



РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ЮНИОРСКИЙ ВОДНЫЙ КОНКУРС

КАТАЛОГ

ЛУЧШИХ ЮНИОРСКИХ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ
В СФЕРЕ ОХРАНЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

вода: проектируем будущее

СОДЕРЖАНИЕ

Проект «Восстановление популяции узкопалого рака в реках северо-восточной части республики Мари Эл».....	1
Проект «Гидрологические и гидродинамические факторы, влияющие на распределение моллюсков рода <i>Mytilus</i> на литорали Белого моря в контексте их промыслового значения».....	6
Проект «Экологическое состояние водоемов и возможность его улучшения».....	11
Проект «Определение токсичности водной среды при помощи системы компьютерного зрения».....	15
Проект «Дом с дождевой инфраструктурой (комплексное использование дождевой энергии)».....	20
Проект «Экология сообществ макрофитов водотоков дельты реки Печора».....	24
Проект «Экологическое состояние реки Чусовой».....	27
Проект «Экологический мониторинг искусственного озера города-курорта Железноводска».....	30
Проект «Геоэкологическая оценка качества водных ресурсов р. Толучеевска (левого притока р. Дон)».....	32
Проект «Мониторинг ливневых стоков в реку Омь».....	35

Редактор: Н.Г. Давыдова

Издано ООО РПФ “Гончаръ”. Тираж 1000 экз.

**ПРОЕКТ «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОПУЛЯЦИИ УЗКОПАЛОГО РАКА
В РЕКАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ»**

Лучший проект – Гран-при Конкурса «Золотая рыбка», премия 1-й степени для государственной поддержки талантливой молодежи в рамках приоритетного национального проекта «Образование»

Елена Кошкина, 10 класс, Сернурская СОШ № 1 им. Героя Советского Союза А.М. Яналова, п. Сернур, Республика Марий Эл

Руководитель: Л.П. Чеснокова, педагог дополнительного образования Дома детского творчества Сернурского района

Проект выполнен на базе Дома детского творчества Сернурского района

Проблема. Узкопалый рак был частью биоты большинства малых рек северо-восточной части Республики Марий Эл. В настоящее время этот вид встречается только в одной р. Сабака, протекающей по границе северо-восточной части Республики Марий Эл и Кировской области. Изучение условий обитания наиболее подходящих для узкопалого рака, а также его биологических и экотопических особенностей является актуальным направлением исследования по его возвращению в реки нашего района. Первым опытом восстановления популяции рака узкопалого стало предпринятое нами его переселение из р. Сабака в его прежнее местообитание – р. Нолька.

Цель проекта: восстановление популяции узкопалого рака в реках северо-восточной части Республики Марий Эл. Для достижения поставленной цели определены задачи:

1. Исследовать гидрологический режим и экотопические особенности бассейнов рек Сабака и Нолька.
2. Определить возрастную структуру популяции узкопалого рака в р. Сабака для установления возможности его расселения в малые реки северо-восточной части Республики Марий Эл.
3. Проведение экологических акций в водоохранной зоне р. Сабака.

Объекты исследования: узкопалый рак, малые реки Сабака и Нолька, протекающие по территории Сернурского района Республики Марий Эл. Предмет исследования: экотопические и морфологические особенности популяции узкопалого рака, гидрологический режим рек Сабака и Нолька.

Период исследования: 2010 - 2013 гг.

Обзор литературы

Узкопалый рак *Astacus leptodactylus* (Eschscholz, 1823) относится к Типу Членистоногие, Классу Ракообразные, Отряду Десятиногие раки (Decapoda), Семейству Речные раки (Astacidae). Занесен в Красную Книгу Республики Татарстан, статус III категория; Красную книгу Коми, статус I категория [12, 13]. Населяет водоемы Восточной и Южной Европы, Западной Сибири. В настоящее время рак узкопалый активно проникает в водоемы северо-западной и др. территорий РФ, вытесняя широкопалого рака. В Республике Татарстан рак узкопалый обитает во всех крупных реках и в ряде малых озер и рек. В небольших водоемах вылавливается единично (1-2 экз.), местами в Куйбышевском водохранилище многочисленный и иногда попадается на одну ставную рыболовную сеть до 10-15 экз. В реках Республики Коми повсеместно стал крайне редким [12]. Данных по месту обитания и численности узкопалого рака по Республике Марий Эл нет.

Характеризуясь широкой экологической валентностью, рак узкопалый обитает в разнообразных стоячих и проточных водоемах, предпочитая с водоемы и водотоки с более прозрачной водой и с относительно жестким донным грунтом. Живет на дне водоема, днем прячется в укромных местах, активен ночью. Питается рак узкопалый водными растениями, живыми беспозвоночными, трупами рыб и др. животных. Половозрелым становится на 3 (самцы) – 4 (самки) год. Живет в дикой природе до 20 лет [13]. Популяция рака узкопалого нуждается в высоком содержании кальция в воде, погибает первой среди водных обитателей при снижении величины pH воды в закисленных водоемах [9]. Наибольшая жесткость и минерализация свойственна водам восточной части республики (Буй, Лаж, Немда, Нолья, Уржумка, Иletь) [7]. Изучаемые нами р. Сабака и Нолька являются притоками первого порядка соответственно р. Буй и р. Лаж. Факторами, лимитирующими численность популяции рака узкопалого, являются загрязнение и закисление водоемов, изменение их гидрологического режима и заморы, массовый вылов, заболевание ракьей чумой.

Популяция рака узкопалого в Республике Марий Эл значительно снизилась вследствие загрязнения его естественных мест обитания. Так 60% рек Республики Марий Эл характеризуется как загрязненные и 30% - как умеренно загрязненные. Основной источник загрязнения поверхностных вод – неточечные источники, на долю которых приходится около 94 % всего уровня загрязнения. [6]. Присутствие около половины этих загрязнителей является следствием сельскохозяйственной деятельности [7]. В последнее десятилетие имеется тенденция к снижению загрязненности рек Республики Марий Эл вследствие значительного сокращения сельхоз. деятельности в бассейнах рек. Река Сабака, например, имеет первый класс загрязненности и относится к чистым рекам. Это создает предпосылки возвращения рака узкопалого в некогда присущие ему места обитания.

Методика и материалы

Исследования по выявлению мест обитания узкопалого рака и по мониторингу за состоянием р. Сабака проводились в 2010-2012 гг. Исследования по изучению экотопических особенностей р. Нолька, места прежнего обитания раков, проводились в июне 2013 г. на территории Сернурского р-на Республики Марий Эл.

Визуальными методами были исследованы русловые процессы, характер донных отложений, описана водная и прибрежная растительность. Инstrumentальными методами определены физические свойства воды. Качество воды определяли визуально и органолептическими методами. Для определения расчетных гидрологических характеристик изучаемых рек при отсутствии

данных гидрометрических наблюдений использована стандартная методика в соответствии с СП 33-101-2003. Характеристики бассейнов рек определены картографическими изысканиями с использованием электронной карты Республики Марий Эл и ГИС-программы «Карта».

С помощью водного сачка проводился отлов водных беспозвоночных в местах исследований, и оценивалась степень загрязнения воды по макрообентосу (Марфин, 1999) В месте обитания (р. Сабака) ежегодно с 2010 г. проводился отлов узкопалого рака на участке реки протяженностью 10 м. Определены соотношение полов и виталиитетный спектр выловленных особей узкопалого рака по длине тела. Выполнена обработка морфометрических характеристик статистическими методами.

Результаты исследования

Гидрологическая характеристика р. Сабака

Бассейн р. Сабака расположен в восточной части Республики Марий Эл, в пределах Волго-Вятского увала, относится к Камскому бассейну, р. Сабака – приток 3-порядка р. Вятка, 5-го порядка р. Волга. Протяженность реки 16 км. Река слабоизвилистая, извилистость – 1,2. Русловые процессы слабо выражены. Падение реки – 57 м, уклон – 3,45 м/км. В среднем течении в р. Собака впадает 3 мелкие речушки (Орья, Шопшнерка, Вошминка) длиной от 1 до 6 км. Пойма реки почти отсутствует, весной затапливается лишь прибрежная часть реки. Грунты, слагающие берега, – глинистые, русло и дно реки – каменистое. Питание – родниковое. На водосборе расположены 5 прудов, два из них – в верховьях реки являются запрудами, три пруда – противопожарные выкопы, рисунки 1, 2.



Рисунок 1. Верховья р. Сабака, подпираемые плотиной возле деревни (июль 2011 г.).



Рисунок 2. Р. Собака в среднем течении (июль 2011 г.).

В ГИС-программе «Карта» выделен бассейн р. Сабака с выделением водосборов притоков первого порядка (рисунок 3)



Рисунок 3. Разбивка бассейна р. Сабака на водосборы

Для каждого полученного водосбора определены его параметры (таблица 1)

Таблица 1. Характеристика бассейна р. Сабака

№ п/п	Характеристика	Длина участка от истока, км		Площадь общая, км ²	Площадь лесов, км ²	Площадь болот, км ²	Площадь озер, км ²
		Начало	Конец				
1	Верховье	0	5,805	14,57	0,214	0	0
2	Правый приток 1	5,805	5,805	26,88	3,96	0	0
3	р. Сабака	5,805	7,649	1,19	0,118	0	0
4	Правый приток 2	7,649	7,649	14,4	2,41	0	0
5	р. Сабака	7,649	9,139	0,423	0	0	0,077
6	Правый приток 3	9,139	9,139	5,22	0	0	0
7	р. Сабака	9,139	10,317	0,405	0	0	0
8	Правый приток 4	10,317	10,317	5,34	0,273	0	0
9	р. Сабака	5,805	14,124	6,61	1,502	0	0,126
10	Левый приток 1	14,124	14,124	13,15	7,01	0	0
11	р. Сабака	10,317	16,562	5,45	0	0	0
12	р. Сабака	14,124	16,562	2,99	0,431	0,742	0

На основании полученных данных о структуре водосбора в соответствии с СП 33-101-2003 для любого створа реки определены расходы рек расчетной обеспеченности в основные фазы водного режима: периоды весеннего половодья, летне-осеннего дождевого паводка, летний и зимний меженный. Все расчеты выполнены в электронных таблицах Excel. На рисунках 4 и 6 представлены результаты исследования гидрологического режима р. Сабака.

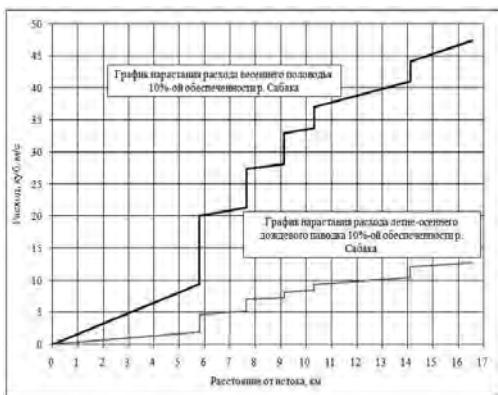


Рисунок 4. Графики нарастания максимальных расходов 10%-ой обеспеченности весеннего половодья и летне-осеннего дождевого паводка

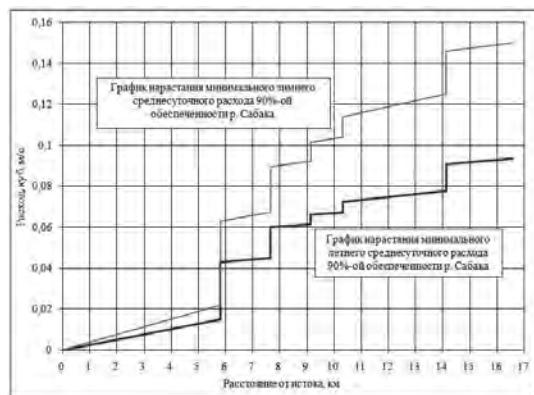


Рисунок 5. Графики нарастания минимальных расходов 90%-ой обеспеченности зимнего и летнего меженных периодов

В летний период проведены гидрометрические работы по установлению параметров русла: ширина р. Сабака в среднем течении составила 4-6 м, глубина на стрежне 0,2 – 1 м. Скорость течения - 0,22 м/с.

Для анализа соответствия гидрологического режима рек Нолька и Сабака исследование гидрологического режима по вышеизложенной методике проведено также для р. Нолька. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ гидрологических характеристик рек Сабака, Нолька

Гидрологические характеристики	р. Сабака	р. Нолька
Длина, км	16,56	18,76
Площадь водосбора, км ²	96,63	76,54
Залесенность водосбора, %	16,47	16,93
Заболоченность водосбора, %	0	0
Заозеренность водосбора, %	0,21	0,71
Максимальный расход весеннего половодья 10%-ой обеспеченности в устье, м ³ /с	47,39	26,96
Максимальный расход летне-осеннего дождевого паводка 10%-ой обеспеченности в устье, м ³ /с	12,67	7,58
Минимальный расход летней межени 90%-ой обеспеченности в устье, м ³ /с	0,123	0,096
Минимальный расход зимней межени 90%-ой обеспеченности в устье, м ³ /с	0,075	0,065
Средняя ширина, м	4...6	3...5
Средняя глубина на стрежне, м	0,2...1	0,4...1,2
Скорость течения, м/с	0,22	0,18

Установлено, что по гидрологическому режиму Сабака и Нолька являются аналогами: соответствие гидрографических характеристик, характеристик водосбора, гидрологических расходных характеристик, гидрометрических характеристик. Следовательно, р. Нолька по гидрологическому режиму – подходящий объект для переселения в нее рака узкопалого из р. Сабака.

Экотопическая характеристика р. Сабака

Название р. Сабака происходит от марийского «савак», значение которого уже утрачено, но вся местность, по которой протекает р. Сабака, называется Савак-кундем. Исток р. Сабака находится за деревней Большие Гари Кировской области, недалеко от оз. Шайтан. Озеро Шайтан является местом разгрузки сразу нескольких малых рек, Сабака – одна из них. У реки два истока, начинающиеся в сырой ложбине, переходящие в овраг, на дне которого протекает ручей. Перед деревней Большие Гари они соединяются. В середине лета оба ручья засыхают или едва сочатся. Местность холмистая, по правому берегу слабо облесена, по левому – расположен крупный темнохвойный лесной массив Бушковский лес. По левому берегу над поймой расположены водоохранные посадки сосны, возрастом около 40 лет. Левый берег реки крутой, высотой 10-12 м, в основании его склонов на всем протяжении реки бывают родники. Наиболее частый их выход в среднем течении. Температура воды родников постоянная - 5-60С. Во время засухи 2010 г. уровень воды в реке упал незначительно, что указывает на большую глубину выхода родников.

Изучаемый нами узкопалый рак встретился только на небольшом отрезке реки в местах выхода холодных родников, называемых Марьян Памаш. Выше и ниже этого участка вода была прозрачной, дно реки каменистое, глубина реки не более 30 см. Глубина

реки в месте обитания узкопалого рака была до 1 м, и вода была не такая прозрачная из-за взвешенных частиц глины, которые откладываются на дне в виде мелковернистых отложений. Ширина реки в среднем течении (в местах обитания узкопалого рака) – 6 м, глубина от 0,2 до 1 м. Температура воды в середине лета колеблется по годам незначительно (таблица 3).

Таблица 3. Сравнительная характеристика качества воды (возле ист. Марьян-Памаш)

Показатели	Июль 2010 г.	Август 2012 г.	Август 2013
температура воды	+150С	+200С	+170С
температура воздуха	+300С	+260 С	+260С
прозрачность	1 м	0,4 м	0,8
цвет	желтоватый	буроватый	Светло-желтый
запах	отсутствует	речной	отсутствует
скорость течения	0,22 м/с	0,16 м/с	0,2 м/с

Колебания температуры и скорости течения зависят от изменений гидрологических характеристик, в результате возникающих заторов упавших в воду деревьев из-за высокого половодья и прорыва плотин. В это время изменяется и состав биоты (таблица 4). По составу биоты можно судить о качестве воды. Сабака относится к I-II классу чистоты (по Марфину, 1999). Индикаторы чистоты воды в наших пробах: личинки веснянок, водяные клопы, жуки гребцы *Platambus maculatus* L. и сам узкопалый рак.

