**Муниципальное бюджетное образовательное учреждение**

**дополнительного образования**

**"Детско-юношеский центр космического образования "Галактика"**

**города Калуги**

**клуб «ЖИВАЯ ПЛАНЕТА»**

Научно-исследовательская работа на тему:

**«Оценка экологического состояния рек Угра и Ока** **на территории города Калуги при помощи методов биоиндикации** **по макрозообентосу»**

Номинация: **«Экологический мониторинг»**

Автор работы:

**Сошникова Мария Антоновна, ученица 11 класса**

Научный руководитель:

Антонова Лидия Игоревна,

педагог дополнительного образования

МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги

Калуга, 2019

**Оглавление**

I. Введение 3

II. Литературный обзор 4

III. Описание участков и Методика работы 5

IV. Результаты и обсуждение 10

VI. Заключение 15

VII. Список литературы 17

IV. Приложения 19

**1. Введение**

"ВОДА – ЭТО ЖИЗНЬ"

Без воды человек не может прожить более трех суток, но, даже понимая всю важность роли воды в жизни, он все равно продолжает жестко эксплуатировать водные объекты, безвозвратно изменяя их естественный режим сбросами и отходами. Массовая и многолетняя вырубка прибрежных лесов, как и растущие масштабы прибрежных свалок и сбрасываемых в воду отходов, фактически разрушили источники водоснабжения и структуру самоочистки рек, озер, водохранилищ. И вследствие этого - резкое ухудшение качества воды, непоправимый ущерб водным биоресурсам, флоре и фауне не только водных бассейнов, но и близлежащих территорий.

**Актуальность**: Каждое лето на берегах рек Оки и Угры собирается большое количество купающихся: и детей, и взрослых. Обе реки находятся вблизи крупных населённых пунктов, где техногенная нагрузка на них велика, поэтому мы решили оценить качество воды в этих водоёмах используя доступные методы биоиндикации.

Калужское региональное управление Роспотребнадзора опубликовало данные по соответствию водоемов санитарным нормам по показателям микробиологической загрязненности. Не рекомендуется купаться в городе Калуга: река Ока (пляж левый берег, пляж правый берег, пляж район ГИБДД), река Угра (отмель у моста Калуга-Воротынск) и др.[19], но ни слова не сказано о том можно ли купаться на вблизи моста через Угру (трасса М3).

Мы решили сравнить реки по макрозообентосу (живым индикаторным организмам) и либо подтвердить или опровергнуть или добавить данные по новым местам, активно используемым для купания, например жителями микрорайона Куровской г. Калуга. Кроме того можно встретить разрозненные данные по малакофауне, частично по макрозообентосу на реках Ока и Угра, но вот данных в сравнении еще никто не приводил.

**Цель:** оценка степени загрязнения воды в реках Ока и реки Угра в границах г. Калуги на участках, удобных для купания, с использованием макрозообентоса как биоиндикаторов.

**Задачи:**

1. взять пробы воды и изучить организмы, встреченные в них;

2. собрать данные и провести сравнительный анализ;

3. определить чистоту воды в реках при помощи метода Майера, биотического индекса по донным беспозвоночным и методики Вудивисса;

4. изучение видового состава крупной малакофауны в реках Угра и Ока.

**Объект:** вода из реки Оки и вода из реки Угра.

**Предмет:** сапробные организмы (животные и растения), обитающие в водах.

**2. Литературный обзор**

Старинная русская река Ока в рейтинге восточно-европейских рек занимает четвертое место. Воды Оки впадают в Волгу, являясь крупнейшим ее притоком.  Длина Оки составляет около 1498,6 км, а общий размер бассейна равен 245 000 км². В настоящее время река протекает по территории 6-ти субъектов Российской Федерации: Орловская, Тульская, Владимирская, Московская, Рязанская и Нижегородская области. [15]

Водоем занимает центральное место Европейской площади РФ. Исток реки Ока находится в небольшом роднике села Александровка, расположенном в Глазунском районе Орловской области. Ока — река, которая течет преимущественно в северном направлении, затем в районе города Орла она сливается с небольшой речушкой Орликом. После вбирает в себя воды тульской Упы и калужской Угры, а затем поворачивает в сторону Тарусы и Алексина. Позднее, в районе Протвино, Ока делает еще два поворота и меняет направление с северного на восточное. В общей сложности уклон реки составляет около 0,1 м/км. Далее она затрагивает участки Серпухова и Ступина, доходит до них, образуя своеобразный водный забор, разделяющий две области – Тульскую и Московскую.[15]

Чередуя мягкие спуски и резкие повороты, река достигает берегов древнего русского города Коломны. Именно здесь она принимает в себя воды могучей Москвы-реки, затем постепенно поворачивает к югу и стремительно пускается в сторону Рязанской области. В пейзажах Оки эффектно сменяет друг друга холмистая и равнинная местность, прекрасно сочетаясь с живописной растительностью средней полосы России. Голубая ленточка извивается вдоль рязанских холмов. В районе реки Прони происходит небольшой изгиб Оки сначала в правую сторону, а затем в левую. После принимает воды Пары и отправляется на север до Мокши, приближается к Клязьме и, наконец, достигает величественного Нижнего Новгорода, Ока становится притоком Волги. [15]

Река Угра протянулась на 399 километров, истекая со Смоленской возвышенности на просторы Среднерусской равнины. На ее пути – [Смоленская](https://gotonature.ru/1074-smolenskaya-oblast.html), а затем [Калужская](https://gotonature.ru/1068-kalugskaya-oblast.html) области. Заканчивается водный путь на территории городского округа Калуга. Общее направление – восток. Характер хода слишком извилист (приходится обходить малые холмы – «ступень» к Смоленской возвышенности). Бассейн составляет 15 700 кв. км. Наибольшая ширина в точке, где находится музей-заповедник «Великое Стояние На Угре» (130 метров). Средняя глубина – 2 метра. Преобладающее питание – грунтовые и талые воды. Расход воды – 89 кубометров в секунду. Притоков – 44, крупных – 2 (это Воря и Ресса). "Тело" сложено песком и галькой. [14]

