

**Автономная некоммерческая общеобразовательная организация
"Физтех-лицей"
(АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы)**

**XX научно-практическая конференция
«Старт в инновации»**

**Исследование динамики экосистемы
искусственного водоёма**

Выполнил:
Крылова Екатерина 9 «Г» класс
Руководитель:
Головко Сергей Иванович

Московская область, г. Долгопрудный

2021 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	4
1.1. Метод биоиндикации.....	4
1.2.Биоиндикация водоёма по растениям, краткое описание растений-биоиндикаторов.....	4
1.3.Биоиндикация по животным, краткое описание животных-биоиндикаторов.....	5
1.4.Описание других обитателей непроточных водоёмов Московской области..	7
1.5.Краткое описание пресноводных рыб, которые могут обитать в непроточном пресном водоёме.....	11
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	13
2.1.Краткое описание пресноводных рыб, которые могут обитать в непроточном пресном водоёме.....	14
2.2.Наблюдения за развитием экосистемы водоёма с течением времени.....	14
2.3.Оценка состояния водного объекта по ряске.....	15
2.4.Метод оценки состояния водоёма в проекте River Watch.....	15
2.5.Биоиндикация загрязнения водоёма с помощью макрозообентоса (индекс Майера).....	16
2.6.Оценка сапробности водоёма по популяциям пресноводных моллюсков..	17
2.7.Оценка состояния водной экосистемы с помощью пятиуровневой шкалы степени загрязнения воды или индекса Вудевиса.....	17
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	
3.1.Результаты исследования водоёма.....	20
3.2.Предложение по улучшению качества воды.....	20
ВЫВОДЫ.....	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	23

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Для обитания каждого организма в той или иной среде необходимы определённые условия.

Небольшой искусственный водоём является удобным объектом исследования, т. к. у него маленькая глубина, что позволяет легко обнаружить те или иные организмы, рассмотреть дно и воду.

Для проживания в водоёме определённых видов рыб необходима достаточная концентрация кислорода, минимальное загрязнение, отсутствие вредных веществ и пища.

В настоящее время всё более популярней становится рыбоводство на приусадебных участках. Чтобы рыбы жили в искусственном пруду, необходимо уметь определять, насколько он пригоден для того или иного вида в полевых условиях, так как не в каждом селе есть возможность провести экспертизу.

Объект исследования – экосистема искусственного водоёма.

Предмет исследования – экологическая сукцессия искусственного водоёма.

Настоящее исследование относится к области прикладной экологии. Его **целью** является изучение процесса формирования экосистемы искусственного водоёма в связи с разведением рыб на протяжении нескольких лет.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие поставленные **задачи**:

- 1) произвести мониторинг видового состава флоры и фауны искусственного водоёма;
- 2) оценить его пригодность для разведения рыб;
- 3) осуществить контроль качества воды водоёма методами биоиндикации и предложить способы её очистки.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Метод биоиндикации

Биоиндикация основана на наблюдении за составом и численностью видов-индикаторов. Существуют две формы биоиндикации: неспецифическая и специфическая. Первая применяется тогда, когда одинаковые реакции организма могут быть вызваны различными факторами окружающей среды. Эта форма может быть удобна для применения к близким организмам, которые находятся, например, в одном роде или семействе, либо если они обитают в схожих условиях, если нужно определить пригодность той или иной среды для проживания в ней организмов, либо к организмам, относящихся к разным классам или типам, что помогает на основе нескольких реакций организмов на внешние факторы определить, какой именно в каждом конкретном случае вызывает определённую реакцию. Если изменения реакции чётко связаны с изменением конкретного фактора — то речь идёт о специфической биоиндикации.

1.2. Биоиндикация водоёма по растениям, краткое описание растений-биоиндикаторов

Осока. Род Осока относится к классу Однодольные (Статья «Осока» в Википедии). Его представители, как и большинство растений, принадлежащих этому классу, имеют мочковатую корневую систему, их корни длинные и толстые. Осоки приспособлены к произрастанию на песчаных почвах. Представителей рода Осока используют в качестве биоиндикаторов, показывающих глубину грунтовых вод. Так, в местах произрастания осоки лисьей и осоки острой глубина грунтовых вод равна примерно 10-50 см, а в местах произрастания осоки волосистой и осоки ранней — 0-10 см. Также осоки свидетельствуют о том, что почвы, на которых они растут, сильно щелочные.