Таблица 4. Сравнительная характеристика биоты р. Сабака за 2011-2013 г.г. (возле ист. Марьян-Памаш)

Экологические группы	Июль 2010 г.	Август 2012 г.	Август 2013 г.
эпинейстон	водомерки, ряска малая, жуки-вертячки	водомерки, ряска малая (обильно)	водомерки, ряска малая, жуки-вертячки
гипонейстон	личинки комаров	личинки комаров, жуки-водолюбы, жуки-плавунчики	личинки комаров, жуки-водолюбы, жуки-плавунчики
нектон	жуки гребцы, мальки рыб, клопы – скорпионы, клопы гладыши, жук-плавунец, клопы плавты	жуки гребцы, мальки рыб, клопы – скорпионы, клопы-гладыши, жук-плавунец	жуки гребцы, мальки рыб (уклейка), окунь речной, клопы – скорпионы, клопы-гладыши, клопы-плавты, жук плавунец
перифитон	брюхоногие моллюски, катушки, улотрикс	брюхоногие моллюски катушки, улотрикс	рудовик ушковый, катушки, улотрикс
бентос	личинки веснянок, личинки поденки, катушка, личинки стрекоз (лютки, стрелки,), узкопалые раки	Личинки поденок личинки стрекоз (лютки, стрелки, бабки, дедки), мотыль, узкопалые раки	Личинки веснянок, поденок, личинки стрекоз (лютки, стрелки), узкопалые раки
макрофиты	кипрей, осока, вероника ручьевая, мятка водная, омежник водный, лютик водный, паслен кроваво-красный	элодея, рдест пронзенный, водяной перец, вероника ручьевая, рогоз узколистный	Рдест пронзенный, водяной перец, вероника ручьевая, омежник водный, лютик водный, рогоз узколистный

Реку Нолька для расселения узкопалого рака мы выбрали по схожести гидрологических характеристик с р. Сабака. В июне 2013 г. исследовали экотопические особенности и биоту р. Нолька в местах прежнего обитания узкопалого рака – верховья реки около д. Купсола.

Экотопические особенности р. Нолька

У реки нет четкого выраженного начала – истока. Река вытекает из территории заказника «Горное Заделье», представляющего собой лесной массив, расположенный по крутым склонам глубокого геологического разлома, по дну которого и проходит русло реки. В углублениях русла собирается вода атмосферных осадков и медленно стекает к многочисленным родникам, расположенным уже за пределами заказника. Температура воды – от +11 (возле выхода родников) до +18 (в верховьях). Течение р. Нолька после выхода родников быстрее по сравнению с р. Сабака почти в 2 раза – 0,4 м/с; в верховьях медленнее – 0,07 м/с. Дно каменистое, местами песчаное, бечева не выражена. Русло врезается в дно долины. Глубина – до 1 м (в бочагах), в среднем – 0,4 м.

Кормовая база разнообразная, но в основном ручьевая: ручейники, водомерки, личинки веснянок, мелкие двустворчатые моллюски, ушковый рудовик, головастики, мальки рыб (голец). Так как здесь мало хищников в виде личинок стрекоз и жуков-плавунцов, камни на дне облеплены ушковым рудовиком и его кладками яиц, а в заводях много головастиков. Учитывая, что узкопалый рак всеяден, можно с уверенностью сказать, что кормовая база р. Нолька является достаточной для акклиматизации раков. Сабака и Нолька обладают сходными экотопами, поэтому существует высокая вероятность их успешной акклиматизации при переселении из р. Сабака.

Исследование возрастной структуры популяции рака узкопалого в р. Сабака

Для изучения возрастной структуры рака узкопалого с 2010 по 2013 гг на одном и том же участке р. Сабака длиной 10 м. произведен контрольный отлов раков (в 2010 г. 10 особей, в 2012 г. – 8, в 2013 г. - 21). Учитывая, что длительность отлова в разные годы

не изменялась, можно говорить об увеличении численности. В 2013 г. нами в течение одного дня выловлен 21 экземпляр: 9 самцов и 12 самок (соотношение: 3:4). Самцов от самок различали по строению брюшка и брюшных ножек. Визуально самцы и самки отличались размерами клешней (у самцов они больше) и шириной брюшка (у самок оно шире), по длине тела разница между самцами и самками была небольшой. Для установления возрастной структуры раков определили морфологические характеристики отловленных особей (табл.5)

Таблица 5. Морфологические характеристики узкопалого рака *Astacus leptodactylus* (р. Сабака, 2013 г.)

Биометрические характеристики	Самцов		Самок	
	$x \pm m x$	Коэффициент вариации (v) в %	$x \pm m x$	Коэффициент вариации (v) в %
Длина тела	9,03 ± 1,15	16,6	10,06 ± 0,49	7,6
Длина правой клешни	4,1 ± 1,08	34,6	3,5 ± 0,33	16,2
Длина антенн	6,2 ± 1,61	33,8	5 ± 0,5	12,5
Длина передних конечностей	7,1 ± 1,84	29,1	6 ± 0,56	14,8
Длина ходильных ног	4,1 ± 0,7	24,3	4,5 ± 0,27	9,5
Длина брюшка	4,0 ± 0,7	23,0	5 ± 1,3	14,0
Ширина брюшка	1,7 ± 0,184	28,2	3 ± 0,32	44,0

Виталитетную структуру популяции определили по длине тела (таблица 6)

Таблица 6. Распределение выловленных особей узкопалого рака *Astacus leptodactylus* (Eschscholz) по классам виталитета по длине тела (на август 2013 г.).

Класс С	Класс В	Класс А
7 – 8,66 см	8,67 – 10,32 см	10,33 – 12 см
3	12	6

Популяция узкопалого рака является нормальной (класс В). Так как значение коэффициента вариации длины тела узкопалого рака самый низкий, то его можно считать проявлением только генотипа. Другими словами, длина тела – это признак возраста раков. Популяция узкопалого рака в р. Сабака является средневозрастной, оптимальной для расселения в другие реки со схожими условиями существования.

Экологические риски для популяции узкопалого рака в месте обитания

За популяцией рака узкопалого в р. Сабака мы наблюдаем с 2010 г. В засушливый 2010 г. река мелела, но узкопалый рак нам встречался в пробах в том же месте, где и сейчас. В 2010 г. было выловлено 10 экземпляров. В 2012 г. мы наблюдали цветение воды в степени выше умеренной. Скорость течения реки в 2012 г. упала, а температура воды повысилась на 5 градусов, поверхность воды на изучаемом участке был покрыт ряской малой на 40%. Причиной тому было стечание нескольких факторов: прорыв пруда у села Калеево в речку, являющуюся притоком р. Сабака, и заторы русла реки после весеннего половодья упавшими стволами деревьев. На тех же створах реки, что и в 2010 и 2013 гг., нами были выловлено всего 8 экземпляров узкопалого рака. Нами была произведена расчистка реки от упавших стволов, восстановлена скорость реки, ряска ушла вниз по течению. В 2013 г., количество выловленных нами особей узкопалого рака увеличилось до 21.

За весь наблюдаемый период мы были свидетелями вылова раков местными жителями. Можно предположить, что неконтролируемый отлов раков местными жителями может поставить под угрозу исчезновения всей популяции. Чтобы уменьшить экологические риски для популяции узкопалого рака необходимо определить статус узкопалого рака как вида с сокращающейся численностью в связи с сокращением его ареала и создания охраняемой территории республиканского значения в местах его обитания - источники «Марьян Памаш». А в наших силах – начать работу по расселению популяции рака в те реки, где они ранее обитали.

Расселение узкопалого рака в реки северо-восточного природного района Республики Марий Эл

Так как популяция узкопалого рака небольшая, то расселять его необходимо небольшими партиями постепенно – по одной речке в 2-3 года с последующим мониторингом за маточной популяцией и «новоселами». Оптимальное количество раков для расселения в 2013 г. нами было определено: 7 экземпляр – 30% от учтенного количества – в том соотношении, которое было нами выявлено: 3 самца и 4 самки. Самки очень агрессивно относятся к самцам и перевозили мы их в разных контейнерах емкостью 3 л. Новая родина – верхнее течение р. Нолька - находилась в 40 км от р. Сабака. Чтобы раки не задохнулись в пути, взяли запас воды из реки в канистре и один раз меняли воду в емкостях с раками.

Расселение производили 16 августа 2013 г. в участок водотока с медленным течением, но недалеко от родников. На участке с медленным течением кормовая база богаче. У раков на новом месте было время акклиматизироваться, выбрать подходящий для них экотоп и подготовиться к зиме.

О результатах наших действий мы узнаем летом 2014 г. Но в любом случае результаты будут проанализированы, и работа по восстановлению популяции узкопалого рака будет продолжена.

Выводы

1. Узкопалый рак – индикатор экологического состояния водного объекта, вследствие антропогенного загрязнения численность его популяции во многих районах значительно сократилась. В настоящее время в связи со снижением интенсивности сельскохозяйственного производства существует возможность восстановления его популяции в прежних местах обитания.
2. В северо-восточной части Республики Марий Эл рак узкопалый встречается только в среднем течении р. Сабака. Поэтому исследование ее гидрологического режима, экотопических условий, включая кормовую базу, является актуальной задачей для поиска рек-аналогов, куда возможно переселение раков.
3. Установлены гидрографические р. Сабака, определены ее расходные гидрологические характеристики расчетной обеспеченности в основные фазы водного режима, гидрометрические параметры. Установлено, что популяция рака узкопалого существует в местах выхода холодных родниковых вод в условиях повышенного содержания кальция и взвешенных частиц глины в воде. Узкопалый рак активен днем, глинистые отложения являются средством маскировки. Рак выбирает тенистые, но в то же время стрежневые участки реки. Состав биоты в месте обитания узкопалого рака разнообразный, соответствует I-II классу качества чистоты водотока.
4. Исследование возрастной структуры популяции рака узкопалого выполнено измерением биометрических характеристик. Соотношение самцов и самок 3:4. По возрастной структуре популяция рака р. Сабака – средневозрастная, способная к акклиматизации в аналогичном водном объекте при переселении.
5. По совокупности условий существования раков в р. Сабака определена река-аналог Нолька со схожими гидрологическими, экотопическими условиями. Нолька выбрана как объект переселения рака узкопалого из р. Сабака. В августе 2013 г. нами переселено 7 особей рака узкопалого из р. Сабака в р. Нолька.
6. Проведены экологические мероприятия в водоохранной зоне р. Сабака по очистке территории от захламления, расчистка водотока от заторов стволами деревьев. Организованы мероприятия по экологическому воспитанию местного населения.
7. Предложены рекомендации по проведению мероприятий по расселению раков: в местах обитания узкопалого рака необходимо контролировать вылов раков, отслеживать гидрологическую обстановку, ликвидировать заторы. Для расселения раков необходимо выбирать водотоки с высоким содержанием кальция. Из маточной популяции выбирать не более 30% учтенных особей в соотношении самцов и самок 2:3 или 3:4.

При работе над проектом использовано 10 литературных источников и 3 электронных ресурса.

ПРОЕКТ «ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЛЮСКОВ РОДА *MYTILUS* НА ЛИТОРАЛИ БЕЛОГО МОРЯ В КОНТЕКСТЕ ИХ ПРОМЫСЛОВОГО ЗНАЧЕНИЯ»

Победитель номинации «Международная», премия 1-й степени для государственной поддержки талантливой молодежи в рамках приоритетного национального проекта «Образование»

Павел Сафонов, 11 класс Аничкова лицея, Центр образования «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных», г. Санкт-Петербург

Руководитель: В.М. Хайтов, заведующий Лабораторией экологии морского бентоса (гидробиологии) Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных

Проект выполнен на базе Эколого-биологического центра «Крестовский остров»

Введение

Известно, что *Mytilus trossulus* обладают более тонкой раковиной, чем *Mytilus edulis*. В связи с этим разведение *M. trossulus* на плантациях марикультуры не представляется возможным, так как при транспортировке продукции тонкие раковины разрушаются. Более того, не рекомендуется размещать плантацию вблизи крупного поселения *M. trossulus*, потому что это может привести к массовому вселению тонкостенных мидий на территорию предприятия.

В недавних работах было показано, что в Белом и Баренцевом морях помимо коренного вида (*M. edulis*) обитает так *M. trossulus* (Католикова и др., 2006, 2010; Vainola, Strelkov, 2011). Исследования в Баренцевом и Белом море показали, что между этими родственными видами наблюдается пространственная сегрегация, которая ярко выражена даже в сравнительно небольших водоемах (Буфалова и др., 2005). Сегрегация *M. edulis* и *M. trossulus*, наблюдавшаяся в Белом море, проявляется в том, что *M. trossulus* формируют поселения в опреснённых кутах губ, в то время как *M. edulis* селятся ближе к выходам из заливов, где наблюдается более высокая солёность (Сафонов, 2011, Хайтов и др. 2013). Аналогичные наблюдения были сделаны и в других регионах (Beaumont et al, 2008; Dias et al. 2011). При этом были выявлены определённые различия в субстратных предпочтениях разных видов (Зайчикова, 2011).

Однако, наблюдаемый паттерн пространственного распределения может объясняться не только влиянием солёности. Так, например, опреснённые куты заливов, которые предпочитают *M. trossulus*, одновременно оказываются и наиболее затишными участками, где влияние такого фактора, как прибой может быть ниже, чем на открытых побережьях с более высокой солёностью.

В настоящее время активно обсуждается вопрос о размещении на Белом море марикультуры мидий. Это значит, что необходимо провести исследование, в котором факторы прибойность и соленость были бы изолированы, а степень достоверности влияния фактора «субстрат» повторно исследована. Если будут точно определены факторы, достоверно влияющие на численность *M. trossulus*, то это позволит заранее определить наиболее подходящие для размещения марикультуры акватории.

Мы попытались ответить на следующий вопрос: какой из факторов, солёность, прибойность или субстрат оказывает влияние на соотношение численности двух видов в смешанных поселениях?

Материал и методика

Материал для данной работы был собран в августе 2013 г. в вершине Кандалакшского залива, в том числе на территории Кандалакшского государственного заповедника. Нами были найдены 4 типа участков побережья: опреснённые прибойные, опреснённые затишные, не опреснённые прибойные и не опреснённые затишные (рис. 1). При поиске этих участков мы исходили из следующих посылок. В прибойных местах угол свободной воды (см. ниже) должен был быть достаточно большим. Акватории с пониженной солёностью должны быть сопряжены с некоторыми мощными факторами опреснения, такими как реки или ручьи. В полевых условиях при выборе места для закладки станций мы визуально оценивали угол свободной воды (более точное определение этого параметра проводилось по географической карте, см. ниже) и проводили экспресс анализ солёности с помощью ручного рефрактометра. Дополнительно в каждой акватории бралась пробы воды для определения солёности в лаборатории. Таким образом, нами были отобраны участки, подходящие под вышеописанные типы (таблица 1).

Таблица 1. Координаты точек взятия проб (далее станции).

Тип	Станция	N	E
Неопреснённые прибойные	Прибойная часть острова Власова, первая станция	67 5.026	32 40.543
	Прибойная часть острова Власова, вторая станция	67 5.232	32 40.307
	Остров Ряжков, западный мыс южной губы	67 00.105	32 34.564
	Остров Ряжков, восточный мыс южной губы	67 00.409	32 35.336
Неопреснённые затишные	Затишная часть острова Власова, первая станция	67 5.397	32 40.862
	Затишная часть острова Власова, вторая станция	67 5.448	32 41.117
	Затишная часть острова Капша	66 57.304	32 34.256
	Остров Ряжков, кут Северной губы	67 01.495	32 32.436
Опреснённые прибойные	Лувеньга, первая станция	67 5.080	32 43.991
	Лувеньга, вторая станция	67 6.051	32 41.415
	Устье Половинного ручья, берег западной ряжковой салмы	66 59.175	32 33.559
	Устье ручья, берег западной ряжковой салмы	67 00.153	32 32.409
Опреснённые затишные	Лувеньга, третья станция	67 5.207	32 42.739
	Лувеньга, четвёртая станция	67 6.109	32 41.868
	Кут губы Капша	66 57.299	32 31.487
	Остров ряжков, кут Южной губы	67 00.493	32 34.271

Для оценки уровня прибойности мы воспользовались методом, основанным на методе, описанном в работе Вестербома и Ятту (Westerbom, Jattu, 2006), но с модификациями. Для этого мы находили станцию на карте, после чего строили окружность радиусом 1 км. с центром в данной станции (рис. 2). Затем были проведены лучи, соединяющие станцию и окружность, при этом касающиеся любых побережий, стоящих на пути луча (рис. 2). Таким образом, углом открытой воды будет считаться сумма всех углов, полученных в результате построения лучей (рис. 2).