Исток реки Угра представляет собой ручей шириной до метра, движущийся с холма на восток, а потом на север, мимо крохотной веси, окрещенной словом Бабичи. Устье реки Угра расположено на Оке, в одном из пригородов городского округа Калуга. На карте он значится как Спас. Устье реки Угра – это гирла шириной 120 метров, «зажатая» с севера СНТ «Путеец», а с юга только что указанным селом. В этом же населенном пункте имеется храм Спас на Угре.[14]

В Ельнинском районе Смоленской области  река Угра обходит Бабичи с запада, минует короткий ольхово-осиновый пролесок и образует пруд. Далее она с большими загибами двигается на север – через гораздо большие осинники и ольховники, образуя более вытянутые расширения. Только на этом участке встречаются незначительные заболоченности. За последним расширением Уварово (о нем в следующем разделе). Пройдя через десяток фрагментов аграрной равнины, река вбирает в себя столько же незначительных притоков. В бесконечных естественных дендрариях Угранского района водоем набирает ширину до 40 метров. В данной местности появляется устойчивый восточный вектор. Воду бассейна пополняет первая сколько-нибудь заметная река – Демина. Населенные пункты по сторонам очень мелкие. Берега начинают чуть подниматься. Высота спуска к воде все еще не превышает метра. А вот у Вознесенья появляются яры с соснами – до 3 метров высотой, это – начало Юхновского леса, околица самого Юхнова (выросшего вокруг Казанской мужской обители), а парой километров позже – национального парка «Угра» (то есть Калужский регион). [14]

Пресноводные моллюски – один из важнейших компонентов водных экосистем. В водоемах являются природными биофильтрами, очищающими воду от взвешенных веществ. Фильтрационная активность моллюсков способствует перемешиванию воды в придонных слоях, вследствие чего улучшается кислородный режим. Моллюски, обладая биотопической приуроченностью с достаточно стабильными фаунистическими группировками и зависимостью от антропогенного загрязнения, служат удобными объектами мониторинговых и биоиндикационных исследований [16].

Обитающие в пресных водоемах брюхоногие моллюски относятся к двум подклассам: переднежаберные (Prosobranchia) и легочные (Pulmonata). Основные их отличия в строении состоят в том, что первые имеют в качестве специализированных органов газообмена жабры, а вторые – особое расширение мантийной полости – легкое, а также наличие у переднежаберных «крышечки», закрывающей устье (оперкулума). Все распространенные виды имеют хорошо развитую коническую, спирально-коническую или плоско-спиральную раковину.

В условиях современных масштабов деструкции природных экосистем сохранение биоразнообразия является главной экологической проблемой. Успех ее решения зависит от полноты изученности биоты конкретных регионов с целью принятия адекватных мер по сохранению видов, оценки изменения видового состава под влиянием природных или антропогенных факторов. [16].

**3. Методика работы**

Основные исследования проводились в осенний (сентябрь - октябрь) период 2019 г.

В качестве пробных площадей (4 пробные площади: 2 на берегу реки Ока, в районе д. Колышево и д. Куровская и 2 на на территории реки Ока) выбраны участки наиболее популярные в качестве мест для отдыха и рыбалки.

S1 – пляжная зона, основное место для купания (берег песчанный), расположен вблизи Колышевского леса и деревни Колышево, за 1,5 – 2 км. справа от автомоста через реку Угра, трасса М3;

S2 – зона для отдыха и рыбалки (берег каменистый), расположен вблизи деревни Куровская и Ортаковского широколиственного леса за 1,5 – 2 км. слева от автомоста через реку Угра, трасса М3;

S3 - место для отдыха Калужан(берег илистый, суглинок), располагается в непосредственной близости от моста на Правобережье;

S4 - зона с наименьшей антропогенной нагрузкой(берег илистый, суглинок), располагается в непосредственной близости от спортивного комплекса «Квань». (См. Приложение 1)

**3.1.Описание прибрежной растительности**

Таблица №1

Описание прибрежной растительности на реках Угра и Ока

|  |  |
| --- | --- |
| № площади с указанием места расположения | Описание прибрежной растительности |
| Река УГРА | |
| S1 – пляжная зона р. Угра, расположен вблизи Колышевского леса и деревни | Дно и пляжная зона представлено супесью.  Прибрежная растительность представлена: лужайник обыкновенный, шильник водяной, ежеголовник, рогоз узколистный, частуха, костер безостый, щучка дернистая, пижма обыкновенная, осоки, горец земноводный, полушник щетинковидный, вероника ключевая, вероника длиннолистная, ольха черная, ива пепельная и ива ломкая. |
| S2 – зона для отдыха и рыбалки, расположен вблизи деревни Куровская и Ортаковского широколиственного леса | Дно и пляжная зона представлено супесью и гравием.  Прибрежная растительность представлена: лужайник обыкновенный, шильник водяной, ежеголовник, рогоз узколистный, тростник, костер безостый, пижма обыкновенная, осоки, горец земноводный, полушник щетинковидный, подмаренник сибирский, вероника ключевая, ольха черная, ива пепельная и ива ломкая. |
| Река ОКА | |
| S3 - место для отдыха Калужан, располагается в непосредственной близости от моста на Правобережье | Дно илистое и пляжная зона представлено суглинком.  Прибрежная растительность представлена: костер безостый, щучка дернистая, пижма обыкновенная, чернобыльник обыкновенный, сурепка, крапива двудомная, подмаренник сибирский, ива пепельная |
| S4 - зона располагается в непосредственной близости от спортивного комплекса «Квань». | Дно илистое и пляжная зона представлено суглинком.  Прибрежная растительность представлена: костер безостый, щучка дернистая, пижма обыкновенная, чернобыльник обыкновенный, сурепка, крапива двудомная, подмаренник сибирский, ива пепельная |