Ряска. Род Ряска относится к классу Однодольные. Он насчитывает 9 видов. Представители рода Ряска могут жить, как плавая в толще воды, так и на поверхности. Ряска бывает четырёх типов:

- многокоренник обыкновенный (несколько корней на материнском щитке или на крупных дочерних особях, а если корни не развиты, то материнский щиток крупный);
- ряска тройчатая (щиток вытянутый, на верхушке заострённый);
- ряска горбатая (с нижней стороны отчётливо видно вздутие);
- ряска малая (с нижней стороны вздутия нет);

На присутствие в водоёме загрязняющих веществ ряска реагирует изменением цвета листеца щитка, замедлением роста и размножения. Следовательно, представителей этого рода можно использовать в качестве биоиндикаторов. На присутствие различных видов загрязнителей ряска реагирует по-разному. На медь листецы реагируют полным рассоединением из рупп и изменением окраски с зелёной на голубую. На цинк реакция заключается в обесцвечивании всего листеца кроме точек роста. Присутствие в воде бария вызывает полное рассоединение листецов, отпадание корней, изменение окраски с зелёной на молочн-белую. При присутствии в водоёме кобальта рост полностью приостанавливается, растение обесцвечивается.

1.3. Биоиндикация по животным, краткое описание животных-биоиндикаторов

Дождевые черви. Дождевые черви относятся к подклассу Малощетинковые черви типа Кольчатые черви. Они питаются растительным детритом, который поглощают с грунтом. Предпочитают щелочные почвы с большим содержанием кальция. Обитают вблизи водоёмов, однако, из-за того, что у них кожное дыхание, они страдают от нехватки кислорода при избытке влаги в почве. По этой причине дождевые черви вылезают на поверхность земли во время дождя, чтобы защититься от переизбытка влаги в почве(Статья

«Дождевые черви» в Википедии).

Медведка. Медведка — вид прямокрылых насекомых из семейства Медведок. Питается корнями и корнеплодами растений, дождевыми червями и насекомыми, в том числе другими медведками. Обитает в песчаных, освещённых солнцем почвах, на тёплых равнинах, но избегает сухих мест и селится неподалёку от водоёмов; ведёт преимущественно ночной образ жизни, вылезая из-под земли лишь по ночам. Делает куполообразное гнездо, которое возвышается над поверхностью земли — для лучшего прогрева кладки. Потомство плодовитое, число яиц в кладке может достигать нескольких сотен.

Водяной ослик. Водяной ослик — вид пресноводных ракообразных из отряда равноногих ракообразных. Водяной ослик населяет стоячие и слабопроточные водоёмы. Питается разлагающимися частями растений (Статья «Водяной ослик» в Википедии). Неприхотлив к качеству воды, некоторое время может прожить при очень незначительных концентрациях кислорода или в анаэробных условиях. Является индикатором сильно загрязнённых водоёмов. При высыхании водоёма зарывается в ил.

Физа ключевая. Обитает в болотах, оврагах, непроточных водоёмах. Питается живыми растениями, в том числе зелёными водорослями, реже — беспозвоночными и бактериями.

Водяной (географический) клещ. Водяные клещи — группа Тромбидиформных клещей класса Паукообразные. Окрашенные в красные тона водяные клещи широко распространены в стоячих водоёмах, представляют собой клещей с длинным хоботком, личинки которых паразитируют на водных жуках (плавунцах, плавунчиках, водолюбах и др.).

Жуки-водолюбы. Жуки-водолюбы — семейство жесткокрылых жуков. Большинство видов обитают в воде либо вблизи водоёмов, предпочитая жить в среде гниющих растительных остатков. Держатся поближе к берегу, в зарослях водных растений. Питаются нитчатými водорослями (Статья «Жук-водолюб» в Википедии), мягкими либо подгнившими растениями, реже — червями, мелкими рыбами или членистоногими. В водоёмах являются индикаторами значительного

содержания загрязняющих органических веществ.