За опреснённые мы принимали станции, на которых значение солёности морской воды во время отлива не превышало 15%. Соответственно, не опреснёнными считались станции со значением солёности по отливу, превышающим 15%.

На каждой станции бралось по шесть проб мидий. Три пробы были взяты с грунта. На грунт помещалась рамка площадью 1/40 кв. метра. С этой площади брались все моллюски, которые были помещены в пластиковый пакет. Три пробы были взяты в поясе фукоидов. Для этого из толщи фукоидов вырезались три небольших пучка, которые тоже были помещены в пластиковые пакеты. Далее все пробы транспортировались в лабораторию и подвергались разборке (см. ниже). На каждой станции были взяты пробы морской воды для измерения солёности. Все пробы в пределах одной станции брались на расстоянии не более 10 метров друг от друга.

В лабораторных условиях мидии отделяли от субстрата. Особей с длиной раковины менее 10 мм мы не учитывали. Все моллюски из одной пробы были сварены и их раковины были очищены от мягких тканей. В дальнейшем обрабатывались только правые створки.

Надежная идентификация *M. edulis* и *M. trossulus* возможна только с помощью молекулярных методов (Vainola, Strelkov, 2011). Однако данные методики не позволяют обработать массовый материал, необходимый для экологических исследований. В связи с этим, в нашей работе мы оценивали выраженность конхиологического признака, предложенного в 1997 г. В.Н. Золотаревым и Н.М. Шуровой (Золотарев, Шурова 1997) (далее признак Золотарева). Данный метод дискриминации двух видов мидий основан на том, что у *M. edulis* кайма призматического слоя раковины заходит под лигамент в виде «язычка», который не доходит до вершины раковины. У *M. trossulus* призматический слой формирует под лигаментом полосу, доходящую до вершины. Результаты идентификации беломорских мидий с помощью признака Золотарева хорошо согласуются с результатами, основанными на генотипировании моллюсков по аллозимам и ДНК-маркерам (Хайтов и др. 2011; Khatov et al., 2012).

Для каждой пробы вычислена доля *M. trossulus* в общей выборке. Поскольку статистическое распределение значений долей обычно не подчиняется законам нормального распределения, было проведено преобразование долей в величину Ψ (арксинус преобразование Фишера). Распределение Ψ более приближено к нормальному (Ивантер, Коросов, 1992). Далее в качестве величины, характеризующей долю *M. trossulus* мы использовали значения Ψ . Для анализа связи Ψ с теми или иными факторами использовали предикторы, описанные в таблице 2.

Таблица 2. Взаимоотношения между факторами, использованными в анализе.

Название фактора								
Прибойность (Exp). Фиксированный фактор	Прибойные участки				Затишные			
Солёность (Sal). Фиксированный фактор	Опреснённые участки		Не опреснённые участки		Опреснённые участки		Не опреснённые участки	
Субстрат (Sub). Фиксированный фактор	Фукоиды	Грунт	Фукоиды	Грунт	Фукоиды	Грунт	Фукоиды	Грунт

Таким образом, факторы «субстрат», «прибойность» и «солёность» рассматривались нами как ортогональные фиксированные факторы.

Для оценки достоверности влияния тех или иных факторов и их взаимодействий был проведен дисперсионный анализ в соответствии со следующей линейной моделью:

$$\psi = \text{Exp} + \text{Sal} + \text{Sub} + \text{Exp}^*\text{Sal} + \text{Sal}^*\text{Sub} + \text{Sub}^*\text{Exp} + \text{Sal}^*\text{Sub}^*\text{Exp} + \epsilon$$

Результаты

В таблице 3 представлены результаты дисперсионного анализа. Достоверное влияние на долю оказывают только факторы «прибойность» и «субстрат». При этом достоверного влияния фактора «соленость» не выявлено. Доля *M. trossulus* в смешанных поселениях на фукоидах была выше по сравнению с грунтом (рис.3.1). На рисунке 3.2 представлена гистограмма, отражающая влияние фактора «прибойность» на величину ψ . Видно, что для затишных участков это значение достоверно выше, чем для прибойных. Кроме того, влияние факторов «прибойность» и «субстрат» иллюстрируется картами 4 и 5. Практически на каждой станции на фукоидах доля *M. trossulus* выше, чем на грунте, а в затишных акваториях выше, чем в прибойных.

Таблица 3. Результаты дисперсионного анализа влияния изученных факторов и их взаимодействий на долю *Mytilus trossulus* в смешанных поселениях.

	Тип фактора	SS	df	MS	F	p
{2}Прибойность	Фиксированный	33960.4	1	33960.4	32.3621	0.000
{3}Солёность	Фиксированный	400.1	1	400.1	0.3813	0.543
{4}Субстрат	Фиксированный	13111.9	1	13111.9	12.4948	0.002
Прибойность*Солёность	Фиксированный	4323.1	1	4323.1	4.1197	0.054
Прибойность*Субстрат	Фиксированный	2943.6	1	2943.6	2.8051	0.107
Солёность*Субстрат	Фиксированный	3722.8	1	3722.8	3.5476	0.072
Прибойность*Солёность*Субстрат	Фиксированный	2595.7	1	2595.7	2.4735	0.129

Обсуждение

В более ранних исследованиях было показано, что *M. trossulus* формируют поселения в кутовых частях заливов. Считалось, что такой паттерн расселения моллюсков связан с влиянием фактора «солёность», так как в устья заливов обычно впадают реки или ручьи, распределяющие эту часть водоёма. (Сафонов, 2011, Хайтов и др. 2013, Beaumont et al, 2008; Dias et al. 2011). В тоже время нами установлено, что *M. trossulus* тяготеют к затишным участкам акваторий. Как правило, такими участками являются именно опреснённые куты заливов и шхерные районы. При этом фактор «солёность» не оказывает достоверного влияния на долю тихоокеанской мидии. То есть даже в опресненных, но прибойных местообитаниях, как, например, открытые устьевые участки рек, впадающих в море, доля *M. trossulus* будет невелика, в поселении будут представлены в основном *M. edulis*. В то же время в затишных, но не опресненных участках доля *M. trossulus* будет достаточно высока, этот вид может даже преобладать над *M. edulis*. Например такую ситуацию мы наблюдали на станции в куту северной губы острова Ряжкова

Таким образом, формирование поселений *M. trossulus* в кутах заливов обусловлено влиянием фактора «прибойность», а не «солёность», как предполагалось в предыдущих исследованиях (Сафонов, 2011, Хайтов и др. 2013). Наши данные хорошо согласуются с открытой ранее закономерностью распределения видов по субстратам: доля *M. trossulus* на фукоидах достоверно выше, чем на грунте (Зайчикова, 2011). Такой характер расселения по субстратам может объясняться следующим образом. В отличие от *M. edulis*, *M. trossulus* обладают достоверно более тонкой и хрупкой раковиной (Сафонов, Мухортова, 2011), а значит более подвержены воздействию прибоя. Следовательно, на грунте раковина *M. trossulus* может быть повреждена при ударе о камни. При этом фукоиды могут служить своеобразным «амортизатором», который уменьшает воздействие прибоя. На наш взгляд, именно это влияние фукоидов и определяет то, что *M. trossulus* преобладают на данном субстрате.

Полученные данные позволяют сказать, что в первую очередь при подборе акватории для постановки марикультуры в первую очередь нужно избегать затишных кутов заливов.

Выводы

- Фактор «солёность» не оказывает сильного влияния на соотношение численности двух видов мидий в смешанных поселениях.
- Важными факторами, влияющими на соотношение численности *M. edulis* и *M. trossulus* являются субстрат и прибойность.
- Вероятно, характер взаимодействия мидий с этими факторами определяется особенностями строения их раковины.

Благодарности

Я выражаю благодарность администрации Кандалакшского государственного заповедника за предоставленное место для проведения экспедиции, во время которой был собран материал. Особо я благодарен Вадиму Михайловичу Хайтову, научному руководителю работы, без которого она не была бы написана. Отдельно я хотел бы поблагодарить Евгению Курячеву, выпускницу Лаборатории Экологии Морского Бентоса (гидробиологии), помогавшую обрабатывать материал.

При работе над проектом использовано 16 литературных источников.

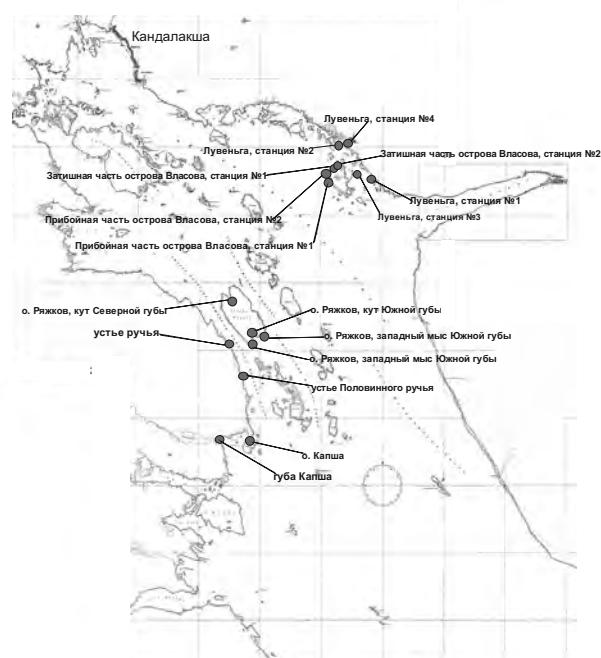
Приложение

Рисунок 1. Точки взятия проб (станции).

1-станиця
2-окружность
(R=1km)
3-угол открытой воды
4-побережье залива

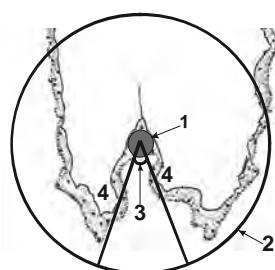


Рисунок 2. Схема, иллюстрирующая методику измерения угла открытой воды.

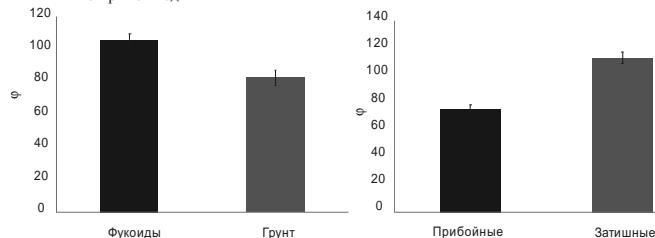


Рисунок 3.1. Средние доли *M. trossulus* на различных субстратах.

Рисунок 3.2. Средние доли *M. trossulus* на участках с различной прибрежностью.

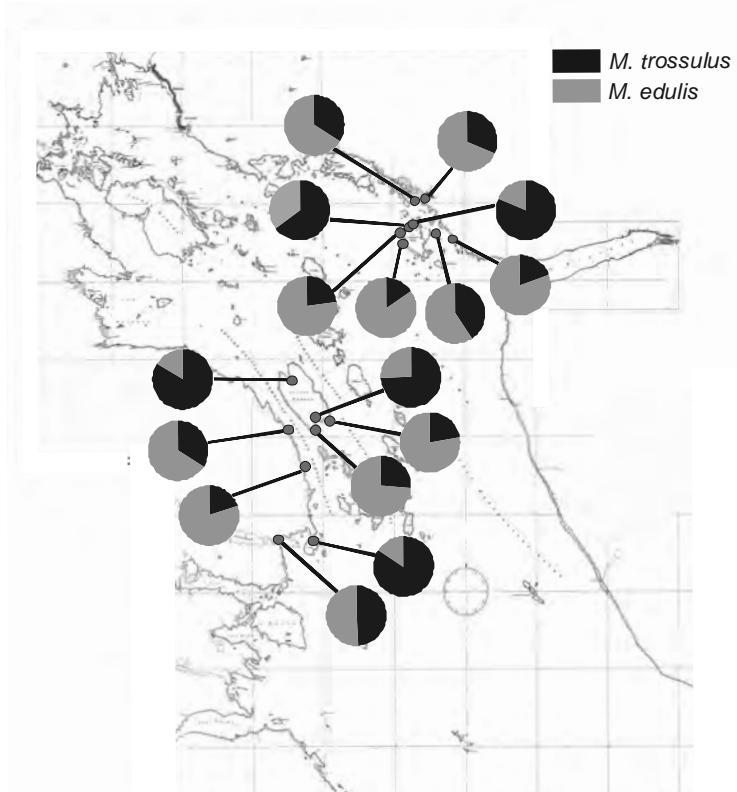


Рисунок 4. Доли *M. edulis* и *M. trossulus* в тех или иных акваториях.
Значения для проб, взятых на грунте.

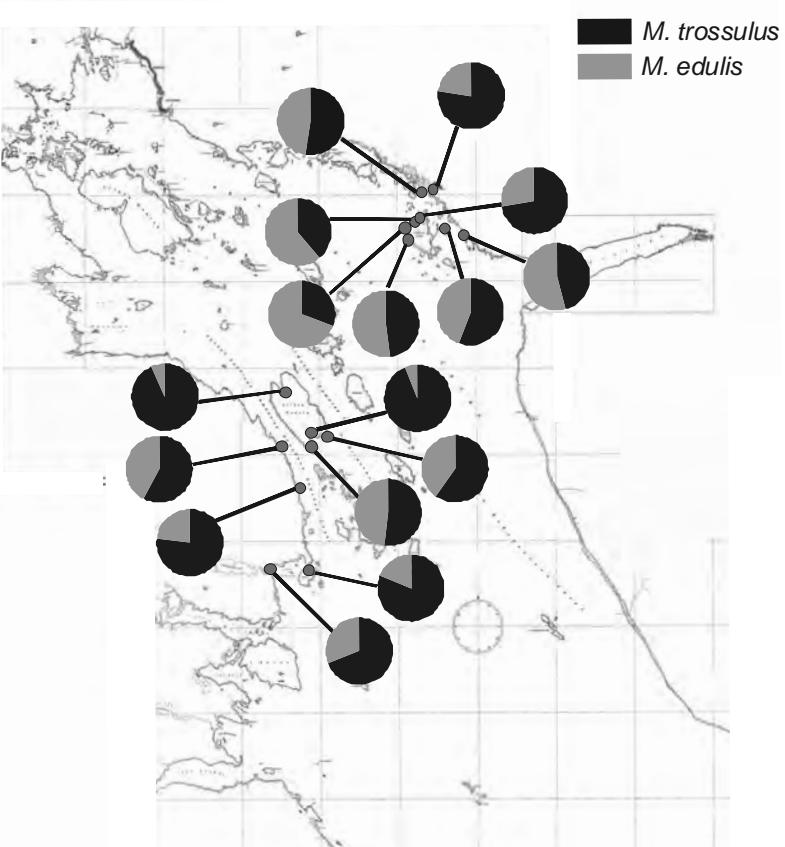


Рисунок 5. Доли *M. edulis* и *M. trossulus* в тех или иных акваториях.
Значения для проб, взятых на фукоидах.

ПРОЕКТ «ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЕМОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ»

Победитель номинации Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации,
премия 2-й степени для государственной поддержки талантливой молодежи в рамках приоритетного
национального проекта «Образование»

Александр Локтионов, 9 класс, СОШ № 32, г. Астрахань

Руководитель: А.Н. Бармин, декан ГФ Инновационного естественного института ФГБОУ ВПО «АГУ»

Проект выполнен на базе ТО «Экологический мониторинг» Эколого-биологического центра Астраханской области,
ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет» ГФ Инновационного Естественного института

Введение

Астраханская область, занимающая площадь 44,1 тыс. км². захватывает часть Прикаспийской низменности с Волго-Ахтубинской поймой и дельтой р. Волга. Характерной особенностью Астраханской области является то, что большую часть ландшафта представляет р. Волга с многочисленными рукавами (пойменными и дельтовыми протоками, ериками) старицами и озерами. На территории области находится Астраханский газовый комплекс (АГК), определяющий высокие темпы развития народного хозяйства региона. Существующий до пуска АГК мониторинг вполне удовлетворял требованиям, как рыбного хозяйства, так и других ведомств, но с пуском АГК потребовалось более глубокие исследования качества воды низовья Волги в связи с тем, что состав сырья на АГК токсичен (содержание H₂S до 35%), а объём газовых выбросов более 100 тыс. т. в год [2]. Поэтому для оценки качества природных вод в настоящее время активно разрабатывается и применяется биомониторинг. Среди многочисленных поллютантов приоритетное место принадлежит металлам, особенно, так называемым, тяжелым. В основном, это связано с их биологической активностью. Металлы не подвергаются трансформации и, попав в биогеохимический цикл, очень медленно покидают его. Нижнее течение Волги (Волго-Ахтубинская пойма и дельта Волги) - единственный участок реки, где сохранились естественные гидродинамические условия. Весь режим данного участка, расположенного в аридной зоне, определяется, в основном, только за счет напусков воды из Волгоградского водохранилища. Волжская вода, сбрасываемая из водохранилища, имеет в своем составе как биогенные, так и токсичные компоненты, что и создаёт гидрохимический режим водотоков. Основными источниками загрязнения вод низовья Волги является транзитный сток, речной транспорт, сельское хозяйство, Астраханский газовый комплекс (АГК), сточные воды г. Астрахани и промышленные предприятия. Технологическая схема деятельности АГК исключает прямое воздействие на водотоки поймы и дельты в связи с отсутствием сброса сточных вод непосредственно в них. Стоки, пройдя систему очистки, утилизируются на земледельческих полях орошения.

