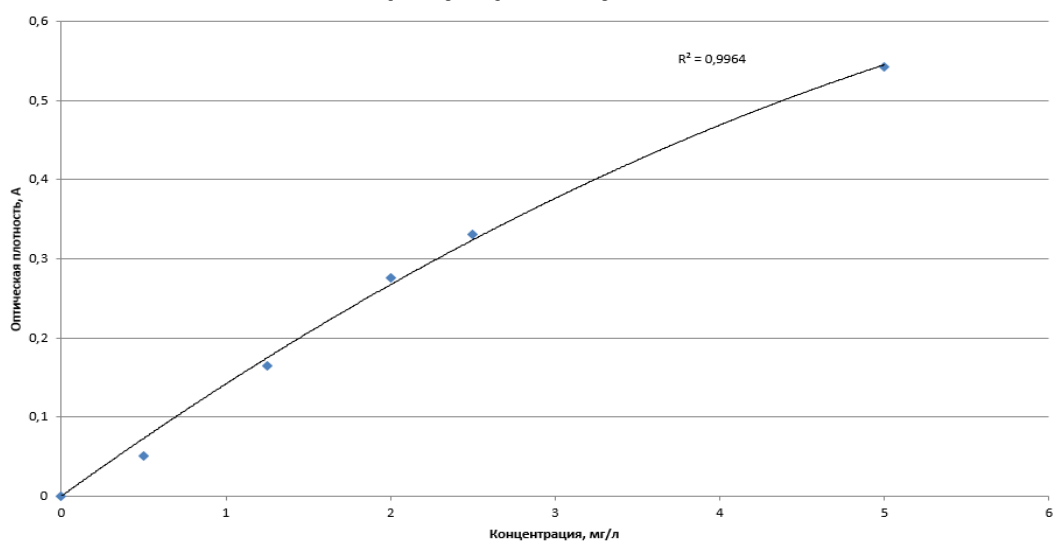
№ пробирки	V стандартного раствора (1),мл	V колбы, мл	C стандартного раствора	Абсорбция
3,1	1	50	0,5	0
3,2	2,5	50	1,25	0,051
3,3	4	50	2	0,165
3,4	5	50	2,5	0,276
3,5	10	50	5	0,331

Анализ проводился с использованием молекулярно-абсорбционного спектрофотометрического метода измерения на колориметре SpectroquantMulty.

По 10 мл стандартных раствора (2) в пробирку с реактивом Грисса. Ждём 30 мин, наблюдаем изменение окраски и измеряем показания на колориметре SpectroquantMulty.

Далее, с помощью колориметра на длине волны 530 нм проводились измерения и строился градуировочный график, представляющий собой зависимость оптической плотности раствора от концентрации нитрат-иона. Градуировочный график представлен на рисунке 3. График строился индивидуально для каждой серии проб.

### Зависимость оптической плотности раствора от концентрации нитрат-иона



### 2.3 Проведение исследований

Пробы воды отбирались каждые три дня на протяжении с 25.10.2016 по 04.01.2017 года (с октября по январь).

Для проведения анализа по 0.1 мл пробы воды добавляли в пробирку с заранее внесенным порошком цинка и реактивом Грисса. Изменение окраски наблюдалось на протяжении 30 минут. После этого времени окраска стабилизировалась.

В результате проделанной работы, мы получили следующие результаты по содержанию нитрат-иона, которые можно увидеть в таблице 3.

Таблица 3.

Количество дней с начала эксперимента	Дата	Абсорция	Концентрация по графику, мг/л	Кратность разбавления, мл	Концентрация с учётом разбавления, мг/л
0	25 окт	0,483	3,54	200	708
3	28 окт	1,245	9,23	200	1846
6	31 окт	1,06	7,84	500	3920
7	1 ноя	0,688	5,07	500	2535
10	4 ноя	1,383	10,26	500	5130
14	8 ноя	0,807	5,96	500	2980
15	9 ноя	0,943	6,97	500	3485
17	11 ноя	0,892	5,96	500	2980
24	18 ноя	0,709	6,97	500	3485
30	24 ноя	0,673	6,59	500	3295
31	25 ноя	0,843	5,22	500	2610
41	5 дек	0,491	4,95	500	2475
42	6 дек	0,553	6,22	500	3110
45	9 дек	0,804	3,60	500	1800

49	13 дек	0,357	4,06	500	2030
70	4 янв	0,891	5,93	500	2965

Зависимость изменения концентрации нитрат-иона в аквариумной воды от времени эксперимента представлена на графике 2.