**3.2. Описание физических свойств воды на пробных площадях с указанием скорости течения [1]**

Таблица №2

Описание физических свойств проб взятых на реках Угра и Ока

|  |  |
| --- | --- |
| № площади с указанием места расположения | Описание дна, скорости течения и физических свойств воды. |
| Река УГРА | |
| S1 – пляжная зона р. Угра, расположен вблизи Колышевского леса и деревни | Дно и пляжная зона представлено супесью.  Скорость течения –0,35 м/сек  При визуальной оценке вода прозрачная,  бесцветная, запах свежести. |
| S2 – зона для отдыха и рыбалки, расположен вблизи деревни Куровская и Ортаковского широколиственного леса | Дно и пляжная зона представлено супесью и гравием.  Скорость течения – 0,38 м/сек  При визуальной оценке вода прозрачная,  бесцветная, запах свежести. |
| Река ОКА | |
| S3 - место для отдыха Калужан, располагается в непосредственной близости от моста на Правобережье | Дно илистое и пляжная зона представлено суглинком.  Скорость течения – 0,19 м/сек.  При визуальной оценке вода слегка мутная, светло-серого оттенка, запах гуминовых соединений, на стенках после отстаивания воды остается налёт рыжего цвета. |
| S4 - зона располагается в непосредственной близости от спортивного комплекса «Квань» | Дно илистое и пляжная зона представлено суглинком.  Скорость течения – 0,20  При визуальной оценке вода мутная, светло-серого оттенка, запах иллистых соединений, на стенках после отстаивания воды остается налёт черного цвета. |

**3.3. Индекс Майера** — наиболее простая методика биоиндикации, при которой не нужно определять беспозвоночных с точностью до вида. В ней используется принцип приуроченности различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности. Организмы — индикаторы отнесены к одному из трех разделов: 1 — обитатели чистой воды, 2 — организмы средней чувствительности, 3 — обитатели загрязненных водоемов.[12]

Основные преимущества методики: беспозвоночных не нужно определять с точностью до вида; методика годится для любых типов водоёмов. Метод использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоёмам с определённым уровнем загрязнённости.

Таблица №1

**Организмы-индикаторы отнесены к одному из трёх разделов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обитатели чистых вод\* | Организмы средней степени чувствительности \*\* | Обитатели загрязненных водоёмов\*\*\* |
| Нимфы веснянок | Бокоплав | Личинки комаров-звонцов |
| Нимфы поденок | Речной рак | Пиявки |
| Личинки ручейников | Личинки стрекоз | Водяной ослик |
| Личинки вислокрылок | Личинки комаров-долгоножек | Прудовики |
| Двустворчатые моллюски | Моллюски-катушки | Личинки мошки |
|  | Моллюски-живородки | Малощетинковые черви |

Для расчета индекса необходимо количество обнаруженных групп из первой графы таблицы умножить на 3, количество групп из второй - на 2, из третьей - на 1. Получившиеся цифры складывают (X•3+Y•2+Z•1). Значение суммы и характеризует степень загрязненности водоема:

- более 22 - вода относится к 1 классу качества (водоем очень чистый)

- 17-21 - 2 класс качества (водоем чистый)

- 11-16 - 3 класс качества (умеренно-загрязненный водоем)

- менее 11 - 4 класс качества (водоем грязный)

Объекты исследования - беспозвоночные животные. Пробы гидробионтов отбирались с помощью сачка, пластикового стакана с отверстиями. При отборе проб сачком производили движения, похожие на движения косы при кошении травы, причем проводили сачком ближе ко дну, по зарослям водной растительности, у камней. Также проводили забор проб с частью грунта.

После того, как организмы были пойманы, проведено их определение при помощи Краткого определителя беспозвоночных пресных вод центра Европейской России.

**3.4. Определение биотического индекса по донным беспозвоночным**

Показателем качества воды может служить биотический индекс, который определяется по количеству ключевых и сопутствующих видов беспозвоночных животных, обитающих в исследуемом водоеме. Для определения биотического индекса необходимо взяли пробы воды из водоема с помощью водного сачка. Пробы включали небольшое количество воды с илом и беспозвоночными животными, обнаруженными в сачке. О чистоте воды природного водоема можно судить по видовому разнообразию и обилию животного населения.

В Приложении 2 приведена таблица с индикаторными таксонами определяющими эколого-биологическую полноценность воды, класс качества и использование воды [8].

Показателем качества воды может служить биотический индекс, который определяется по количеству ключевых и сопутствующих видов беспозвоночных животных, обитающих в исследуемом водоеме. Самый высокий биотический индекс определяется числом 10, он отражает качество воды экологически чистых водоемов. Роль биоиндикаторов в этом случае играют личинки комаров-дергунов или хирономусы (в народе «мотыль») и малощетинковые кольчецы (трубочники). По ним судят о степени эвтрофикации водоема. Токсичность

Для оценки состояния водоема нами использовался индекс Майера, применяемый для любых типов водоемов.

**3.5. Биоиндикация загрязнения водоемов с помощью методики Вудивисса**

Методика Вудивисса не требует определить всех пойманных животных с точностью до вида (это бывает трудно сделать даже профессионалу). Достаточно определить количество обнаруженных в пробах «групп» бентосных организмов [11].