Цель исследования — оценка экологического состояния водных объектов в районе расположения АГК.

Из поставленной цели вытекают следующие задачи исследования:

- изучить состояние водных объектов методом биоиндикации с использованием моллюсков;
- изучить загрязнение исследуемых водоемов тяжелыми металлами химическими методами;
- изучить возможность улучшения экологического состояния водоемов с использованием СВ-4, полученного из опок Астраханской области.

Объектом исследования стали проточный (рукав Бузан) и малопроточный (рукав Ахтуба) водотоки.

Методы исследований: гидробиологический (метод биоиндикации), гидрохимические (фотометрия, спектрофотометрия), физико-химический (сорбционное концентрирование).

Экологическое состояние водоемов Красноярского района Астраханской области

Материал и методы исследования. Пробы воды и зоопланктона отбирались в водотоках, окаймляющих АГК, согласно существующего Руководства [10]. Гидрохимический анализ природных вод выполнен по Руководству [11]. Для количественного и качественного анализа проб зоопланктона использовали поршневую пипетку и камеру Богорова [3, 4]. Идентификацию видов проводили по определителю Л.А. Кутиковой [6], определителю пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР [9], Атласу «Фауна аэротенков» [16].

Результаты исследования и их обсуждение. В исследуемых нами водотоках зарегистрированы основные группы зоопланктона, свойственные данной области: это коловратки, ветвистоусые, веслоногие ракообразные. Кроме того, в пробах отмечались науплии веслоногих, личинки моллюсков, статобласт мшанок. Наиболее часто встречались как в проточных, так и в малопроточных водотоках: из веслоногих – Cyclops sp., Eurytemora sp., Heterocope appendiculata (G. Sars), Calanipeda aquaedulcis (Kritsch), Nauplia Cyclopoida; из коловраток – Keratella quadrata (O.F. Muller) Ker. cochlearis (Gosse), Brachionus calyciflorus (Pallas), B. angularis (Gosse); из ветвистоусых – Bosmina longirostris (O.F. Muller), Chydorus sphaericus (O.F. Muller), Leptodora Kindti (Focke).

По числу форм первое место занимали коловратки, в проточных водотоках их значение варьировало в пределах 21-41, в малопроточных – 22-41. Второе место по числу видов занимала группа ветвистоусых, в проточных – 13-19, в малопроточных – 10-22. На третьем месте, практически за весь период наблюдений, находилась группа веслоногих раков, в проточных число видов варьировало в пределах 5-8 форм, в малопроточных несколько выше – 7-10 форм. Кроме основных групп зоопланктона, в пробах постоянно присутствовали и представители простейших. Их число в проточных водотоках определялось на уровне 6-9, в малопроточных – 6-11 форм [1]. Анализ полученных данных установил, что число форм в левобережной части водотоков несколько выше, чем в правобережной и на стрежне. Это легко объясняется тем, что левый берег значительно положе и имеет большую площадь, заросшую растительностью, и меньшие глубины, что даёт возможность значительно лучше прогреваться воде. Состав

зоопланктона по многим видам часто менялся, а некоторые виды встречались один или несколько раз за весь период наблюдений. Исследование его численности и биомассы по сезонам показало, что зимой на всех станциях эти показатели крайне незначительны 0,09-1,35 тыс. экз./м³ и 0,09-1,90 мг/м³ соответственно с преобладанием в пробах коловраток (50-92%); весной возрастают до 1,7-8,3 тыс. экз./м³ и 2,7-16,7 мг/м³.

Первый пик массового развития зоопланктона всегда приходится на период весенне-летнего половодья. В июне наблюдается массовое развитие веслоногих и ветвистоусых ракообразных, численность и биомасса которых возрастает соответственно в 1,2-4,0 и 1,1-18,5 раз по сравнению с весной. По нашему мнению, это связано с интенсивным прогревом воды (19,5-24,5°C), особенно в проточных водотоках. В малопроточных водотоках, по сравнению с проточными, в летний меженный период численность зоопланктона ниже. Это можно объяснить значительным уменьшением притока биогенных веществ из основного русла р. Волги, так как рукав Ахтуба в этот период пересыхает на многих участках. Осенью происходит уменьшение видового разнообразия зоопланктона за счет выпадения теплолюбивых форм [1]. Результаты качественных и количественных показателей зоопланктона представлены в таблице 1.

Таблица 1. Среднегодовые значения показателей зоопланктона в водотоках Волго-Ахтубинской поймы, окаймляющих АГК

Показатели		1989	1994	1998	2003	2011
Численность, тыс. экз./м ³	Проточные	506,3	371,6	291,6	427,7	691,6
	Малопроточные	444,5	255,6	468,8	615,3	468,8
Биомасса, мг/м ³	Проточные	2133,3	1529,5	1396,7	2739,7	2396,7
	Малопроточные	1526,7	1039,9	3164,8	3212,6	1964,8
Число видов	Проточные	69	59	62	56	62
	Малопроточные	52	57	67	46	67
Copepoda, %	Проточные	24,6	26,4	24,2	31,7	22,4
	Малопроточные	34,3	36,1	15,2	32,0	22,2
Cladocera, %	Проточные	45,2	40,0	28,7	44,2	25,5
	Малопроточные	45,3	35,2	32,6	30,8	54,5
Rotatoria, %	Проточные	30,2	33,6	47,1	24,1	52,1
	Малопроточные	20,4	28,7	52,2	37,2	23,3

Сравнительный анализ межгодовых характеристик зоопланктона (1989-2011 гг.) показал, что число видов, обнаруженных в проточных водотоках, составило 59-69, а малопроточных – 52-67. Общее число форм зоопланктона было на уровне периода, предшествующего пуску АГК [5]. Биоценозы водотоков достаточно разнообразны, и включают виды-индикаторы слабозагрязненных водоемов. Количественные и качественные показатели зоопланктона исследуемых водоемов, не имеют достоверных отличий от таких в водоемах, расположенных вне зоны потенциального воздействия АГК. Колебание численности и биомассы, смены доминант можно объяснить периодическим изменением гидрологического режима, температурой воды, длительностью половодья, наличием кормовой базы и присутствием поллютантов. Значительная степень сходства видового состава зоопланктона исследованных водоемов свидетельствует об одинаковом их санитарном состоянии. Прямую зависимость развития зоопланктона от фитопланктона обнаружить не удалось, так как они имеют разные периоды развития. Фитопланктон максимально развивается март – июнь, а зоопланктон несколько сдвинут апрель – сентябрь, и достигает наибольших значений при температуре от 15 до 25°C.

В процессе исследования было выявлено, что численность и биомасса зоопланктона в отдельные годы могли отличаться в несколько раз. Поэтому нами был получен коэффициент, который позволяет оценить состояние зоопланктона в водотоках. Отношение биомассы, обнаруженных групп зоопланктона, к общей биомассе в процентах имеет следующий вид и представлено в таблице 2.

Таблица 2. Отношение биомассы групп зоопланктона к общей биомассе, в %

Группы зоопланктона	Водотоки	
	проточные	малопроточные
Copepoda	21,0 - 33,7	13,9 - 38,3
Cladocera	22,5 - 44,3	29,6 - 62,0
Rotatoria	22,0 - 56,6	21,0 - 53,0

Гидробиологический режим Нижней Волги находится в стадии относительного равновесия. На основании многолетних мониторинговых работ можно сделать вывод, что состояние зоопланктона в исследуемых водотоках характеризуется как естественное в условиях общей антропогенной нагрузки и позволяет оценить качество поверхностных вод как относительно удовлетворительное.

С целью выявления возможного загрязнения водной территории тяжелыми металлами нами были использованы методы биоиндикации на четырех водотоках поймы и дельты р. Волга (рис. 1). Ввиду того, что в настоящее время невозможно найти незагрязненную среду, нами в качестве фона был выбран участок основного русла Волги, расположенный на 100 км выше г. Астрахани.

Рукав Бузан находится в непосредственной близости от объектов АГК. Рукав Прямая Болда проходит в северо-восточной части г. Астрахани, где размещены промышленные предприятия (судостроительные и судоремонтные заводы, городская ГРЭС и др.). Ерик Кутум проходит непосредственно через г. Астрахань и подвержен различному антропогенному воздействию.



Рис. 1. Район проведения исследований

Используемая для исследования сетка станций позволяла контролировать уровень загрязнения тяжелыми металлами водотоков, находящихся как на урбанизированной территории г. Астрахани, так и техногенной территории АГК. Спектральный анализ проводили методом атомно-абсорционной спектрометрии на спектрофотометре фирмы Hitachi (AAS-180-50). Полученные данные свидетельствуют, что содержание металлов в теле моллюсков отвечает их количеству в абиотической среде.

Учитывая биологические особенности моллюсков, нами было отмечено, что содержание металлов в них зависит от места обитания (таблица 3). Наибольшее содержание элементов обнаружено в тканях *A. piscinalis* в 200 км на север от АГК, в жабрах, мантии и гепатопанкреасе *U. Tumidus* также отмечены высокие концентрации исследуемых металлов, что свидетельствует о значительном загрязнении воды, поступающей из Волгоградского водохранилища. Значительные концентрации железа, цинка, меди, свинца, никеля и кобальта обнаружены также в пробах, отобранных в районе г. Астрахани. Таким образом, результаты биоиндикации подтверждают повышенное содержание металлов в воде транзитного стока и выявляют специфические локальные участки с высоким содержанием металлов в среде (таблица 4).

Таблица 3. Сравнительный анализ содержания металлов в теле и раковине моллюсков семейства Unionidae в разных водотоках поймы и дельты Волги

Металлы	р. Волга (фон)		рук. Болда с.Началово		ер. Кутум г.Астрахань		рук. Бузан АГК	
	раковина	тело	раковина	тело	раковина	тело	раковина	тело
Fe	45-150	400-500	220-580	980-1370	240-420	1000-1400	50-220	500-587
Zn	5-20	110-170	40-75	240-320	20-50	220-270	20-51	180-239
Cu	5,8-6,6	5,4-6,5	4,5-5,5	4,6-6,2	6,6-9,7	5,4-8,9	3,4-4,5	4,6-5,7
Pb	45-23	3,1-6,2	22,5-31,0	3,2-8,1	21,7-34,0	7,5-15,1	8,1-15,2	3,5-6,7
Ni	3,5-8,2	1,3-6,2	32,2-55,0	5,2-14,8	19,0-37,1	4,1-12,5	15,8-32,4	4,9-12,3
Co	3,6-5,2	0,8-2,7	2,1-3,7	5,05-7,1	5,8-7,8	2,2-4,9	5,6-8,0	1,2-2,8
Cd	0,5-1,8	1,1-3,9	0,8-2,3	3,1-5,2	1,5-2,2	0,5-1,9	1,3-3,7	2,1-3,8

Нами также были проведены гидрохимические исследования (таблица 4) при использовании стандартных методик [11]. Полученные данные сравнивались с СанПиН 2.1.5.980-00 ГН 2.1.5.1315-03 и фоновыми значениями [7].

Таблица 4. Некоторые экологические показатели качества природных вод в 2012 г.

Наименование показателя	Норматив СанПиН, единицы измерения	январь	февраль	март	апрель	май
Общее железо Рук.Бузан Рук.Ахтуба Пр. Болда Ер. Кутум	Не более 3,0 мг/дм ³	0,32±0,07 0,16±0,05 0,22±0,02 0,18±0,01	0,32±0,08 0,31±0,09 0,21±0,01 0,17±0,02	0,35±0,02 0,32±0,04 0,25±0,01 0,18±0,02	0,36±0,08 0,23±0,07 0,26±0,02 0,20±0,02	0,31±0,07 0,31±0,07 0,30±0,08 0,21±0,04
Медь Рук.Бузан Рук.Ахтуба Пр. Болда Ер. Кутум	Не более 1,0 мг/дм ³	0,16±0,04 0,19±0,05 0,18±0,02 0,16±	0,20±0,05 0,07±0,02 0,17±0,02 0,10±	0,14±0,03 0,12±0,03 0,20±0,01 0,12±	0,18±0,05 0,19±0,05 0,21±0,03 0,±	0,24±0,06 0,20±0,05 0,24±0,03
Марганец Рук.Бузан Рук.Ахтуба Пр. Болда Ер. Кутум	Не более 0,1 мг/дм ³	0,07±0,02 0,07±0,02 0,07±0,01 0,06±0,01	0,08±0,02 4,30±0,39 0,09±0,06 0,08±0,03	0,02±0,01 0,06±0,02 0,09±0,07 0,07±0,02	0,10±0,03 0,05±0,02 0,10±0,02 0,06±0,02	0,11±0,03 0,08±0,02 0,11±0,03 0,07±0,02

Содержание железа, меди во все исследуемые месяцы не превышало нормативных значений. Содержание общего железа было максимальным в марте, что обусловлено периодом половодья, попаданием железа вместе с талыми водами.

Содержание марганца в одной из точек (рук. Ахтуба) в феврале 2012 г. превышало норматив. Однако в других местах отбора проб превышений выявлено не было. Это может указывать на небольшое локальное загрязнение вод непосредственно около места забора воды.

Использование СВ-4 для очистки воды с целью улучшения экологической обстановки

Высокая сорбционная емкость СВ по отношению к ТТМ легла в основу двух направлений использования данных сорбентов. Первое направление - очистка воды различных источников от ТТМ. Второе - концентрирование различных ТТМ на СВ-4 и дальнейшее их определение в воде и других объектах окружающей среды.

Оценка возможности применения сорбента для очистки природной воды

Проводилась очистка специально приготовленных растворов, содержащих заданные количества ТТМ в смеси. Например, в 1000 мл воды вносили соли свинца, цинка, кадмия, ртути, меди и кобальта таким образом, чтобы получить раствор с содержанием на уровне $n \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. Воду пропускали через колонку 20 см. х 2 см., содержащую слой сорбента с массой 20 г, со скоростью 20 см³/с. С использованием ААС (спектрометр С-302, газ - ацетилен-пропан) определяли содержание ТТМ в воде до и после сорбции (таблица 5).

Таблица 5. Содержание токсичных тяжелых металлов в специально приготовленном водном растворе до и после сорбции. Данные из шести определений. Р = 0,95, tp = 2,57.

Металл	Содержание в мг/дм ³	
	до сорбции	после сорбции
Pb	10,35 ± 1,05	0,01 ± 0,005
Cd	5,60 ± 0,50	0,006 ± 0,0006
Zn	3,30 ± 0,50	0,003 ± 0,0003
Hg	10,10 ± 0,80	0,01 ± 0,002
Cu	3,20 ± 0,50	0,003 ± 0,0004
Co	3,00 ± 0,20	0,003 ± 0,0004

Достигается примерно тысячекратное концентрирование на сорбенте СВ-4. Это означает, что даже если исходная вода сильно загрязнена ТТМ, то очистка осуществляется до количеств, определяемых как следы. Емкость сорбента по отношению к ТТМ была изучена для температурного интервала от 4° С до 50° С и находится на уровне (мг/г): для цинка - 3, для свинца, меди, кадмия, ртути и кобальта - 24. Общее количество тяжелых металлов, сорбируемое 1 г. сорбента СВ-4 равно 150 мг. Суммарное содержание ТТМ в водопроводной воде 2 мг/дм³. Учитывая то обстоятельство, что поглощающая способность 1 г. сорбента по отношению к сумме ТТМ находится в пределах 150 мг., и, учитывая общее содержание тяжелых металлов в водопроводной воде, а также в воде некоторых водоемов, можно считать, что 1 кг. сорбента можно очистить от ТТМ 75 дм³ водопроводной воды.