График 2



Первые три точки – перед установлением фитофильтра, или процесс изучения фоновой концентрации нитрат-иона.

Четвертая точка – установка фитофильтра.

Пятая точка – адаптация фитофильтра, так же были сняты все посторонние фильтры.

Шестая, седьмая и восьмая точки – фильтр прошёл адаптацию и начал работать.

Девятая точки – растения начали желтеть, от недостатка освещенности.

Десятая точка – была совершена большая подмена воды, так как произошла бактериальная вспышка в аквариуме.

Одиннадцать, двенадцать – восстановление после подмены воды.

Последующие точки – работа фитофильтра.

**Выводы:** После установки фитофильтра содержание нитратов падает. В ходе работы было установлено, что для функционирования фитофильтра необходимо хорошее освещение.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проделанной работы, были отобраны пробы воды из аквариума. Освоена методика определения нитрат-иона методом Грисса, для всех проб определяли концентрацию нитрат-иона.

Азотсоставляющие вещества существенно влияют на жизнедеятельность рыбы при условии высокой плотности посадки. Вследствие этого: выделяется повышенное количество аммония в воду с продуктами обмена рыб. Далее действуют бактерии на биофилтре: они переводят аммонийный азот в нитриты, и далее в нитраты.

Если же аммония слишком много – бактерии могут не успевать его переводить, и он будет накапливаться в воде, тем самым, отравляя рыбу. В то время, когда, для растений это полезные удобрения, при котором они набирают свою фито массу. Так в аквариуме снижается количество нитратов, без подмены воды и вмешательства человека.

Нами был создан фитофильтр для очистки аквариумной воды. После установки фитофильтра содержание в воде нитратов падает. В ходе работы было установлено, что для функционирования фитофильтра необходимо хорошее освещение.

Таким образом, можно сделать выводы:

1. Фитофльтрация, очень полезная система очистки, которая работает без вмешательства человека.
2. Необходимы правильные условия расположения фитофильтра, для результативной работы фильтра.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО
2. Бабичева, Е.А., Химия окружающей среды // Е.А. Бабичева. Вестник Челябинского университета. Химия. – 2005, с. 28 – 40. – 996 с.
3. Золотов, Ю.А., Химические тест-методы анализа/ Ю.А. Золотов, В.М. Иванов, В.Г. Амелин. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 304с.
4. Ленинджер, А., Основы биохимии: В 3-х т.Т. 2. Пер. с англ. / А. Ленинджер – М: Мир, 1985. –368 с.
5. Муравьев, А.Г., Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. / А.Г. Муравьев – СПб.: Крисмас, 2009. – 218 с.
6. Науменко, М.А., Эвтрофирование озер о водохранилищ / М.А. Науменко – СПб.: РГГМУ, 2007 – 100с.
7. Определение обменного и водорастворимого аммония в почвах модифицированными индофенольными методами Е.И.Данилина, В.В.Рогоулина. //Вестник Челябинского университета. – 1996, Т.4. – 876 с.
8. Рекомендации (научно-обоснованные предложения) по предотвращению заморных явлений на водных объектах Республики Беларусь.
9. Сандер, М., Техническое оснащение аквариума: Пер. с нем./ М. Сандер. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004. - 256 с.
10. Семенов, А.Д., Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши: Ленинград. – Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
11. Смирнов, А. С., Определение уровня NO<sub>2</sub>-/NO<sub>3</sub>- в конденсате выдыхаемого воздуха. Восстановление нитратов цинком. // А. С. Смирнов. Биомедицинская химия. – 2006. – № 1. – с. 101–107.