Индекс используется только для исследования рек умеренного пояса и даёт оценку их состояния по пятнадцати балльной шкале. Для оценки состояния водоёма по методу Вудивисса нужно:

1. Выяснить, какие индикаторные группы имеются в исследуемом водоёме. Если в исследуемом водоёме имеются нимфы веснянок (Plecoptera) — самые «чуткие» организмы, то дальнейшая работа ведётся по первой или второй строке таблицы (рис. 7). По первой — если найдено несколько видов веснянок, и по второй — если найден только один.

|  |  |
| --- | --- |
| https://studfiles.net/html/2706/184/html_ntWQft5At9.iFqN/img-EjAIcc.pngЛичинки подёнок (Ephemeroptera). | https://studfiles.net/html/2706/184/html_ntWQft5At9.iFqN/img-YHXn1L.pngЛичинки ручейников и их домики. |

**2.** Оценить общее разнообразие бентосных организмов. За «группу» принимается: любой вид плоских червей; класс малощетинковые черви; любой вид моллюсков, пиявок, ракообразных, водяных клещей; любой вид веснянок, сетчатокрылых, жуков; любой род поденок кроме Baetis rhodani; любое семейство ручейников; семейство комаров-звонцов (личинки) кроме Chironomus sp.; каждый известный вид личинок других летающих насекомых.

Определив количество обнаруженных в пробе групп, находим соответствующий столбец таблицы. На перекрестке найденных нами столбца и строки в таблице находим значение индекса Вудивисса, характеризующее исследуемый водоём. (Приложение 3)

Если водоём получает от 0 до 2 баллов — он сильно загрязнён, относится к полисапробной зоне, водное сообщество находится в сильно угнетённом состоянии. Оценка 3–5 баллов говорит о средней степени загрязнённости (альфа-мезосапробный), а 6–7 баллов — о незначительном загрязнении водоёма (бета-мезосапробный). Чистые (олигосапробные) реки обычно получают оценку 8–10 баллов, а особенно богатые водными обитателями участки могут быть оценены и более высокими значениями индекса.

**3.6. Малакофуана** — фауна моллюсков (по-прежнему Malacozoa) и определение моллюсков чаще всего ведется по раковинам взрослых животных.

Производили сбор пресноводных моллюсков вручную. Прежде всего, выбирали крупные объекты, бросающие в глаза, а затем внимательно искали мелких животных, спрятавшихся в песке или среди растений, при помощи сита или сачка производили сбор материала на глубине не более 1 м.

Видовой состав определяли с помощью краткого определителя пресноводной фауны Е. М. Хейсина [18].

Индекс встречаемости рассчитывали по формуле из работы В. К. Шитикова [17]:

,

где – индекс встречаемости (%);

– число особей i-го вида;

– общее число особей в биоценозе.

**4. Результаты и обсуждение**

***4.1. Биоиндикация качества воды по индексу Майера***

Таблица №4

**Организмы индикаторы на реке Угра**

|  |  |
| --- | --- |
| № пробной площади р. Угра | Обитатели проб и  Расчет Индекс Майера (X•3+Y•2+Z•1). |
| S1 – пляжная зона р. Угра, расположена вблизи Колышевского леса и деревни | \* Нимфы поденок, личинки ручейников, личинки вислокрылок, двустворчатые моллюски.  \*\* личинки стрекоз, моллюски-живородки.  \*\*\* личинки комаров-звонцов.  4х3+2х2+1х1=17- **2 класс качества (водоем чистый)** |
| S2 – зона для отдыха и рыбалки, расположена вблизи деревни Куровская и Ортаковского широколиственного леса | \*нимфы поденок, личинки вислокрылок, двустворчатые моллюски.  \*\* моллюски-живородки, моллюски катушки.  \*\*\* личинки комаров звонцов, прудовики  3х3+2х2+1х1=14 - **3 класс качества (умеренно-загрязненный водоем)** |

Исходя из приведенных данных видно, что в зависимости от удаленности от техногенных объектов класс чистоты воды в реке Угра может колебаться от чистого до умеренно-загрязненного.

На берегу р. Оки нами обнаружены следующие организмы-индикаторы, в таблице они выделены жирным шрифтом (см. табл. 6).

Таблица №5

**Организмы индикаторы на реке Ока**

|  |  |
| --- | --- |
| № пробной площади р. Угра | Обитатели проб и  Расчет Индекс Майера (X•3+Y•2+Z•1). |
| S3 - место для отдыха Калужан, располагается в непосредственной близости от моста на Правобережье | \* двустворчатые моллюски.  \*\* моллюски-живородки.  \*\*\* личинки комаров-звонцов, прудовики.  **1х3+1х2+2х1=7**  менее 11 **- 4 класс качества (водоем грязный)** |
| S4 - зона располагается в непосредственной близости от спортивного комплекса «Квань». | \* двустворчатые моллюски.  \*\* моллюски-живородки, моллюски катушки.  \*\*\* личинки комаров звонцов, прудовики  **1х3+2х2+2х2=11**  11-16 - **3 класс качества (умеренно-загрязненный водоем)** |

Анализируя данные таблицы, становится очевидным, что класс качества в реке Ока колеблется от 7 до 11, а это говорит о том, что в пределах горнолыжного комплекса Квань и моста через реку Ока необходимо принимать меры по очистки реки от загрязнения.

***4.2. Биоиндикация воды по биотическому индексу донных беспозвоночных***

Показателем качества воды может служить также биотический индекс. В исследуемых пробах определяли ключевые виды (табл.2) и группы сопутствующих видов. Под группой сопутствующих видов в одних случаях понимают род, или семейство, или класс беспозвоночных, в других – каждый вид.