Опыты по очистке воды различных источников, расположенных на территории Красноярского района Астраханской области от ТТМ

Взяты пробы воды различных источников в районе газоконденсатного месторождения. Технология проведения эксперимента была такая же, как и при опытах с искусственно приготовленными смесями. Результаты опытов по очистке воды различных источников от ТТМ представлены в таблице 6.

Таблица 6. Результаты опытов по очистке воды различных водоемов Астраханской области от тяжелых металлов сорбцией их на СВ-4. Данные из шести опытов. Р = 0,95, tp = 2,57

Хим. элемент	Содержание металлов в мг/дм ³							
	до очистки				после очистки			
	Волга	Бузан	Ахтуба	Водопр. вода	Волга	Бузан	Ахтуба	Водопр. вода
Pb	3,6	3,8	2,6	2,5	0,0035	0,004	0,003	0,002
Cd	0,7	0,6	0,4	0,4	0,0007	0,0006	0,0004	0,0004
Zn	3,5	3,5	2,8	2,5	0,004	0,004	0,003	0,0025
Cu	10,5	10,5	15,5	15,5	0,01	0,011	0,016	0,016
Hg	0,035	0,005	0,005	0,005	-	-	-	-

По результатам опытов - можно использовать сорбент СВ-4 для очистки воды бытового и технологического назначения. Его можно применять, как для очистки воды в устройствах индивидуального пользования, так и в системах водоснабжения городов и больших населенных массивов.

Преимуществами использования данного сорбента являются:

1. Высокая сорбционная емкость, которую доказали совместные исследования в лаборатории физической химии ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет». Емкость сорбента по отношению к ТТМ была изучена для температурного интервала от 4° С до 50° С и находится на уровне (мг/г): для цинка - 3, для свинца, меди, кадмия, ртути и кобальта - 24. Общее количество тяжелых металлов, сорбируемое 1 г. сорбента СВ-4 равно 150 мг. Суммарное содержание ТТМ в водопроводной воде 2 мг/дм³. Учитывая то обстоятельство, что поглощающая способность 1 г. сорбента по отношению к сумме ТТМ находится в пределах 150 мг., и, учитывая общее содержание тяжелых металлов в водопроводной воде, а также в воде некоторых водоемов, можно считать, что 1 кг. сорбента можно очистить от ТТМ 75 дм³ водопроводной воды.

2. Его низкая стоимость. При его закупке у производителей в г. Астрахани стоимость 1 кг. сорбента составляет всего 3,50 руб. на 6.02.2014 г. При покупке партии от 1000 кг возможна его бесплатная доставка.

Таким образом, стоимость очистки воды, необходимой для семьи из 4 чел. составляет:

- потребность в воде в среднем 50-100 дм³ в зависимости от уровня экономического развития региона (санитарно-гигиенические потребности), учитывая частичную благоустроенность жилищного фонда в Красноярском районе, будем брать ежедневные потребности 75 дм³.

Потребность в воде семьи из 4 чел. - $75 \times 4 = 300$ дм³

Стоимость очистки: 1 кг. СВ-4 очищает 75 дм³, следовательно,
4 кг очищают 300 л., поэтому 3,50 руб. \times 4 кг = 14,00 руб.

Стоимость очистки в год - 14,00 руб. \times 365 дней = 5110,0 руб.

При использовании очищенной воды для полива приусадебного участка площадью 400 м²:

Норма полива в условиях аридного климата - 0,6 м³/м².

Расход воды в сезон 0,6 м³ \times 400 м² = 240 м³

Расход сорбента: 1 кг сорбента - 0,075 м³

X кг сорбента – 240 м³

X= 3200 кг сорбента в год

Стоимость очистки: 3200 кг \times 3,50 руб. = 11200 руб.

Итого: при использовании для санитарно-гигиенических нужд и полива участка стоимость очистки составляет 16310,00 руб.

При расчете мы не учитываем стоимость резервуара для очистки, так как в каждом доме имеется емкость-бассейн для хранения резервного запаса воды, который можно использовать в системе очистки, насыпав в него сорбент. Уход за бассейном состоит в периодическом перемешивании сорбента на дне бассейна (желательно 1 раз в день). Сорбент засыпают порциями по 100 кг. и удаляют использованный по мере наполнения его сорбционной емкости, что составляет 1 раз в 10 дней.

Использованный сорбент можно использовать в качестве добавки к цементу при строительстве, для добавки при создании покрытия автодорог. Отработанный сорбент нетоксичен, так как выделения тяжелых металлов с его поверхности не происходит.

Возможна его регенерация путем проведения десорбции с использованием раствора уксусной кислоты с концентрацией 0,5 моль/дм³. Однако при этом встает проблема утилизации регенерирующего раствора, с содержащимися ионами тяжелых металлов – их извлечение на сегодняшний момент не представляется экономически выгодным.

При работе над проектом использовано 16 литературных источников.

ПРОЕКТ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ»

Победитель номинации «Лучший инновационный проект», приз Федерального агентства водных ресурсов

Ольга Тимирбаева, 10 класс, МАОУ «Центр образования № 178», г. Казань, Республика Татарстан

Руководитель: О.В. Никитин, к. г. н., доцент кафедры прикладной экологии Института экологии и географии КФУ,
педагог дополнительного образования МБОУ ДОД «Танкодром»

Проект выполнен на базе МАОУ «Центр образования № 178» и МБОУ ДОД «Центр детского творчества «Танкодром»

Введение

Загрязняющие вещества, попадая в воду, могут претерпевать в ней различные трансформации, зачастую усиливая при этом свое токсическое действие. Кроме того, из-за множественности прямых и обратных связей оценить воздействие всей совокупности токсикантов не представляется возможным. По этой причине применяются методы интегральной оценки качества воды, основным из которых является биотестирование. Среди методов биотестирования важное место занимает определение токсичности среды с использованием низших ракообразных и, в первую очередь, *Daphnia magna* Stratus, 1820. Методы биотестирования на дафниях широко применяются для целей экологического контроля как в России, так и за рубежом (Брагинский, 2000; Жмур, 2001; ISO, 2001; US EPA, 2002). Популярность дафний связана главным образом с тем, что она без особых трудностей выращивается в лабораторных условиях, довольно устойчива при культивировании, имеет короткий жизненный цикл, позволяющий отслеживать последствия токсического воздействия (даже в малых концентрациях) на протяжении ряда поколений. В качестве тест-реакции в анализе на острую токсичность в этом случае преимущественно используют смертность раков, а при установлении хронического токсического воздействия проводят наблюдения за изменением плодовитости и качеством потомства. Перечень вышеназванных реакций можно существенно расширить, если использовать дополнительные сведения по тест-объекту, основанные на его функциональных показателях, в том числе и поведенческие реакции. Это позволило бы проводить оценку качества водной среды более оперативно и отслеживать более низкие концентрации токсикантов. Однако, в связи с трудностью их регистрации, применение их в настоящее время ограничено, либо имеющиеся методы чрезвычайно дороги. В связи с этим цель данной работы – разработать методику определения токсичности водной среды по изменению поведенческой активности дафний при помощи системы компьютерного зрения. При этом ставились следующие задачи:

1. Разработать методику определения токсичности водной среды по изменению поведенческой активности дафний и создать прототип прибора, обеспечивающего стандартизацию проведения процедуры биотестирования при помощи технологии компьютерного зрения.

2. Определить параметры токсичности для модельного (эталонного) токсианта при помощи стандартных методов биотестирования и при помощи разработанной методики биотестирования по поведенческой активности дафний.
3. Оценить токсичность природного токсианта — цианотоксинов, выделяемых при массовом развитии синезеленых водорослей, по плавательной активности дафний.

Материал и методы исследований

Разработка методики определения токсичности водной среды по изменению поведенческой активности дафний при помощи технологии компьютерного зрения, а также ее сравнение с основными методиками приборного биотестирования, используемыми в настоящее время для экотоксикологического контроля в РФ осуществлялось на базе кафедры прикладной экологии Института экологии и географии КФУ. Для сравнения были использованы четыре методики биотестирования, широко используемые в лабораторной практике в России:

1. Методика определения интегральной токсичности по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм». ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04, Т 16.1:2.3:3.8-04 (2010). Биолюминесценция микроорганизмов регистрировалась на приборе «Биотокс-10М».
2. Методика определения токсичности по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer), ПНД Ф Т 14.1:2:4.10-2004, Т 16.1:2.3:3.7-2004 (2012). Культуру водоросли выращивали на питательной среде Тамия с использованием культиватора «КВ-05», для экспозиции культуры с токсиантом применялся многокюветный культиватор «КВМ-05», для регистрации оптической плотности (пропорциональной численности хлореллы) - измеритель «ИПС-03».
3. Методика определения токсичности по изменению относительного показателя замедленной флуоресценции культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer), ПНД Ф Т 14.1:2:4.16-09, Т 16.1:2.3:3.14-09 (2012). Помимо оборудования указанного в предыдущей методике, для регистрации флуоресценции использовался флуориметр «Фотон-10».
4. Методика определения острой токсичности по смертности дафний (*Daphnia magna* Straus), ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06, Т 16.1:2.3:3.9-06 (2011). Биотестирование осуществлялось в климатостате «В-4» (освещение лампами дневного света 1200-2500 лк, фотопериод 12+12 часов и температура $20 \pm 1^\circ\text{C}$), с использованием устройств для экспонирования раков «УЭР-03».

В качестве модельного токсианта использовался бихромат калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) — вещество, стандартно применяемое для оценки уровня физиологической активности лабораторных культур и выборок тест-объектов. Из токсианта готовилась серия разбавлений, минимальная исследуемая концентрация — 0,5 мг/л. В каждом биотесте каждая концентрация исследовалась в 15 повторностях. Результаты биотестирования представлены в виде индекса токсичности (A, %):

$$A, \% = 100 * \frac{(X_{\text{к}} - X_{\text{оп}})}{X_{\text{к}}}$$

где $X_{\text{к}}$ и $X_{\text{оп}}$ — полученные значения тест-функции в контроле и опыте соответственно. Т.к. в различных методах биотестирования критерии токсичности отличаются, для их сравнения находился индекс токсичности для минимальной исследуемой концентрации (0,5 мг/л), а также по уравнению регрессии вычислялась концентрация токсианта, которая будет соответствовать критерию токсичности по рассматриваемым методикам (20, 25 и 50%), а также потенциально неопасный уровень токсичности в 10%. Для анализа возможного токсического эффекта на поведенческую активность дафний цианотоксинов готовился раствор с использованием стандарта известной концентрации из коммерческой ИФА тест-системы «*Microcystins/Nodularins (ADDA)*, ELISA Kit, PN 520011, Microtiter Plate (96T), Abraxis, США». Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica 8.0 (StatSoft, Tulsa, США).

Результаты исследований

Методика определения токсичности водной среды по изменению поведенческой активности дафний

На первом этапе исследований были проработаны и определены оптимальные параметры методики и последовательность шагов определения токсичности водной среды по изменению поведенческой активности дафний, а также создан прототип прибора для биотестирования, обеспечивающего унификацию и стандартизацию проведения процедуры биотестирования.

Обнаружение и регистрация поведенческих реакций дафний осуществляется при помощи разработанного прототипа программно-аппаратного комплекса «Анализатор токсичности «TrackTox», реализующего алгоритмы компьютерного зрения (рис. 1). Прибор обеспечивает стандартизацию проведения процедуры биотестирования.

Аппаратная часть комплекса (рис. 2) состоит из герметичного контейнера (IP55) с фиксаторами для установки тестовой камеры (30 мл), с видеорегистратором и светодиодной подсветкой (2500 лк). Электропитание может осуществляться как от сети (220 В), так и от аккумуляторных батарей, что обеспечивает портативность прибора. Обработка и анализ получаемых данных производится управляющей станцией, состоящей из подключаемой ЭВМ и программы трекинга тест-объектов «TrackTox®», разработанной на кафедре прикладной экологии КФУ (Никитин, Латыпова, 2013). Метод построен на покадровом компьютерном анализе изображений, на которых присутствует тест-объект (рис. 3).

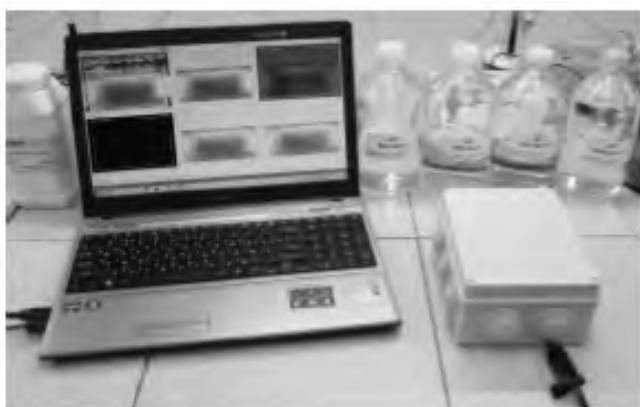


Рис. 1. Внешний вид прототипа программно-аппаратного комплекса «Анализатор токсичности «TrackTox»»



Рис. 2. Устройство анализатора токсичности «TrackTox»:
 1) корпус прибора; 2) крышка; 3) видеокамера; 4) фиксаторы
 тестовой камеры; 5) тест-камера; 6) боковые светодиодные
 осветители; 7) верхние светодиодные осветители; 8)
 USB-кабель передачи видеосигнала на компьютер; 9) кабель
 электропитания.

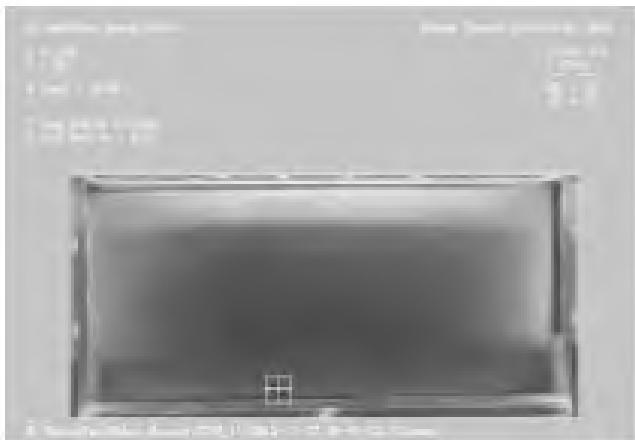


Рис. 3. Обнаружение и отслеживание дафнии при помощи системы компьютерного зрения

Анализатор токсичности «TrackTox» рекомендуется использовать совместно с термостатирующим оборудованием, обеспечивающим стабильные оптимальные условия для дафний (21°C). В работе использовалась лабораторная монокультура *Daphnia magna*, выращиваемая в климатостате «В-4» (по ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06, Т 16.1:2.3:3.9-06). Для определения параметров поведенческой активности, единичные дафнии помещались в пластиковый контейнер ($9,8 \times 0,9 \times 4$ см, $V=30$ мл), заполненный культивационной водой из климатостата, который в свою очередь помещался в созданный прототип прибора для трекинга тест-объекта (рис. 2). Полученные при помощи прибора видеоматериалы обрабатывались программой «TrackTox», с выводом результатов в табличный файл, доступный для последующей статистической обработки. В табличном виде представлена следующая информация: текущая позиция в видеофайле; координаты тест-объекта и его ориентация в пространстве; последнее и общее пройденное расстояние; средняя длина сегмента пути; затраченное время на расстояние и скорость плавания. Для анализа поведенческой активности, в данной работе использовались данные по скорости плавания дафний. Программой предусмотрена возможность предварительной калибровки, для конвертации расстояний, выраженных в пикселях изображения, в сантиметры. Критерием наличия реакции на появление токсиканта считалось наличие статистически значимого различия между выборками контрольных образцов и образцов с добавлением токсиканта (при 30 минутной экспозиции). Различия между контрольными и опытными выборками устанавливали при помощи U-критерия Манна-Уитни ($P=0,05$). Общий алгоритм определения токсичности представлен на рисунке 4.