1.4. Описание других обитателей непроточных водоёмов Московской области

Лягушка. В Московской области водятся несколько видов бурых лягушек (статья «Бурые лягушки» в Википедии): остромордая (болотная) лягушка, прыткая, травяная лягушки. Они очень схожи по внешнему виду, но есть несколько внешних признаков, по которым их можно различать:

Вид бурой лягушки	Размеры	Окраска	Физические способности, поведение
Остромордая	4-7 см в длину	Спина светловато-бурая, светловато-оливковая, кирпично-рыжая, реже сероватая, ближе к чёрному (общий тон окраски меняется в зависимости от температур, влажности, освещения и других природных условий; в солнечную погоду он заметно светлее) на спине и по бокам нет выделяющихся пятен, полос и т. д. От глаз	Из-за своих небольших размеров, маленького брюшка и острой морды может далеко прыгать (до 2 м 15 см); у неё сильнее (по сравнению с травяной лягушкой) развиты мышцы на задних лапах, благодаря чему остромордая лягушка плавает быстрее чем прыткая или травяная. На зиму прячется в пни деревьев, между брёвнами.

		<p>через барабанную перепонку идёт тёмное пятно, которое постепенно сужается. У самцов в брачный период появляются серебристо-голубая окраска.</p>	
Прыткая	8-11 см	<p>Стройное тело, узкая голова, очень длинные задние лапы, на которых горизонтально расположены чёрные полосы. Глаза большие, выпуклые. Очень близко к ним расположены барабанные перепонки, которые едва меньше них в диаметре. Спина розовато-бежевого или светло-бурого цвета.</p>	<p>Очень подвижна. Способна совершать прыжки 1.5-2 м в длину, 1 м в высоту; уходя от преследования, может прыгать до 3 метров в длину. На зиму зарывается в ил в водоёмах.</p>
Травяная	6-10 см длину	<p>Желтовато-рыжего, коричневого, оливкового или красноватого цвета. Снизу имеет мрамороподобный рисунок. У самцов в брачный период горло</p>	<p>У травяной лягушки морда сильно закруглённая, что при прыжке создаёт дополнительное сопротивление воздуха. Из-за своего массивного брюха она тяжелее прыгает до 1 м). В воде её</p>

	голубого цвета. В период спаривания самцы более светлее самок и имеют сероватый оттенок, в то время как самки — бурые.	Движения более медленные, но за одно отталкивающее от воды действие травяная лягушка из-за своих длинных лап преодолевает большее расстояние, чем корейская или остромордая, но меньшее (в среднем), чем прыткая.
--	--	---

Кроме бурых, в Московской области также водятся два вида зелёных лягушек: озёрная и прудовая. Сравнение озёрной и прудовой лягушки:

Вид зелёной лягушки	Размеры	Окраска	
Озёрная	Длина может достигать 15-20 см	Тело удлинённое. Череп овальный, голова немного заострённая. Сверху тело окрашено в буро-зелёный цвет разных оттенков тёмными пятнами. Вдоль головы и позвоночника большинства	Активна почти круглые сутки; предпочитает жить в постоянных водоёмах с глубиной от 20 см. Охотится преимущественно на суше, вдоль берегов, где она и проводит большую часть светового дня.

		<p>особей (до 90 %) проходит светлая полоса разной степени выраженности. Нижняя часть тела окрашена в грязно-белый или слегка желтоватый цвет, в большинстве случаев с многочисленными тёмными, иногда чёрными пятнами. Глаза ярко-золотистого цвета.</p>	
Прудовая	Длина редко превышает 20 см	Окраска спинной стороны обычно ярко-зеленая, серо-зеленая, оливковая или коричневая, с большим или меньшим количеством тёмных пятен, вдоль середины спины проходит узкая светлая продольная	Обитает в слабопроточных или стоячих мелководных водоемах в широколиственных и смешанных лесах, встречается после размножения по увлажнённым лесам и далеко от воды. Кислотность таких водоемов

	<p>полоска, брюшная сторона однотонно белая или желтоватая.</p> <p>Некоторые особи без спинного рисунка и с мелкими пятнами на горле или передней части брюха. Барабанные перепонки хорошо развиты. По бокам головы часто имеются полосы, которые проходят от кончика морды через ноздри, глаза, а иногда и барабанные перепонки.</p>	<p>колеблется в диапазоне рН=5,8—7,4.</p>
--	---	---