Таблица №6

**Расчет биотического индекса на реках Угра и Ока**

|  |  |
| --- | --- |
| № площади с указанием места расположения | Описание макрозообентоса на пробных площадях |
| Река УГРА | |
| S1 – пляжная зона расположена вблизи Колышевского леса и деревни | Донные беспозвоночные: Личинки поденок имеются только 1 вид, личинки ручейников имеются только 1 вид, имеются красные личинки хирономид.  Биотический индекс: 5+4+1=**11** |
| S2 – зона для отдыха и рыбалки, расположена вблизи деревни Куровская | Донные беспозвоночные: Личинки поденок имеются только 1 вид, имеются красные личинки хирономид.  Биотический индекс: 6+2=**8** |
| Река ОКА | |
| S3 - место для отдыха Калужан, в непосредственной близости от моста на Правобережье | Донные беспозвоночные: имеются красные личинки хирономид.  Биотический индекс: **3** |
| S4 - зона располагается в близко от спортивного комплекса «Квань». | Донные беспозвоночные: имеются красные личинки хирономид.  Биотический индекс: **3** |

Исходя из приведённых выше данных можно сделать выводы:

1) Река Угра по биотическому индексу относится к чистым (олигосапробным) рекам, так ка получила по нашим данным от 8 до 11 баллов.

2) Вода в реке Ока относится к средней степени загрязненности (альфа-мезосапробный) так как имеет от 3 до 5 баллов.

***4.3. Биоиндикация по методике Вудивиса.***

Метод Вудивиса (метод биотического индекса) – один из наиболее надежных и широко используемых для биологической оценки воды в реках умеренного пояса и дает оценку их состояния по пятнадцати балльной шкале.

Таблица № 7

**Расчет индекса Вудивиса на реках Угра и Ока**

|  |  |
| --- | --- |
| № площади с указанием места расположения | Описание прибрежной растительности |
| Река УГРА | |
| S1 – пляжная зона р. Угра, расположена вблизи Колышевского леса и деревни | Донные беспозвоночные: Нимфы поденок+ Личинки ручейников+Олигохеты или личинки звонцов.  Индекс Вудивиса: 5+4+1=**10 – вода в реке чистая (олигосапробная).** |
| S2 – зона для отдыха и рыбалки, расположена вблизи деревни Куровская | Донные беспозвоночные: Личинки поденок имеются только 1 вид+ Олигохеты или личинки звонцов  Индекс Вудивиса: 5+2=**7 – вода в реке имеет незначительное загрязнение (бета-мезосапробный).** |
| Река ОКА | |
| S3 - место для отдыха Калужан, в близи от моста на Правобережье | Донные беспозвоночные: имеются Олигохеты или личинки звонцов  Индекс Вудивиса: **2** – вода в реке сильно загрязнена и относится к полисапробной зоне, **водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии.** |
| S4 - зона в близи от спортивного комплекса «Квань». | Донные беспозвоночные: имеются Олигохеты или личинки звонцов  Индекс Вудивиса: **2** – вода в реке сильно загрязнена и относится к полисапробной зоне, **водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии** |

Метод Вудивиса подтвердил выше полученные результаты: **Река Угра является чистой либо имеет незначительные загрязнения, в то время как водное сообщество в реке Ока находится в сильно угнетенном состоянии.**

Кроме того, подтверждением факта относительно чистой воды в реке Угра является наличие колоний Ностока сливовидного, правда только на площадке S1. Ностак сливовидный является биоиндикатором – чистого водоема.

***4.4. Изучение видового состава крупной малакофауны в реках.***

Водные моллюски играют важную роль в пресноводных биоценозах как естественные очистители воды, являясь детритофагами и биофильтраторами. Решили выяснить видовое разнообразие моллюсков на выбранных территориях.

Таблица№8

**Видовое разнообразие малакофауны в водах рек Угра и Ока**

|  |  |
| --- | --- |
| Видовой состав малакофауны  р. Угра | Видовой состав малакофоуны  р. Ока |
| **I. Класс Gastropoda (Брюхоногие)**  **Семейство Живородки или Лужанки**  1. *Viviparus contectus* (Millet, 1813)  2. Viviparus viviparus (L., 1758)  ***Семейство Битинии***  3. Bithynia leachi (L., 1758)  **Семейство Прудовики**  4. Lymnaea stagnalis (L., 1758)  5. Lymnaea auricularia (Müller, 1774)  6. Lymnaea peregra (Müller, 1774)  7. Lymnaea glutinosa (Müller, 1774)  **Семейство *Катушки***  *8. Planorbis corneus (Lang, 1856)*  *9. Anisus septemgyratus*  **II. Класс Bivalvia (Двустворчатые)**  ***Семейство Перловицы и Беззубки***  10. Unio pictorum (L., 1758)  11. Unio tumidus  12. Pseudoanodonta complanata  13. Anodonta cygnea  ***Семейство Шаровки***  14. Pisidium amnicum  15. Sphaerium corneum (L. 1758) | **I. Класс Gastropoda (Брюхоногие)**  ***Семейство Живородки или Лужанки***  1. Viviparus contectus (Millet, 1813)  2. Viviparus viviparus (L., 1758)  ***Семейство Битинии***  3. Bithynia tentaculata (L., 1758)  ***Семейство Прудовики***  4. Lymnaea stagnalis (L., 1758)  5. Lymnaea auricularia (Müller, 1774)  6. Lymnaea palustris (Müller, 1774)  7. Lymnaea truncatula (Müller, 1774)  ***Семейство Катушки***  *8. Planorbarius corneus (Lang, 1856)*  **II. Класс Bivalvia (Двустворчатые)**  ***Семейство Перловицы и Беззубки***  9. Unio pictorum (L., 1758)  10. Unio tumidus  11. Pseudoanodonta complanata  12. Anodonta cygnea  ***Семейство Шаровки***  13.Pisidium amnicum  14. Sphaerium corneum (L. 1758) |

В обследованных биотопах обнаружено на реке Угра 15 видов, а на Оке 14 видов моллюсков из 6 семейств: Живородки, Битинии, Прудовики, Катушки, Перловицы и Беззубки и Шаровки. Всего было собрано 124 экземпляров моллюсков и их раковин, 70% из них собрано на реке Угра и только около 30% на реке Ока.