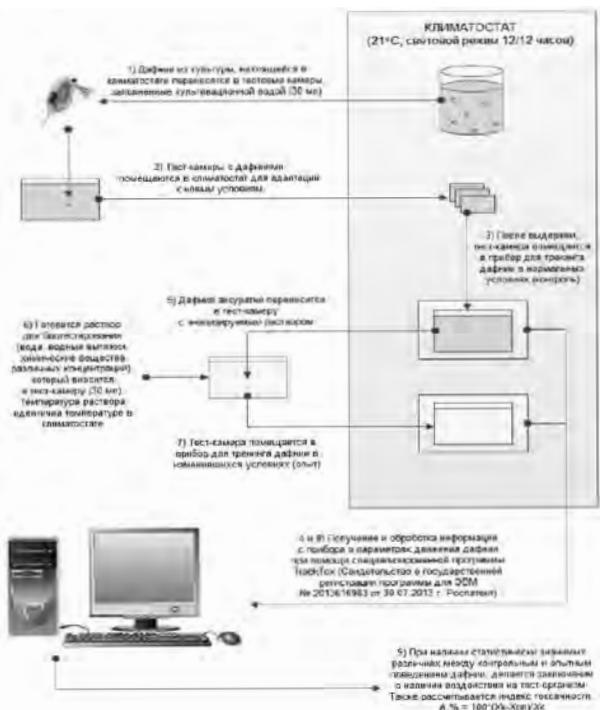


Рис. 4. Общий алгоритм определения токсичности по созданной методике

Таблица 1. Параметры токсичности для модельного токсиканта в стандартных биотестах

	Тест-объект			
	Эколюм биолюминесценция	Хлорелла оптическая плотность	Хлорелла флуоресценция	Дафний смертность
Тест-функция	биолюминесценция	оптическая плотность	флуоресценция	смертность
Время экспозиции	30 мин.	22 часа	1 час	48 часов
$A, \%$, для $C = 0,5 \text{ мг/л}$	4.8	3.9	4.4	6.0
$C, \text{ мг/л}$ для $A = 10\%$ *	1.2	1.3	1.1	0.3
$C, \text{ мг/л}$ для $A = 20\%$ *	2.4	2.6	4.5	0.8
$C, \text{ мг/л}$ для $A = 25\%$ *	3.0	3.3	6.2	1.0
$C, \text{ мг/л}$ для $A = 50\%$ *	6.2	6.8	14.7	2.2

* расчетные величины; жирным выделены концентрации для индекса токсичности, определяющего границу токсичности (токсично/не токсично) по методике

Во всех рассмотренных биотестах расчет индекса токсичности производится на основании средних величин, однако методиками не предусмотрена процедура проверки получаемых данных на анализ распределения (предполагается, что распределение нормальное). Сводные данные по оценке токсичности бихромата калия по поведенческой активности дафний приведены в таблице 2, активность в течение экспозиции на рисунке 9. По разработанной методике была оценена минимальная концентрация (0,5 мг/л).

Несмотря на визуальное сходство данных при экспозиции, интегрально в эксперименте с модельным токсикантом наблюдается гиперактивность дафний по сравнению с контролем.

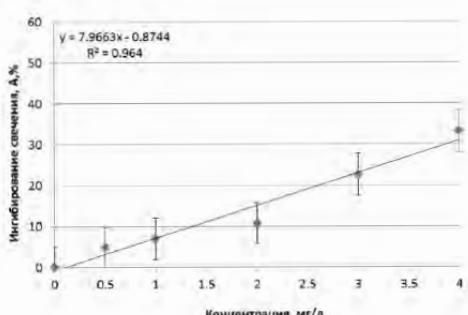


Рис. 5. Индекс токсичности (по подавлению биолюминесценции) стандартного токсиканта ($K_2Cr_2O_7$) в бактериальном биотесте «Эколюм»

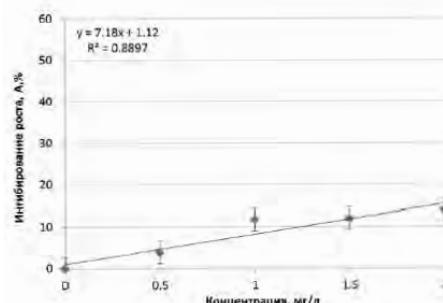


Рис. 6. Индекс токсичности (по подавлению роста культуры хлореллы) стандартного токсиканта ($K_2Cr_2O_7$) в водорослевом биотесте

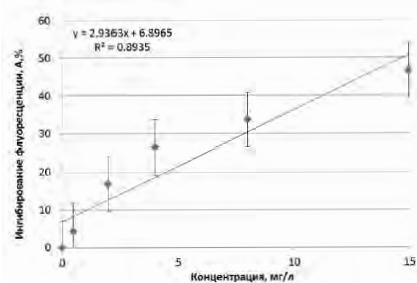


Рис. 7. Индекс токсичности (по подавлению флуоресценции хлореллы) стандартного токсиканта ($K_2Cr_2O_7$) в водорослевом биотесте

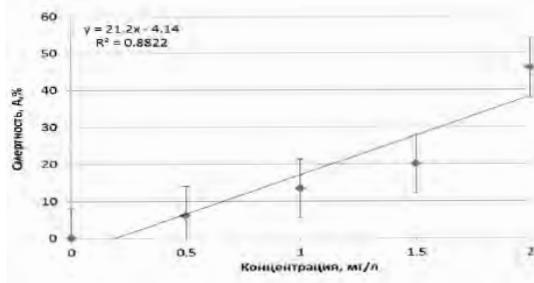


Рис. 8. Индекс токсичности (по смертности тест-объектов) стандартного токсиканта ($K_2Cr_2O_7$) в биотесте на датфиях

Рассчитанный индекс токсичности (-2,4%), в целом аналогичен реакции в стандартных биотестах. Однако если вместо средней скорости плавания датфий использовать медианную скорость, то значение индекса токсичности изменится более чем в 4,5 раза (-10,9%). Последнее представляется более подходящим подходом для оценки токсичности, т.к. для переменных, не имеющих нормального распределения, среднее арифметическое является корректной оценкой.

Таблица 2. Плавательная активность датфий в контроле и в эксперименте с модельным токсикантом (0,5 мг/л) при экспозиции 30 мин.

	N	Средняя скорость плавания, см/с	Стандартная ошибка среднего	Медианская скорость плавания, см/с
Контроль	9004	0,55	0,004	0,46
С токсикантом	8993	0,56	0,004	0,51
$A_{\%}$		-2,4		-10,9

В этом случае чувствительность нового метода будет выше, чем у рассмотренных подходов биотестирования, при сохранении высокой оперативности анализа. Это, в свою очередь, позволяет более точно производить оценку экологического риска токсиканта. Найденные значения индекса токсичности недостаточны для заключения о наличии токсического эффекта в соответствии с критериями рассмотренных стандартных методик. Тем не менее, большой объем выборки, как для контроля, так и для эксперимента ($N \sim 9000$) позволяет установить наличие статистически значимых различий в плавательной активности датфий между ними по U-критерию Манна-Уитни ($P < 0,001$).

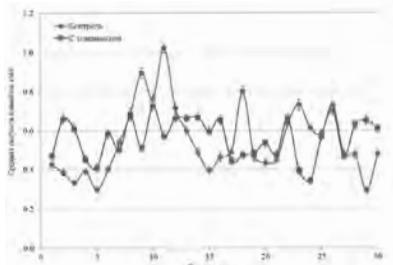


Рис. 9. Плавательная активность датфий в контроле и в эксперименте с модельным токсикантом (0,5 мг/л) при экспозиции 30 мин.

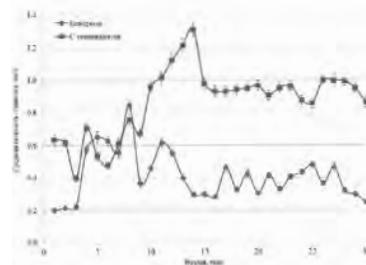


Рис. 10. Плавательная активность датфий в контроле и в эксперименте с микроцистинами (0,16 мкг/л) при экспозиции 30 мин.

Оценка токсичности цианотоксинов по плавательной активности датфий

Известно, что некоторые сине-зеленые водоросли могут продуцировать разнообразные цианотоксины, которые губительно действуют на водную флору и фауну. Для пресных поверхностных вод умеренных широт это в основном микроцистины - гепатотоксины, продуцируемые цианобактериями, в основном рода *Microcystis*, а также *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Hapalosiphon*, *Nostoc*, *Oscillatoria*. Относительная токсичность микроцистинов может отличаться в зависимости от молекуллярной структуры. Разнообразие цианотоксинов, выделяемых синезелеными водорослями, чрезвычайно высоко, например, только вариаций микроцистинов, существует около 70. Кроме токсического влияния на клетки печени, цианотоксины могут обладать нейротоксическими и дерматоксическими механизмами воздействия, а также блокировать синтез многих важных белков (Sivonen, Jones, 1999). Контакт с ними может приводить к аллергическим реакциям, отравлениям и даже смерти (Azevedo et al., 2002).

Установлено, что концентрация свободных микроцистинов в воде водных объектов рекреационного назначения может много-кратно превышать нормативы ВОЗ (Никитин и др., 2012; Степанова и др., 2012).

В эксперименте с определением токсичности цианотоксинов по плавательной активности датфий исследовалась концентрация микроцистинов на уровне 0,16 мкг/л. Это минимальная концентрация, которую возможно определить при помощи иммуно-

ферментного анализа, наиболее часто применяемого для экспресс-диагностики цианотоксинов в природных водах. Норматив ВОЗ для микроцистинов — 1 мкг/л, концентрация в природных водах РТ — до 27 мкг/л (Никитин и др., 2012).

Сводные данные по оценке токсичности микроцистинов по поведенческой активности дафний приведены в таблице 3, активность в течение экспозиции на рисунке 10.

Таблица 3. Плавательная активность дафний в контроле и в эксперименте с микроцистинами (0,16 мкг/л) при экспозиции 30 мин.

	N	Средняя скорость плавания, см/с	Стандартная ошибка среднего	Медианная скорость плавания, см/с
Контроль	8832	0,41	0,004	0,32
С токсикантом	8653	0,87	0,006	0,78
A, %		-109,2		-143,8

При внесении токсиканта плавательная активность резко возрастает на протяжении первых 10 минут и остается на высоком уровне до конца эксперимента (в среднем в 2 раза выше, чем в контроле). Можно предположить, что в данном методе именно гиперактивность является ответом на наличие в среде токсиканта (вещества ингибирующие мышечную и нервную активность не рассматривались). Рассчитанный индекс токсичности (-109% по средней скорости и -144% по медианной скорости) указывает на высокую токсичность вещества. Выраженная гиперактивность, оцененная по индексу токсичности, подтверждается и наличием статистически значимых различий между контролем и опытом по U-критерия Манна-Уитни ($P<0,001$).

Высокая чувствительность метода, в совокупности с высокой оперативностью позволяет говорить о том, что в дальнейшем, можно модифицировать предложенный подход оценки токсичности для осуществления биологического контроля качества вод в проточных условиях в режиме on-line, для контроля качества очистки забираемых и возвращаемых сточных вод на «водоканалах» городов, а также очистных сооружений промышленных предприятий.

Кроме того, предложенный подход можно использовать для более оперативной оценки экологического риска, как для человека, так и для водных экосистем.

Выводы и рекомендации

1. Разработана новая оперативная (30 мин.) методика определения токсичности воды по изменению поведенческой активности дафний (скорости плавания) при помощи технологии компьютерного зрения, а также создан прототип прибора, обеспечивающего стандартизацию проведения процедуры биотестирования.

2. Токсичность модельного токсиканта в целом идентична при оценивании стандартными методами биотестирования ($A,\% = 3,9\text{--}6\%$) и при помощи разработанного метода по поведенческой активности дафний ($-A,\% = 2,4\text{--}10,9\%$). Рекомендуется для расчета индекса токсичности использовать медианную скорость плавания дафний.

3. По разработанной методике обнаружена высокая токсичность природного токсиканта — микроцистинов ($-A,\% = 109\text{--}144\%$). Токсичность выявлена при концентрации 0,16 мкг/л, что соответствует пределу обнаружения методом ИФА.

Высокая чувствительность разработанного метода, в совокупности с высокой оперативностью в дальнейшем может позволить осуществлять биологический контроль качества вод и оценку экологического риска в проточных условиях в режиме реального времени.

Низкая себестоимость приборно-аппаратного комплекса служит дополнительным фактором для его широкого внедрения в практику контроля природных и сточных вод.

При работе над проектом использовано 13 литературных источников и 1 электронный ресурс.

ПРОЕКТ «ДОМ С ДОЖДЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ (КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОЖДЕВОЙ ЭНЕРГИИ)»

Победитель номинации Председателя Национального номинационного комитета Конкурса, премия 2-й степени для государственной поддержки талантливой молодежи в рамках приоритетного национального проекта «Образование», приз компании «РусГидро»

Энвер Курбанов, 11 класс, СОШ «Школа будущего», п. Б. Исаково Гурьевского района, Калининградская область

Руководитель: А.В. Голубицкий, учитель экологии, директор

Введение

Цель: обосновать создание дождевой инфраструктуры здания для получения нового неисчерпаемого альтернативного источника энергии и водоснабжения.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1. Изучение количества и качества атмосферных осадков для оценки перспектив использования дождевой воды и сопоставле-

ние полученных данных с измерениями ежедневного потребления воды и электроэнергии для оценки возможного вклада создаваемой новой инфраструктуры в общее энерго- и водопотребление здания.

2. Составление универсальной формулы и карт распределения теоретического удельного энергетического дождевого потенциала, позволяющей, зная количество выпавших осадков, площадь крыши, высоту здания, и особенности региона высчитывать возможную экологическую и экономическую пользу.
3. Подготовка необходимых расчетов, чертежей для постройки инфраструктуры «дождевого дома» и создание по ним прототипа дождевого дома («The Rain House»).
4. Определение экологической и экономической прибыли построения дома с дождевой инфраструктурой.



Рис. 1. Измерение количества атмосферных осадков на крыше школы

Материалы и методы

Мониторинг количества выпавших атмосферных осадков в школьной лаборатории (RainLab). Для изучение интенсивности атмосферных осадков использовалось следующие стандартные простые приборы: дождемер и сливная емкость со шкалой в мм. выпавших осадков (см. рисунок 1), с измерением с точностью до 0,5 мм.

Измерения проводились в периоды с 13.01.2013 по 08.04.2013, полученные данные сравнивались с данными сайта rp5.ru и показали существенное сходство, что позволило для расчета многолетнего и годового количества осадков применить метод экстраполяции и использовали данные о количестве осадков из открытых источников. С 1.01.2014 были начаты новые мониторинговые исследования, которые планируются проводить на постоянной многолетней основе.

Количество атмосферных осадков

В результате измерений на школьной мониторинговой станции в начале 2013 за 84 дня было отмечено суммарное выпадение 118,0 мм атмосферных осадков. Для оценки месячного хода, годового объема за 2013, и среднегодового количества атмосферных осадков была сделана выборка из открытой базы данных, размещенных на сайте www.rp5.ru по лицензии Метеорологического Офиса Великобритании (Met Office). Использовались данные, полученные на метеостанции, ближайшей к нашей школьной лаборатории (в г. Калининграде, в около 7 км на запад).

Выборка за тот же период показала выпадение 115,4 мм атмосферных осадков, что незначительно (на 2,2%) меньше полученных нами данных. Несущественные различия могут определяться локальными климатическими особенностями и погрешностью измерений. Корреляционный анализ между данными школьной лаборатории и метеостанции г. Калининграда показал, что наблюдается значительное сходство с достаточно высоким коэффициентом корреляции 0,80. Поэтому в дальнейших расчетах мы использовали многолетние данные по интенсивности осадков размещенных на сайте www.rp5.ru по лицензии Метеорологического Офиса Великобритании (Met Office).

Годовой суммарное количество осадков за последние 9 лет менялось в широком диапазоне от 638 мм/год до 1153 мм/год. Среднее многолетнее значение осадков - 831 мм/год

Оценка теоретического удельного дождевого энергетического потенциала

По аналогии с гидроэнергетическим потенциалом рек проведем расчет теоретического удельного потенциала

$$P = \rho g OH [Bt],$$

Где, ρ - плотность воды, кг/м³; g - ускорение свободного падения, м/с²; H [м] высота падения воды / [м]; Q [м/с] средний количество осадков воды на 1 м².

Для расчета мощности дождевого потока в год введем в формулу время.

$$P = \frac{\rho g L H}{t} Bm/c$$

Где, ρ - плотность воды, величина табличная, равная 1000кг/м³; g - ускорение свободного падения, м/с²; H - высота падения, мы возьмем как 1 метр (для уравнивания условий различных стран); L - Количество выпавших осадков (в год), м. (показатель универсальный для каждой местности); t – время, с.