1.5. Краткое описание пресноводных рыб, которые могут обитать в непроточном пресном водоёме

Бычки. Некоторые представители семейства Бычковые пресноводные. У них хорошо развиты адаптивные способности, которые помогают бычкам легко приспосабливаться к жизни в водоёмах с неблагоприятной экологической

обстановкой. Бычки — хищники. Пожирая мальков и икру других рыб, они устраняют своих конкурентов и опасных для себя хищников. У бычка-ротана и бычка-подкаменщика брюшные плавники видоизменены в присоску, что позволяет им вести донный образ жизни, примыкая к камням и другим субстратам на дне. На зиму зарываются в ил. Из-за своей выносливости и способности жить при незначительной концентрации кислорода могут зимой выживать в водоёмах, которые промерзают до дна. Летом при сильной жаре, если водоём высыхает, могут выживать, зарываясь в ил, вплоть до грунтовых вод.

Елец. Обитает в малопроточных водоёмах или поймах. Питается беспозвоночными животными планктона.

Караси (золотой и серебряный). Караси — род Лучепёрых рыб семейства Карповые. Питаются зоопланктоном, детритом, растительностью, мелкими беспозвоночными. Обитают исключительно в болотистых и низменных водоёмах; в местах с суровым климатом зимой впадают в зимнюю спячку, причём могут выдерживать промерзание водоёма до дна.

В качестве определителя видов растений и животных было использованы пособия, размещённые в Интернете на сайтах dspace.rsu.edu.ru, tooddchir.ru. Там же была взята информация об исследованиях методом биоиндикации (стр. 99-161). Так, по видам растений, растущих по берегам водоёма можно определить кислотность и вид почвы (песчаная, болотистая и т. д.). Животные, проживающие в водоёме, могут указать на загрязнённость воды, концентрацию кислорода в ней. Об условиях водоём могут свидетельствовать и другие признаки, такие как характер дна, реакция ряски на водоём. На условия водоёма также может повлиять и его расположение. Так, если вокруг водоёма много деревьев, то осенью на поверхность воды будут сыпаться листья, пруд будет постоянно затенён, а следовательно, в нём будет меньше температура, а растительность будет более убогой из-за недостатка света. Если же пруд будет на открытом пространстве, то в солнечные дни летом он будет сильно нагреваться. Следовательно, там будут сильнее происходить процессы гниения и размножения болезнетворных для рыб микроорганизмов. то есть оптимальным будет наличие

вблизи пруда нескольких деревьев.

Из книжки Сабанеева "Жизнь и ловля пресноводных рыб" взята информация об особенностях рыб, условиях, необходимых для их проживания. Например, представители семейства Окунёвые (окунь, судаки) могут жить только в проточной пресной воде, преимущественно они селятся в кустах водорослей. Следовательно, они не смогут жить в небольшом пруду с малой концентрацией кислорода. Все представители семейства Карповых (кроме ельца, карпа, золотого и серебряного карася) также нуждаются в проточной воде, поэтому им не подходит пруд в качестве места обитания. Оптимальными условиями пруда на приусадебном участке будут для бычка-ротана и бычка-подкаменщика, ельца, карасей и карпа.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Описание объекта, общие материалы для всех применённых методик

Для работы летом 2017 года был создан экспериментальный искусственный пруд площадью $\sim 3.5 \text{ м}^2$, глубиной 1,5-2 м в Дмитровском районе Московской области. В качестве материалов были использованы карточки-определители растений и животных, которые находятся в пособии на сайте dspace.rsu.edu.ru. Оборудование: сачок для ловли бабочек, ковш для