Таблица№9

**Индексы встречаемости разных семейств моллюсков**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Малакофауна р. Угра | Индексы встречаемости | Малакофоуна р. Ока | Индексы встречаемости |
| **I. Класс Gastropoda (Брюхоногие)**  ***Семейство Живородки***  1. Viviparus contectus  2. Viviparus viviparus  ***Семейство Битинии***  3. Bithynia leachi **Семейство Прудовики**  4. Lymnaea stagnalis  5. Lymnaea auricularia  6. Lymnaea peregra  7. Lymnaea glutinosa  **Семейство *Катушки***  *8. Planorbis corneus*  *9. Anisus septemgyratus*  **II. Класс Bivalvia (Двустворчатые)**  ***Семейство Перловицы и Беззубки***  10. Unio pictorum  11. Unio tumidus  12. Pseudoanodonta complanata  13. Anodonta cygnea  ***Семейство Шаровки***  14. Pisidium amnicum  15. Sphaerium corneum | **27,5%**  14,9%  12,6%  **8,2%**  8,2%  **13,8%**  2,3%  4,6%  1,2%  5,7%%  **5,8%**  2,3%  3,5%  **20,7%**  4,6%  5,7%  5,7%  4,6%  **22,9%**  14,9%  8,04% | **I. Класс Gastropoda (Брюхоногие)**  ***Семейство Живородки***  1. Viviparus contectus  2.Viviparus viviparus ***Семейство Битинии–***  3. Bithynia leachi  ***Семейство Прудовики***  4. Lymnaea stagnalis  5. Lymnaea auricularia  6. Lymnaea palustris  7. Lymnaea truncatula  ***Семейство Катушки***  *8. Planorbarius corneus*  **II. Класс Bivalvia (Двустворчатые)**  ***Семейство Перловицы и Беззубки***  9. Unio pictorum (L., 1758)  10. Unio tumidus  11.Pseudoanodonta complanata  12. Anodonta cygnea  ***Семейство Шаровки***  13.Pisidium amnicum  14. Sphaerium corneum | **29,7%**  16,2%  13,5%  **10,8%**  10,8%  **21,6%**  5,4%  8,1%  5,4%  2,7%  **5,5%**  5,5%  **16,2%**  2,7%  5,4%  5,4%  2,7%  **16,2%**  10,8%  5,4% |

Из таблицы видно, что наиболее часто встречаемыми видами в реке Угра является Горошинка речная (Pisidium amnicum), Живородка болотная (Viviparus contectus) и живородка речная Viviparus viviparus. На Оке распределение почти такое же на первом месте семейство Живородки (Viviparidae) , затем горошинка речная (Viviparus contectus) и Битиния Личи (Bithynia leachi).

По литературным данным среди моллюсков выделяют три трофические группы: фильтраторы, фитофаги и детритофаги.[7]

В наших пробах малокофауна на трофические группы разделилась следующим образом:

1) к **фильтратора**м относятся 4 вида двустворчатых моллюсков (перловица вздутая, перловица обыкновенная, горошинка речная и шаровка роговая). Для фильтраторов оптимальны условия песчаного, песчано-илистого, песчано-глинистого, песчано-илистого дна.

2) К **фитофагам и детритофагам** 11 видов брюхоногих моллюсков (живородка болотная и живородка речная, битиния Личо, прудовик обыкновенный, прудовик ушковый, прудовик вытянутый, прудовик болотный, прудовик малый и плащеноска, катушка роговая и катушка семиоборотная).

**5. Выводы:**

1) Индекс Майера у реки Угра колеблется от 2 до 3-х, что говорит о чистой воде с незначительным содержанием нестойких органических веществ и небольшим количеством продуктов их минерализации, в то время как на Оке индекс колеблется от 3 до 4, а это значит, что вода ближе к грязной чем чистой.

2) При помощи биотического индекса по донным беспозвоночным Угра относится к чистым (олигносапрбным) водоемам, в то время как Ока имеет загрязнения средней степни.

3) По индексу Вудивуса предназначенному для рек воде в Угре чистая с небольшими загрязнениями, а вот Ока имеет сильно угнетенное состояние.

4) Разнообразие малокофауны представлено шестью семействами из которых на реке Угра встречается 15 видов, а на Оке 14 видов моллюсков.

5) Наиболее часто встречаемыми видами в реке Угра является Pisidium amnicum, Viviparus contectus и Viviparus viviparus. На Оке на первом месте семейство Живородки (Viviparidae), затем горошинка речная (Viviparus contectus) и Битиния Личи (Bithynia leachi).

**Заключение**

Итак, по нашим данным не рекомендуется купаться в городе Калуга на реке Ока (пляж левый берег и рядом с комплексом «Квань»), что также подтверждается данными Калужского регионального управления Роспотребнадзора. На реке Угра купаться вблизи моста через Угру (трасса М3) вблизи деревень Колышево и Куровская не желательно до получения результатов микробиологической загрязненности.

Сравнивая данные  четырех методов биоиндикации, убеждаемся, что воду в реке Угра можно считать чистой с небольшими загрязнениями (которых больше в районе техногенных объектов). В реке Ока по разным индексам воду можно считать как умеренно загрязненной, а по индексу Вудивиса вода в реке имеет сильно угнетенное состояние. На наш взгляд это может быть связано с износом водоочистных сооружений.

На реке Угра в местах изучения встречено большое количество и разнообразие двустворчатых моллюсков, которые достаточно хорошо справляются со своей ролью. Для того чтобы изменить экологическое состояние на реке Ока нужна наша помощь: реконструкция очистных сооружений, более глубокое изучение и пристальное внимание.