Для того чтобы узнать годовой потенциал рассчитаем количество секунд в год

$$t_{\text{год}} = 365 \times 24 \times 3600, t_{\text{год}} = 31536000 \text{с}$$

Обладая этими данными рассчитаем для наших (Калининградских) условий, со среднегодовым количеством осадков за 9 лет равным 0.83м, теоретический удельный энергетический потенциал (на 1 м²)

$$P = \frac{pgLH}{t}; P = \frac{10 \times 1000 \times 0.830 \times 1}{31536000} = 0.0002537 \text{ Вт}$$

Где, р - плотность воды, величина табличная, равная 1000кг/м3; г - ускорение свободного падения, м/с2; Н - высота падения, мы возьмем как 1 метр (для уравнивания условий различных стран); L- Количество выпавших осадков (в год), м. (показатель универсальный для каждой местности); t – время, с.

0.0002537 Вт.= 253.7 мкВт (1м2)

Расчет суммарной энергии атмосферных осадков

Суммарное количество энергии дождевого потока, которое возможно теоретически получить с территории Калининградской области при падении дождевой воды с высоты 1 м (площадь – 15,1 тыс. км2) составляет:

$$P_{(\text{год})} = P_{(\text{удельная})} \times t \times S$$

Где, Р(год) – годовой энергетический потенциал Калининградской области, Вт;

Р(удельная) - Удельная энергетическая мощность потоков дождевой воды в год, Вт;

t – время, с;

S – площадь Калининградской области, м2.

$$0.0002537 \text{ Вт} * 31536000 \text{ с} * 15100000000 \text{ м}^2 = 12.08 \times 109 \text{ кВт.}$$

При подсчете рассматривали горизонтальную площадь крыши, тем самым приравнивая дождевой потенциал проекции плоской, конусообразной, треугольной и плоской крыши.

Участок с которого осуществляется сбор осадков в исследовании состоит из 3 частей площадью: 170 м2, 28 м2, 55 м2. Площадь крыши исследуемого участка равна 253м2. Общая площадь крыши школы составляет 3000 м2.

Расчет теоретического удельного дождевого энергетического потенциала на примере конкретного водостока

Удельный потенциал исследуемого нами участка, площадь которого равна 253м2 , за прошлый год, с годовым количеством осадков – 794мм, равен:

$$P = \frac{pgLH}{t} S ; P = \frac{10 \times 1000 \times 0.794 \times 1}{31536000} \times 253 = 0.063699 \text{ Вт}$$

$$\text{А возможная энергия за год } P = \frac{pgLHS}{t}; P = 10 \times 1000 \times 0.794 \times 1 \times 253 = 2008820 \text{ Вт.}$$

$$2008820 \text{ Вт.} = 2127,67 \text{ кВт} = 2.128 \text{ МВт.}$$

Проектные рекомендации

Мы предлагаем проект Rain house и, как его частный случай, Rain School, но в Rain School введены важные для школы образовательные блоки для популяризации знаний о воде и энергии.

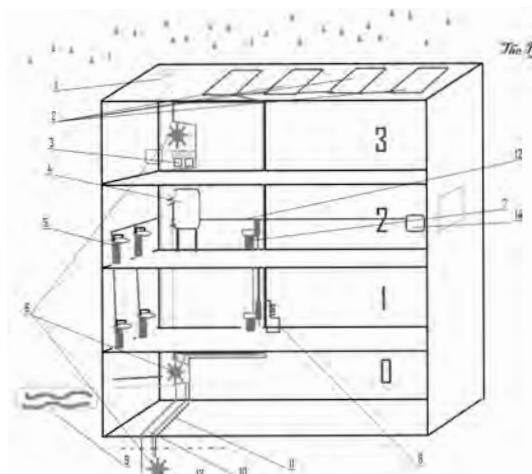
Мы предлагаем максимально использовать ныне невостребованный потенциал дождя. С самого начала дождевые капли попадая на пьезоэлектрический материал вырабатывают энергию, достаточную для работы датчиков (датчик дождя, погодных условий и подобные) затем, стекая, вода попадает в водостоки, где падая вращает лопасти первой дождевой электростанции (ДЭС).

На третьем этаже школы располагается лаборатория изучения воды и энергии (Water Lab) – вся вода проходит через дождемер (количество осадков), первая модельная и доступная для демонстрации возможностей ДЭС показывает переход потенциальной энергии в кинетическую, механическую и электрическую, капельница Кельвина демонстрирует образование электрических разрядов в грозу, возможен отбор проб дождевой воды для химического анализа (кислотность, жесткость) для экологического образования (мониторинг кислотных дождей) и возможностей дальнейшего технического использования.

На втором этаже происходит накопление и использование дождевой воды для санитарных и бытовых нужд (смыв в туалете, мытье рук, уборка полов и др.), для полива комнатных растений (автоматическая система полива без участия человека, при этом демонстрируется работа сообщающихся сосудов). Далее поток разделяется: избыток воды уходит на первый этаж, а использованная вода попадает в канализацию.

На первом этаже происходит потребление выработанной электроэнергии для подзарядки мобильных устройств (специальный эстетичный модуль из пластика с аккумулятором внутри и торчащими проводами для мобильных устройств всех типов – сейчас набирает популярность в общественных зонах в Европе и США).

На уровне цокольного этажа работает дождевая электростанция и отработанная вода поступает для полива растений (возможен еще один резервуар для уменьшения зависимости от погодных условий). При необходимости можно принудительно сбрасывать воду с верхнего резервуара для полива или выработки энергии. Как вариант можно рассмотреть небольшой фонтан на участке от нижнего резервуара до полива школьных цветников.



1. Водосток;
2. Пьезоэлементы;
3. Капельница Кельвина;
4. Резервная емкость;
5. Раковина;
6. Дождевая электростанция;
7. Унитаз (вода - из резервной ёмкости);
8. Пункт универсальной подзарядки (мобильных девайсов, гаджетов и т.п.);
9. Пришкольный газон;
10. Канализационная труба;
11. Электропроводка;
12. Трубы по которым подается вода;
13. Канализационный колодец(глубина 10 метров);
14. Дополнительная резервная емкость для автоматического полива цветов (без участия человека)

Рис. 2. Схема поэтапного использования дождевой воды/энергии.

В канализационном колодце, на глубине более 10 м (как и рекомендовали нам в прошлом году на Водном конкурсе эксперты в Москве) можно установить еще одну ДЭС для финального снятия энергии.

Важно отметить, что после того как прошел дождь, и вода немного отстоялась в первом резервуаре предполагается её очистка с помощью фильтров, но для определения необходимости установки системы дополнительной очистки важно получит продолжительный ряд наблюдения за качеством воды.

В рамках проекта была создана инфраструктура «дождевого дома» (см. Рисунок 2). Так как проект осуществляется на территории образовательного учреждения «Школа будущего», то все составляющие будут иметь доступное прочтение для школьниками полное описание принципа работы и своего потенциала.

Рассчитаем экономический эффект использования подобной инфраструктуры как собранной, так и с учетом сбора осадков со всей территории школы.

Экономический эффект

1. Расчет расходов на проект – Расчет периода окупаемости

- Суммарные затраты на приобретения емкостей труб и креплений с учетом самостоятельной сборки и установки двух баков для поливки растений и технических нужд в туалете составят: 4050,0 рублей

- Суммарные затраты на изготовление дождевой миниэлектростанции – 2500 рублей × 3 шт. = 11550 руб.

2. Расчет экономической эффективности

Экономия за счет сокращения водопотребления

По данным за 2013 водопотребление «Школы будущего» составило 3973 м3. Стоимость 1 м3 - 16.55 руб. В итоге сумма к оплате – 65753 руб.

Электроэнергии за 2013 год было затрачено – 555422 КВт. Стоимость 1 КВт электроэнергии – 3.269 руб.

С учетом среднегодового количества осадков 830 мм (за 9 лет по данным сайты RP5.ru) и полной площади крыши школы 3000 м2, найдем объем воды, который можно сэкономить. $V=SL$ (м3), $V=2490$ (м3)

где S – полная площадь крыши, равная 3000 м2;

L – среднегодовое количество осадков (за 9 лет по данным сайты RP5.ru), равное 0.83м.

С учетом рыночной стоимости $2490 \text{ м}^3 \times 16.55 \text{ руб./м}^3 = 41209.5 \text{ руб.}$ Таким образом, доля сэкономленной стоимости водных ресурсов составит 63% при условии использования всей крыши школы.

За счет участка крыши в рамках пилотного проекта (253 м2) прогнозируется экономия $210 \text{ м}^3 \times 16.55 \text{ руб./м}^3 = 3475 \text{ руб./год}$

Экономия за счет сокращения потребления электроэнергии.

Удельный электрический потенциал крыши школы, площадью равной 3000 м2, за прошлый год, со среднегодовым количеством осадков - 0.830 м., равен:

$$P = pgLHS; P = 10 \times 1000 \times 0.830 \times 1 \times 3000 = 24900000 \text{ Вт.}$$

Однако мы собираемся использовать энергию падения воды не один раз, электрогенераторы по плану, установлены в нескольких уровнях (по аналогии с каскадами ГЭС на реках), так 1 электро генератор (ЭГ) с высотой падения воды (h)=1м., 2(ЭГ) с (h)=8 м. и 1(ЭГ) установленный в канализационном колодце с (h)= 10м.

Соответственно количество вырабатываемой энергии равно:

$$P1(\text{ЭГ}, \text{ где } h=1\text{м}) = 10 \times 1000 \times 0.830 \times 1 \times 3000 = 24900000 \text{ Вт.}$$

$$P2(\text{ЭГ}, \text{ где } h=8\text{м}) = 10 \times 1000 \times 0.830 \times 8 \times 3000 = 199200000 \text{ Вт.}$$

$$P3(\text{ЭГ}, \text{ где } h=8\text{м}) = 10 \times 1000 \times 3973 \times 8 = 317840000 \text{ Вт.}$$

P4(ЭГ, где h=10м) = $10 \times 1000 \times 3973 \times 10 = 397300000$ Вт.

Суммарная собранная с электрогенераторов энергия составит 939240000 Вт.

939240000 Вт. = 939240 КВт. = 939.240 МВт.

Важно учитывать КПД генератора. Так генераторы с оптимальным КПД = 5% способны в сумме выработать 46.962 МВт.

С учетом рыночной стоимости 46962 КВт.ч × 3.269 руб./КВт.ч = 153518.7 руб.

Таким образом, экономия энергоресурсов за счет проекта составит 8.5 % от текущего энергопотребления (при условии использования атмосферных осадков со всей крыши здания).

За счет участка крыши в рамках пилотного проекта (253 м²) прогнозируется экономия 2127,67 кВт × 3.269 руб./КВт.ч = 6955 руб./год

Таким образом, общая годовая экономия при использовании всей собранной воды с крыши составит 194728,2 руб./год, а на участке пилотного проекта – 10430 руб./год

Таким образом, период окупаемости проекта составит при самостоятельной инсталляции всего оборудования 104301,1 / 11550 = 1.1 года.

Расчет периода окупаемости произведен без учета экономии от перехода на автоматический способ полива комнатных растений и клумб на пришкольной территории (система трубок, по которым дождевая вода движется из резервуара самотеком). Кроме того, не учитывалась экономия электричества от установленных пьезоэлементов т.к. эта технология пока имеет больше презентационное, чем экономическое значение и энергия будет использована для электропитания датчиков дождя. Важный экологический и экономический дополнительный эффект будет достигаться за счет отсутствия в предлагаемой системе насосов и затрат электричества на подъем вод (движение только самотеком).

При работе над проектом использовано 9 литературных источников и 3 электронных ресурса.

ПРОЕКТ «ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ МАКРОФИТОВ ВОДОТОКОВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ПЕЧОРА»

Победитель номинации «Моря и океаны», премия 2-й степени для государственной поддержки

талантливой молодежи в рамках приоритетного национального проекта «Образование»

Мария Маркова, 9 класс, МБОУ СОШ, п. Красное Заполярного района, Ненецкий автономный округ

Руководитель: Н.Г. Панарина, к. б. н., учитель биологии и химии высшей категории

Введение

Цель работы. Изучить видовой и фитоценотический состав высшей водной растительности водотоков дельты реки Печора и южной части Коровинской губы, проследить распространение сообществ макрофитов, определить класс качества воды в изучаемых водных объектах. Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи: 1) определить видовой состав макрофитов, обитающих в разнотипных водотоках дельты реки Печора и южной части Коровинской губы; 2) изучить фитоценотический состав высшей водной растительности, проследить распространение сообществ в водных объектах разного типа; 3) выявить сообщества, являющиеся индикаторами эвтрофирования и определить с их помощью класс качества воды; 4) изучить индикаторные свойства сообществ высших водных растений по отношению к pH водной среды; 5) изучить влияние водоплавающих птиц на формирование высшей водной растительности в водных объектах.

Научная новизна. Впервые в протоках дельты реки Печора проводится изучение экологии сообществ макрофитов.

Практическая значимость. Сбор данных для Летописи природы заповедника «Ненецкий». Результаты работы позволяют оценить загрязнение русла органическими веществами, служат основой для мониторинговых работ, планирующихся на территории заповедника в дальнейшем.

Объект исследований. Виды и сообщества макрофитов водотоков дельты реки Печора и южной части Коровинской губы Баренцева моря.

Предмет исследований. Распространение макрофитов и их сообществ в разнотипных водных объектах, индикаторные свойства сообществ макрофитов по отношению к качеству и pH водной среды.

Материалы и методы исследований

Материалом работы явились результаты исследований, проведенных в июне - сентябре 2013 г на территории заповедника «Ненецкий». Изучен растительный покров акватории Коровинской губы в районе о. Кашин, о. №14 и Свизев Шар. Обследована растительность проток Большой Гусинец, Малый Гусинец, Козлюков Шар, Свизев Шар, и 3 ручьев . Общая протяженность изученной части акватории около 100 км. При помощи GPS-навигатора определены точные координаты пробных площадей. При помощи грабель мы извлекали из воды высшие водные растения, выявляли виды макрофитов. По общепринятым методикам (Воронов, 1973; Катанская 1981; Миркин, Розенберг, 1987) проводили геоботаническое картирование и описание растительных сообществ. Выполнено 238 описаний растительных сообществ. В каждом описании измеряли глубину, pH водной среды, выявляли характер донных отложений. Прослежено распределение растительности по акватории изученных водотоков и прибрежья Коровинской губы Баренцева моря. Составлены профили зарастания. В работе использовали следующие методы исследований:

- Маршрутный (поездки на моторной лодке с целью выявления видов макрофитов и их сообществ);

- Стационарный (описание пробных площадей);
- Лабораторный (определение видов макрофитов, оформление гербария, компьютерная обработка материала);
- Статистическая обработка данных (определение среднего значения pH водной среды в сообществах, отклонения от среднего);
- Фотосъемка.

При определении видового состава макрофитов включили в список видов все произрастающие в водной среде гидрофиты, гелофиты и гигрогелофиты (Папченков, Щербаков, 2003). При выделении типов сообществ мы использовали доминантно-детерминантный подход (Папченков, 2001, 2003). Латинские названия ассоциаций даны согласно Кодексу фитоценотической номенклатуры (Баркман, 1988).

Результаты работы

Флора и растительность изученных водных объектов

Флора. В результате работы выявлено 29 видов макрофитов из 17 родов, 14 семейств, 5 классов, 4 отделов. Преобладают цветковые растения, которые представлены 24 видами из 13 родов, 11 семейств, 2 классов. Лидирует семейство Potamogetonaceae (8 видов, 28%). На втором месте семейство Sparganiaceae, в нем насчитывается 3 вида, 10%. Остальные семейства включают до двух видов.