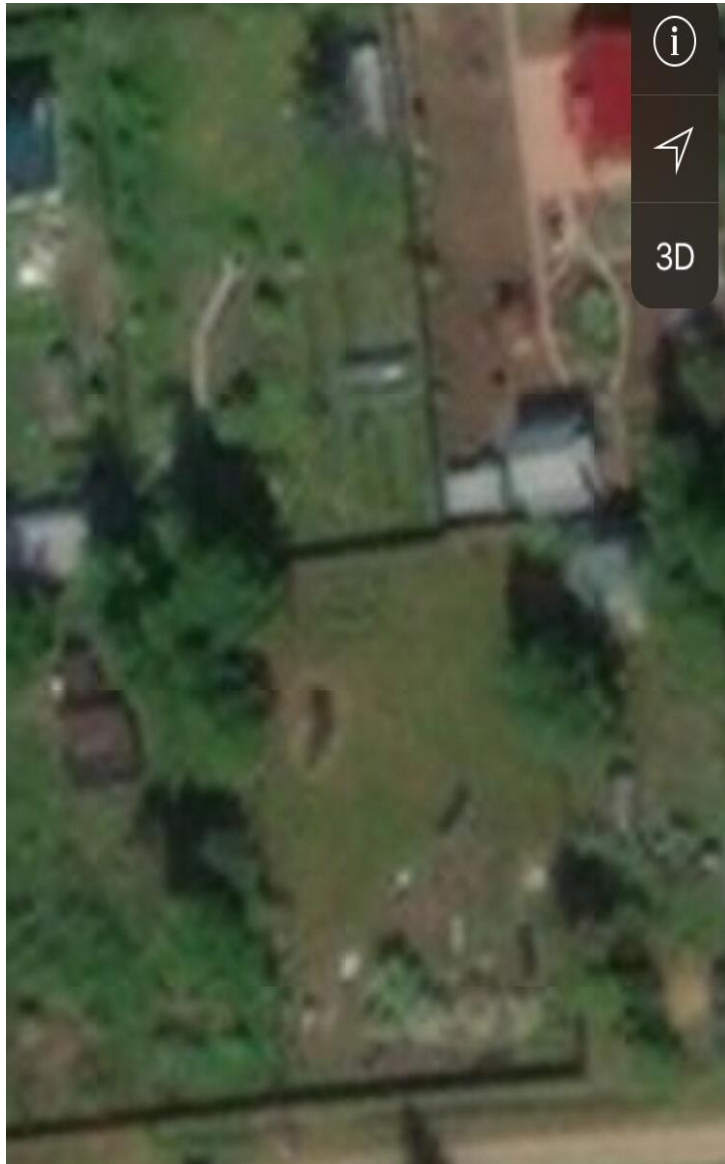


Рис. 1. Местоположение пруда.

рассмотрения живых организмов в чистой воде для их опознания.

На фотографии представлен вид на пруд со спутника (рис. 1).

2.2. Наблюдения за развитием экосистемы водоёма с течением времени

Первые три недели после того, как пруд был вырыт, в нём не было замечено признаков жизни. Затем по берегам постепенно начала прорастать осока, что говорит о кислотности почв рядом с водоёмом, стали появляться и размножаться водомерки, поселились и построили гнёзда медведки. В пруд были запущены 3 особи бычка-подкаменщика, которые выжили зимой, зарывшись в ил, состоящий из опавших осенью листьев, мягкой смеси глины, земли и песка. В 2018 году в водоёме обитали водомерки, жуки-плавунцы, личинки комара-звонца, травяные и остромордые лягушки, произрастал рдест. По берегам росли преимущественно хвощ полевой, осока, подорожник, а также другие растения. По берегам были муравейники и гнёзда медведок, над прудом летали полевые и лесные стрекозы, красотки, нимфиды. Дно было покрыто прошлогодними опавшими листьями, на поверхности воды иногда были видны пузырьки выделяющегося газа. В водоёме поселились водяные лягушки. Весной 2019 года в водоёме была обнаружена икра лягушек, летом там появились брюхоногие моллюски (три вида). Летом 2020 года при более внимательном осмотре водоёма были обнаружены личинки трёх видов стрекоз, географические клещи, обыкновенная пиявка, мотыль, водяной ослик. Над водоёмом летали трясогузки, дрозды-рябинники, синицы, дятлы, изредка вяхири.

2.3. Оценка состояния водного объекта по ряске

Из естественного водоёма (оврага) были взяты несколько особей ряски и помещены в пруд. Примерно через три дня ряска начала желтеть и обесцвечиваться, а через неделю её не видно было в пруду. Это свидетельствует о присутствии в воде пруда тяжёлых металлов (цинка или кобальта).

2.4.Метод оценки состояния водоёма в проекте River Watch

Данный метод основан на оценке качества воды на основе обитающих в

ней организмов. На основе наличия в воде определённых видов делается вывод о принадлежности качества воды к одному из 5 классов: отличное, хорошее, нормальное, плохое, очень плохое. Точность данного метода невысока. Из того, что в пруду обитают личинки вислокрылок, личинки комара-звонца, водяные ослики следует, что у воды пруда нормальное качество.