Наши предложения по возможности прямого внедрения результатов:

1. Довести информацию о нашем исследовании до жителей города Калуги, путем публикации статьи и обращения к властям.

2. Провести акцию привлекая волонтеров «Очистим берега рек».

3. Расставить аншлаги с призывом не мыть машины на берегах рек и убирать за собой мусор.

4. Подать заявку администрации микрорайона Куровской с просьбой установки контейнеров для мусора.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие /Т.Я. Ашихмина – М.: Агар, Рандеву –АМ, 2000. - 400с.

2. БоголюбовА.С. «Методы гидробиологических исследований: проведение измерений и описание рек.» М.: Экосистема, 1996.г

4. «Жизнь пресных вод СССР/ Под ред. В.И. Жадина. Т.1. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1949.

5. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра европейской России. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://pandia.ru/text/77/396/100203.php> (Режим доступа 1.09.2019)

6. Ласуков Р.Ю. « Обитатели водоемов. Карманный определитель.»- М.: Лесная страна. Изд.2-е, изм.,128с.,с илл.- (Полевые справочники – определители. Средняя полоса Европейской части России) 2000

7. Летние школьные практики по пресноводной гидробиологии. Методическое пособие /Составители С.М. Глаголев, М.В. Чертопруд. М.: МЦНМО, 1999г.

8. Методы биологического мониторинга [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://privetstudent.com/referaty/referaty-po-ekologii/1849-metody-ekologicheskogo-monitoringa-bioindikacionnye-metody.html (Режим доступа 15.08.2019)

9. Сапропробность. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://studopedia.su/20_3670_bioindikatsiya-kak-metod-issledovaniya-sostoyaniya-vodoemov-saprobnost.html> (Режим доступа 1.09.2019)

10. Райков Б.Е., Римский-Корсаков М.Н.  «Зоологические экскурсии».- М.: Топикал, 1994г.

11. Биоиндикация при помощи ряски трехраздельной [Электронный ресурс].- Режим доступа: [http://future4you.ru/index.php?id=4344&Itemid=2759&option=com\_ content&view=article](http://future4you.ru/index.php?id=4344&Itemid=2759&option=com_%20content&view=article) (Режим доступа 25.08.2019)

12. Теселева Г.П. Сборник методик исследовательской деятельности по водной экологии (для руководителей объединений эколого-биологической и естественнонаучной направленности). Тюмень, 2018 г., с 39. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://tooddchir.ru/wp-content/uploads/2019/02/sbornik-metodik-po-vodnoj-ekologii.pdf> (Режим доступа 25.08.2019)

13. Носток сливовидный [Электронный ресурс]. <https://www.polnaja-jenciklopedija.ru/biologiya/nostok.html> (Режим доступа 25.09.2018)

14. Река Угра [Электронный ресурс]. <https://gotonature.ru/1797-reka-ugra.html> (Режим доступа 16.10.19)

15. Река Ока [Электронный ресурс]. <http://ocean-media.su/reka-oka> (Режим доступа 16.10.19)

16. Отчёт по Угре 2004 Ока [Электронный ресурс]. <http://azimut.psn.ru/index.php?id=193&Itemid=84&option=com_content&task=view> (Режим доступа 16.10.19)

17. Шитиков, В. К. Макроэкология речных сообществ: концепции, методы, модели [Текст] / В. К. Шитиков, Т. Д. Зинченко, Г. С. Розенберг. – Тольятти: Кассандра, 2011. – 255 с.

18. Хейсин, Е. М. Краткий определитель пресноводной фауны [Текст] / Е. М. Хейсин. – М.: 1951. – 159 с.

19. Список водоёмов, где в Калужской области и в городе Калуга можно купаться.[Электронный ресурс]. <https://www.kp40.ru/news/society/49387/> (Режим доступа 16.10.19)