2.5.Биоиндикация загрязнения водоёма с помощью макрозообентоса (индекс Майера)

Для проведения данного исследования потребовались карточки-определители беспозвоночных животных, а также рабочая таблица для определения индекса Майера, которая состоит из трёх колонок. В первой колонке (X) — обитатели чистых вод. Во второй колонке (Y) — обитатели водоёмов средней загрязнённости. В третьей колонке (Z) — обитатели загрязнённых водоёмов. В исследуемом водоёме были обнаружены представители 1 вида из первой колонки (личинки вислокрылок), 1 вида из второй колонки (личинки стрекоз), 4 видов из третьей колонки (личинки комаров-звонцов, пиявка, водяные ослики, личинки мошки). Для определения индекса Майера была использована формула:

$S = 3X + 2Y + Z$, где X, Y, Z - количества видов из первой, второй и третьей колонки соответственно. Значение суммы равно $3 * 1 + 2 * 1 + 1 * 4 = 9$, что соответствует 4 классу качества, а следовательно. вода сильно загрязнена.

Рабочая таблица для определения индекса Майера:

Обитатели чистых вод	Обитатели водоёмов средней загрязнённости	Обитатели загрязнённых водоёмов
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Личинки подёнок	Речной рак	Пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик

Личинки вислокрылок	Личинки комаров-	Прудовики
Двустворчатые моллюски	долгоножек	Личинки мошки
	Моллюски-катушки	Малоцетинковые черви
	Моллюски-живородки	

2.6. Оценка сапробности водоёма по популяциям пресноводных моллюсков

Полисапробы - анаэробные организмы, живущие в сильно загрязнённых водоёмах с недостатком кислорода и высоким содержанием сероводорода. Так как моллюски очень чувствительны к содержанию органических веществ и кислорода в воде, среди моллюсков нет полисапробов. в менее сапробных водоёмах они наряду с микроорганизмами играют основную роль в самоочищении водоёмов. Видовое разнообразие моллюсков в водоёме показывает степень его сапробности. В пруду были обнаружены три вида моллюсков: физа ключевая, лужанка полосатая, битиния щупальцевая. Это свидетельствует о том, что водоём мезосапробен.

2.7. Оценка состояния водной экосистемы с помощью пятиуровневой шкалы степени загрязнения воды или индекса Вудевиса

Данный метод основан на классификации, учитывающей как общее число видов беспозвоночных, так и присутствие ключевых индикаторных организмов. В ходе вычисления индекса Вудевиса также определяется примерная концентрация кислорода в водоёме по сравнению с нормальной для произвольного водоёма. Из того, что в пруду обитает мотыль, но не обитают ручейники, пресноводные креветки, нимфы веснянок и поденок следует, что концентрация кислорода в исследуемом водоёме ниже средней. Из организмов-индикаторов в пруду обнаружены тубефициллы и личинки мотыля, они соответствуют 9 рангу вида-индикатора. Всего в пруду обнаружено 10 видов

организмов. Следовательно, индекс Вудевиса равен 3 из 10. что свидетельствует о большой загрязнённости водоёма.

Шкала для оценки загрязнения вод по данным об отсутствии или присутствии индикаторных видов:

Уровень загрязнения	Концентрация кислорода	Индикаторные организмы
Чистая вода	Высокая	Нимфы веснянок, поденок
Низкий уровень загрязнения		Нимфы ручейников, пресноводные креветки
Высокий уровень загрязнения		Водяной ослик, мотыль (личинки хирономид)
Очень высокий уровень загрязнения	Низкая	Трубочник (черви тубифициды), личинка мухи-журчалки
Крайне высокий уровень загрязнения	Кислород отсутствует	Заметных признаков жизни нет

Таблица для определения ранга вида-индикатора:

Вид-индикатор	Встречаемость	Ранг
Нимфы веснянок	Более 1 вида	1
	Только 1 вид	2
Личинки поденок	Более 1 вида	3
	Только 1 вид	4
Личинки ручейников	Более 1 вида	5
	Только 1 вид	6

Gammarus	Все перечисленные виды отсутствуют	7
Присутствуют Asellus	Хотя бы 1 вид	8
Тубефициллы или личинки хирономид	Хотя бы 1 вид	9
Все перечисленные выше группы отсутствуют	Некоторые организмы, не требующие растворённого в воде кислорода, могут присутствовать	10

Определение значения индекса Вудевиса:

Загрязнение воды	Ранг	Количество групп				
		0-2	2-5	6-10	11-15	16 и более
		Значение индекса				
Чистая вода	1	-	7	8	9	10
Загрязнение увеличивается	2	-	6	7	8	9
	3	-	6	7	8	9
	4	-	5	6	7	8
	5	-	5	6	7	8
	6	4	4	5	6	7
	7	3	4	5	6	7
	8	2	3	4	5	6
	9	1	2	3	4	-
Сильное	10	0	1	2	-	-

загрязнение						
-------------	--	--	--	--	--	--

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Результаты исследования водоёма

Исследование показало, что водоём достаточно загрязнён, в нём недостаточна концентрация кислорода для обитания большинства рыб, однако с течением времени видовое разнообразие водоёма увеличивается. Из обитания в

водоёме трёх видов моллюсков следует, что он мезосапробен, то есть имеет небольшую способность к самоочищению. Из-за загрязнённости и малой концентрации кислорода, а также из-за непроточности водоёма в нём нельзя содержать таких рыб, как щука, окунь, судак и других, пользующихся большим спросом. В пруду могут жить такие рыбы, как бычок-подкаменщик и бычок-ротан, некоторые представители семейства Карповых.

3.2. Предложение по улучшению качества воды

Большинству рыб нормально развиваться в пруду мешают два условия - мутность воды и малая концентрация кислорода. Обе эти проблемы позволяет решить глиняный замок. Почва на дне и по берегам песчаная. и поэтому песок, смешиваясь с водой, придаёт ей мутность. Глина оседает на дно водоёма и не смешивается с ней, тем самым не создавая муть. Также глина изолирует от воды накопившийся в водоёме мусор - упавшие листья, останки умерших беспозвоночных. Из-за этого выделяющиеся при гниении газы меньше выделяются в воду и меньше влияют на концентрацию кислорода. Желательно также сверху глины накидать камней, особенно кремния, так как он будет вступать в реакцию с присутствующими в воде тяжёлыми металлами, обезвреживая их губительные для организмов свойства. Следует учесть, что не стоит сплошь всё дно закидывать камнями всё дно, так как камни будут мешать развитию корневых систем прорастающих растений, а также проживанию в водоёме тех видов животных, которые обитают в иле или зарываются в ил на зиму.

ВЫВОДЫ

В данном проекте были описаны обитатели искусственного пруда и последовательность их появления и размножения там. Были выявлены загрязнения водоёма, оценено качество воды с помощью различных методик биоиндикации. Замечено, что с течением времени состояние водной экосистемы искусственного водоёма улучшается, количество обитающих там видов становится больше.

На основе собственных наблюдений и данных литературы были сделаны выводы о том, какие виды рыб могут обитать в искусственном пруду на приусадебном участке с естественным дном.

На основе анализа причин загрязнения водоёма были предложены мероприятия по улучшению качества воды — глиняный замок, а также обложение дна водоёма камнями. Учтён тот факт, что сплошное каменистое дно будет пагубно влиять на растительность и некоторые виды животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/3686/Методы экологических исследований.pdf?sequence=1](http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/3686/Методы_экологических_исследований.pdf?sequence=1)

Л. Сабанеев «Жизнь и ловля пресноводных рыб»

Статья «Биоиндикация» <https://ru.wikipedia.org/wiki/Биоиндикация>

Статья «Бурые лягушки» https://ru.wikipedia.org/wiki/Бурые_лягушки

Статья «Бычковые» <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бычковые>

Статья «Водяной клещ» https://ru.wikipedia.org/wiki/Водяные_клещи

Статья «Водяной ослик» https://ru.wikipedia.org/wiki/Водяной_ослик

Статья «Земляные черви» https://ru.wikipedia.org/wiki/Земляные_черви

Статья «Обыкновенная медведка»

https://ru.wikipedia.org/wiki/Обыкновенная_медведка