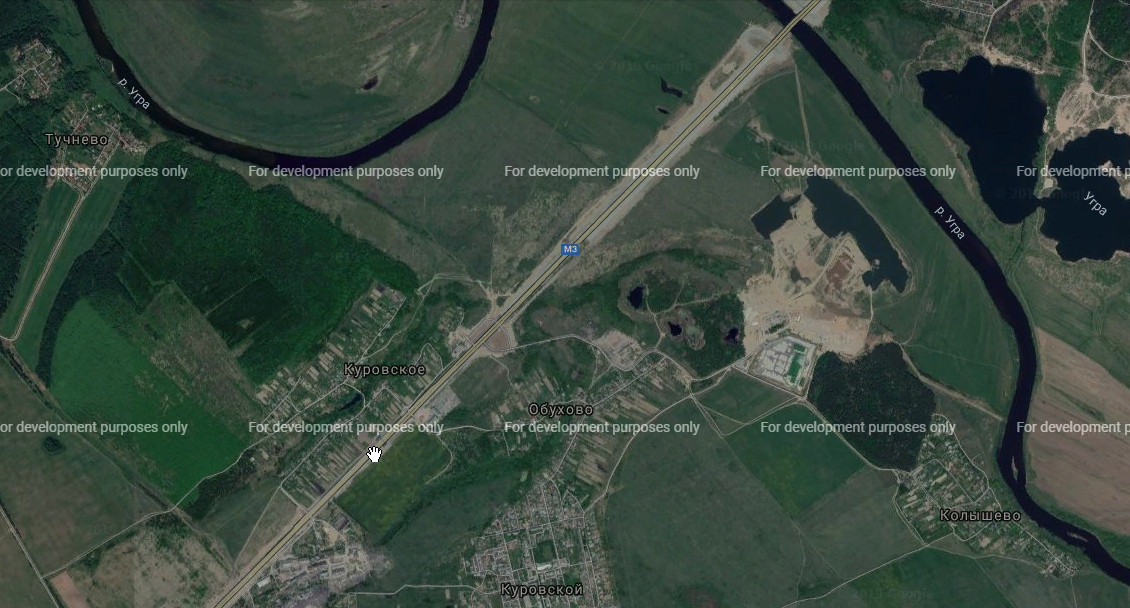
Приложение I

Картографический материал

**S2**

S2

**S1**

Рис.1 Расположение пробных площадей на р.Угра. Масштаб:1см= 400 м

**S4**

**S3**

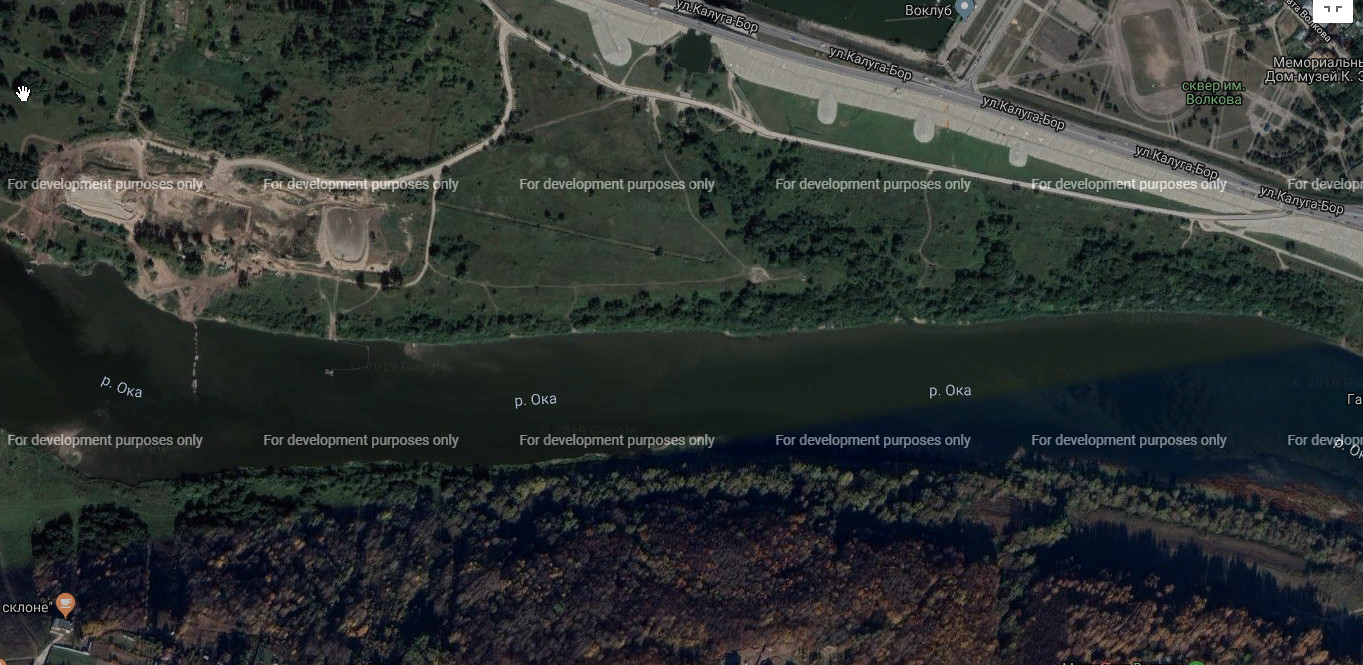


Рис 2. Расположение пробных площадей на р. Ока. Масштаб: 1 см=200м

Приложение 2

Таблица №3

Шкала загрязнений по индикаторным таксонам [8]

|  |  |
| --- | --- |
| Индикаторные таксоны | Эколого-биологическая полноценность, класс качества воды, использование |
| Личинки веснянок, плоские личинки поденок, ручейник - риакофилла | Очень чистая. Полноценная Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное. |
| Крупные двустворчатые моллюски, плавающие и ползающие ручейник-нейреклипсис, вилохвостки, водяной клоп | Чистая. Полноценная. Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное, орошение, техническое. |
| Моллюски-затворки, горошинки, роющие личинки поденок, ручейники при отсутствии реакофиллы и нейреклипсис, личинки стрекоз плосконожки и красотки, мошки | Удовлетворительно чистая. Полноценная. Питьевое с очисткой, рекреационное рыбоводство, орошение техническое. |
| Шаровки, дрейсена, плоские пиявки, личинки стрекоз при отсутствии плосконожки и красотки, водяной ослик | Загрязненные. Неблагополучные. Ограниченное рыбоводство, ограниченное орошение |
| Масса трубочника, мотыля, червеобразные пиявки при отсутствии плоских, крыски, масса мокрецов | Грязные. Неблагополучные. Техническое. |
| Макробеспозвоночных нет | Очень грязные. Неблагополучные. Техническое с очисткой |

Приложение 3

Таблица №4

**Биотический индекс Вудивисса**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наличие видов – индикаторов | Кол-во видов – индикаторов | Общее количество присутствующих групп бентосных организмов | | | | | |
| 0 – 1 | 2 – 5 | 6 – 10 | 11 – 15 | 16 – 20 | более 20 |
| Нимфы веснянок(Plecoptera) | более 1 | – | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 – … |
| 1 вид | – | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 – … |
| Нимфы поденок(Ephemeroptera) \* | более 1 | – | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 – … |
| 1 вид | – | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 – … |
| Личинки ручейников( Trichoptera ) | более 1 | – | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 – … |
| 1 вид | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 – … |
| Бокоплавы |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 – … |
| Водяной ослик |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 – … |
| Олигохеты или личинки звонцов |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 – … |
| Отсутствуют все названные группы |  | 0 | 1 | 2 | – | – | – |

\* — кроме вида Baetis rhodani.