К наиболее часто встречающимся относятся следующие виды макрофитов: *Warnstorffia exannulata*, *W. Fluitans*, *Carex aquatilis* они выявлены во всех водных объектах. На втором месте *Potamogeton perfoliatus*, отмеченный во всех водотоках. *P. pectinatus* также широко распространен. Он произрастает в 9 водных объектах, исключение составляют ручьи Большой Гусинец и Козлюков Шар. В 7 водных объектах встречены уруть колосистая и повойничек перечный. К редко встречающимся видам относится пузырчатка малая. Она встречена один раз в ручье Малый Гусинец. Остальные виды встречаются изредка. Высокая встречаемость *Warnstorffia exannulata*, *W. Fluitans*, *Carex aquatilis* объясняется однообразием растительности побережий, где эти виды формируют широко распространенные совместные сообщества. *Potamogeton pectinatus* является индикатором накопления органических веществ (Дубына 1993; Панарина, Папченков, 2005; Хренова, 2008, 2009) Мы считаем, что широкое распространение этого вида связано с эвтрофированием, вызванным попаданием нефти и газа из скважины №9 в русла проток. *P. Perfoliatus* обладает широкой экологической амплитудой (Дубына 1993; Панарина, Папченков, 2005; Хренова, 2008, 2009), поэтому широко распространен.

Высшая водная растительность обследованных водных объектов представлена 12 типами сообществ. К одной ассоциации мы относим растительные сообщества определенного флористического состава с единообразными условиями местообитания (Миркин и др., 1989). Широко распространены сообщества осоки водной с вансторфиетой и разнотравьем, сообщества рдеста гребенчатого, сообщества рдеста гребенчатого с рдестом пронзенолистным, сообщества рдеста пронзенолистного. Эти сообщества преобладают в растительном покрове изученных водных объектов. Интересно, что ценозы ежеголовника северного встречаются только в ручьях, испытывающих влияние болотных вод.

Распространение сообществ макрофитов в изученных водных объектах

Коровинская губа. Обследована южная часть прибрежья Коровинской губы. Высшая водная растительность покрывает значительную часть акватории. Преобладают заросли рдеста гребенчатого. Сообщества вида распространены до глубины 1,5 м. Часто за зарослями рдеста гребенчатого находятся ценозы рдеста пронзенолистного, проникающие до глубины 2 м. Интерес представляет часть акватории устья Свизев Шар. Здесь кроме сообществ рдеста гребенчатого и рдеста пронзенолистного выявлены ценозы урути колосистой, и небольшое сообщество ежеголовника тонколистного. Общее проективное покрытие достигает 100%.

Протока Большой Гусинец. В районе впадения протоки в Коровинскую губу выявлены мощные сообщества рдеста гребенчатого, сменяющиеся с нарастанием глубины рдестом пронзенолистным. Здесь pH 8 – 8.4. Вверх по течению влияние морской воды становится меньше и в растительном покрове появляются сообщества урути колосистой, ежеголовника северного, которые занимают значительные площади.

Протока Малый Гусинец. В 1981 г. на территории скважины №9 Кумжинского месторождения, расположенного в дельте реки Печора, произошел взрыв, в результате которого 6 лет в протоку Малый Гусинец выбрасывались газ и нефтепродукты. Аварию удалось частично ликвидировать только в 1987 г. Аварийный участок (грифон) оградили дамбой построенной из песка. Но и сейчас во время половодья часть нефтепродуктов вымывается из грифона и выносится в Коровинскую губу (Ануфриев и др., 2004, Толкачев, 2000). В районе дамбы, с южной стороны, литораль с хорошо развитыми сообществами макрофитов сменяется глубоководными участками, где водная растительность отсутствует. Здесь причаливали суда, привозившие песок и щебень для строительства дамбы, поэтому глубина здесь около 5 – 10 м. В растительном покрове у берега преобладают сообщества рдеста гребенчатого, рдеста пронзенолистного, которые характеризуются низким уровнем жизненности. Растения не превышают размеров 0,5 – 0,7 м. На мелководье небольшие сообщества повойничка перечного, которые сменяются сообществами шелковника. При продвижении к югу заросли рдеста пронзенолистного становятся более развитыми и жизнеспособными. В районе островков, где держатся водо-плавающие птицы, выявлены сообщества рдеста гребенчатого и рдеста пронзенолистного. Островки покрываются приливными водами, здесь выявлены мощные сообщества хвостника ланцетовидного. Отсутствие сообществ рдеста гребенчатого в районе дамбы, мы объясняем песчаным характером донных отложений.

Грифон Малый Гусинец. Водоем образовался в результате строительства дамбы. В настоящее время побережье грифона покрыто пятнами нефти. Ощущается сильный запах газа, который выделяется до сих пор. Высшая водная растительность представлена мощными сообществами рдеста гребенчатого, который обнаружен на побережье в большом количестве. В этом водоеме кормятся лебеди. Обследование акватории не проведено в связи с сильным запахом газа. В небольших лужицах на берегу пятна нефти, здесь произрастает хвостник обыкновенный.

Протока Свизев Шар. Соединяет Большой Гусинец с Коровинской губой. Протока мелководна. Высшая водная растительность развита хорошо. Преобладают сообщества рдеста гребенчатого, рдеста пронзенолистного. В районе протоки Большой Гусинец общее проективное покрытие составляет 100%. В растительности побережий преобладают сообщества осоки водной с вансдорфиетой и заросли ивы.

Протока Козлюков Шар. В устье сообщества рдеста гребенчатого на песчано-илистом дне. Вдоль всего побережья протоки на глубине до 1,2 м тянутся мощные сообщества рдеста гребенчатого, которые сменяются сообществами рдеста пронзенолистного. Проективное покрытие растений в сообществах до 100%. При удалении от Коровинской губы в растительном покрове появляются сообщества ежеголовника северного, который занимает значительные площади.

Высшая водная растительность ручьев отличается от растительности крупных водотоков. Это отличие объясняется удаленностью от моря и незначительным влиянием приливных вод, pH здесь колеблется от 7.1 до 7.8. В эти водотоки стекает вода из болот. Как правило ручьи берут начало в болотах.

Ручей Большой Гусинец. Ручей берет начало в болоте. Дно глинисто-илистое. Прибрежная растительность представлена осоковыми и ивово-разнотравными сообществами, которые сменяют друг друга. Часто встречаются мочажины, в которых обильно произрастает сабельник болотный. В растительном покрове преобладают сообщества ежеголовника северного, урути колосистой, где присутствует повойничек перечный. Интересно отсутствие рдеста гребенчатого, широко распространенного в других водных объектах. Мы связываем это с глинистым характером донных отложений и снижением pH водной среды за счет болотных вод богатых гуминовыми кислотами, меньшим количеством нефтепродуктов

Ручей Малый Гусинец берет начало в болоте. Растительность побережий представлена преимущественно ивовыми сообществами. В виде небольшой прерывистой полосы отмечены сообщества осоки водной. Преобладают сообщества рдеста гребенчатого, рдеста пронзенолистного, урути колосистой. На мелководье обнаружен шильник водный. Вверх по течению от протоки Малый Гусинец встречаются обширные сообщества ежеголовника северного, небольшие ценозы шелковника. Здесь выявлено единственное местонахождение пузырчатки малой. По урезу воды встречаются небольшие сообщества шильника водного. Это растение употребляют в пищу в большом количестве водоплавающие птицы.

Ручей Козлюков Шар. Ручей берет начало в болоте. Околоводная растительность представлена зарослями ивы. Его ширина не превышает 10 м. Все русло заросло. Дно глинисто-илистое. Уровень воды резко колеблется. На обсыхаемом прибрежье сообщества хвостника ланцетного и щавеля водного. По урезу воды сообщества шильника водного. В воде ценозы ежеголовника северного с разнотравьем, где присутствует рдест пронзенолистный и рдест злаковидный. В небольшом количестве рдест альпийский, урут колосистая.

Таким образом, в растительном покрове Коровинской губы доминируют заросли рдеста гребенчатого. Часто рдест пронзенолистный образует сообщества с рдестом гребенчатым. Сообщества этих видов занимают обширные площади. В растительности проток эти сообщества также занимают значительные площади, но здесь распространены также ценозы урути колосистой, которая местами образует чистые заросли. Небольшие площади в протоках занимают заросли шелковника. В ручьях преобладают сообщества ежеголовника северного. Мы составили карту распределения сообществ высших водных растений (Рисунок 1).

Индикаторные свойства сообществ макрофитов по отношению к качеству воды и pH водной среды

Широкое распространение сообществ рдеста гребенчатого с высоким проективным покрытием свидетельствует об эвтрофировании водной среды в Коровинской губе и крупных протоках. По данным Д.В.Дубыны (Дубына, 1993) рдест гребенчатый является индикатором эвтрофирования водной среды. В работах Ю.Хреновой (Хренова, 2007, 2008, 2009) приводится информация о том, что сообщества рдеста гребенчатого свидетельствуют о IV классе качества воды. По данным этого автора рдест пронзенолистный обладает широкой экологической амплитудой и не может являться индикатором качества воды. Интересно, что рдест длиннейший, который является индикатором II класса качества воды (Хренова, 2007, 2008, 2009) в изучаемых водных объектах, встретился всего один раз в ручье Большой Гусинец в небольшом количестве.

В процессе работы мы выявили, что некоторые сообщества макрофитов, распространены на участках акватории, с мало отличающимися значениями pH водной среды. Отклонение от среднего для этих сообществ ниже 0,1. Эти сообщества являются индикаторами pH водной среды. К ним относятся сообщества хвостника ланцетного ($7,67 \pm 0,07$), ежеголовника северного с разнотравьем ($7,85 \pm 0,05$), повойничка перечного ($8,11 \pm 0,06$), шильника водного ($8,16 \pm 0,06$). Следует отметить, что сообщества ежеголовника северного с разнотравьем встречаются только в ручьях, где pH незначительно ниже, чем pH в Коровинской губе и в протоках. Слабощелочная реакция среды в протоках и Коровинской губе обусловлена влиянием приливов вод Баренцева моря. В ручьях стекает вода из болот, поэтому значение pH здесь несколько ниже. Некоторые макрофиты оказываются очень чувствительными к незначительному колебанию pH и поэтому могут являться индикаторами pH водной среды.

Виды макрофитов, которые использует в пищу малый тундровый лебедь

В Коровинской губе весной и осенью скапливается более 1500 особей малого тундрового лебедя, экскременты которого увеличивают содержание органического вещества в воде. На кормовых площадках этих птиц выявлены остатки рдеста гребенчатого, рдеста пронзенолистного. Птицы съедают сочные корневища, а вегетативную массу приливные воды выносят на берег. Штормовые выбросы, которые мы обнаружили, состояли из стеблей и листьев рдеста гребенчатого. Кроме лебедей в Коровинской губе мы наблюдали гусей гуменников и уток. Они тоже кормились на мелководье.

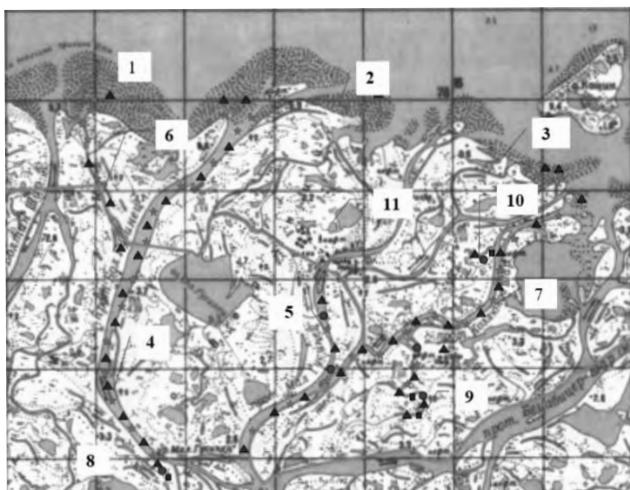


Рис. 1. Район исследований: 1 – Коровинская губа в районе Свизев Шар; 2 – Коровинская губа в районе о. №14; 3 – Коровинская губа в районе о. Кашин; 4 – Большой Гусинец; 5 – Малый Гусинец; 6 – Свизев Шар; 7 – Козлюков Шар; 8 – Ручей №1 (Большой Гусинец); 9 – Ручей №2 (Малый Гусинец); 10 – Ручей №3 (Козлюков Шар); 11 – Грифон Малый Гусинец. М 1:10000. Условные обозначения: - сообщества рдеста гребенчатого, - сообщества рдеста пронзенолистного, - сообщества урути колосистой, - сообщество ежеголовника северного.

Выходы

1) В результате работы выявлено 29 видов макрофитов из 17 родов, 14 семейств, 5 классов, 4 отделов;

2) Выявлено 12 типов сообществ, из которых наиболее широко распространены сообщества: *Potametum pectinati*, *Potameto pectinati-Potametum perfoliati*, *Potametum perfoliati*, *Heteroherboso- Warnstorfieta- Caricetum aquatilis*. В ручьях преобладают сообщества *Heteroherboso -Sparganiatum hyperborei*;

3) Индикаторами эвтрофирования являются сообщества: *Potametum pectinati*, *Potameto pectinati-Potametum perfoliati*. Они свидетельствуют о IV классе качества воды;

4) Индикаторами pH водной среды являются сообщества *Hippuridetum lanceolati*, *Heteroherboso -Sparganiatum hyperborei*, *Elatinetum hudropiperi*, *Subularietum aquatici*;

5) Процессы жизнедеятельности малого тундрового лебедя увеличивают эвтрофикацию южной части Коровинской губы.

Заключение

Достаточное видовое разнообразие сопровождается небольшим разнообразием сообществ. В растительном покрове преобладают ценозы видов устойчивых к эвтрофированию. Они занимают большие площади в Южной части Коровинской губы и водотоках. В растительном покрове ручьев, где содержание нефтепродуктов меньше, pH ниже преобладают сообщества *Heteroherboso -Sparganiatum hyperborei*.

Программа действий. Продолжить изучение растительного покрова водотоков дельты р. Печора и Коровинской губы Баренцева моря. Оценить качество воды на основании распространения сообществ макрофитов.

Благодарности. Выражаю благодарность научному руководителю Наталии Геннадьевне Панариной за руководство полевыми исследованиями и за консультации при обработке материала. Сердечно благодарю Полину Ледкову за помощь при сборе полевого материала. Также большое спасибо сотрудникам государственного природного заповедника «Ненецкий» за организацию работ, предоставление транспортных средств.

При работе над проектом использовано 27 литературных источников.

ПРОЕКТ «ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ЧУСОВОЙ»

Победитель номинации «Охрана и восстановление водных ресурсов в бассейне реки Волги им. проф. В.В. Найденко», премия 2-й степени для государственной поддержки талантливой молодежи в рамках приоритетного национального проекта «Образование»

Екатерина Акилова, 11 класс, МБОУ СОШ № 90, г. Н. Тагил, Свердловская область

Руководитель: Л.И. Застольская, доцент, методист высшей категории; Д.В. Шубин, педагог МАУДО ГорСЮН

Проект выполнен на базе МОУДО «Станция юных натуралистов»

Введение

Чусовая – река Среднего Урала, левый приток Камы. Протекает по территории Челябинской, Свердловской областей и Пермского края. Река интересна тем, что берёт начало на восточных склонах Уральского хребта, в Азии, пересекает его и в основном протекает по его западным склонам, в европейской части России, дважды переходя из Свердловской области в Пермский край. Длина Чусовой – 592 км.

Целью данной работы является изучение экологического состояния реки Чусовой на различных её участках с учетом влияния антропогенных факторов.

Задачи исследования:

1. Определить качество воды реки Чусовая методом биоиндикации по организмам макрозообентоса.
2. Определить видовой состав водных и околоводных растений и установить степень эвтрофирования вод реки.
3. Оценить интенсивность процессов самоочищения экосистемы реки.

Объект исследования: река Чусовая. Предмет исследования: качество воды реки Чусовой, влияние её загрязнения на живые организмы и способность реки к самоочищению. Практическое значение: результаты исследований используются при разработке природоохранных мероприятий, проводимых Природным парком «Река Чусовая».

Водная и околоводная флора реки Чусовая

Была изучена водная флора р. Чусовой на участке от с. Косой Брод до дер. Верхняя Осланка, что по протяженности составляет около 325 км. В результате обследования 21 точки наблюдения нами было обнаружено 44 вида растений, обитающих в воде и у границы воды, что составляет примерно 33 % от 133 видов водной и околоводной флоры Среднего Урала (Определитель..., 1994). Наибольшее разнообразие водных и прибрежно-водных растений – 23 вида, наблюдается в контрольной точке – дер. Косой Брод. Также большое разнообразие видов – 20, обнаружено в районе камня Стеновой и 20 видов у Камня Рудниковая гора. Наименьшее разнообразие – 5 видов, отмечено в районе дер. Усть-Утка и у Камня Дождевой – 6 видов.

Среди обнаруженных растений, наиболее встречающийся вид – двукисточник тростниковидный, обнаружен в 18 точках из. В 17 точках нами отмечены осоки, в 16 точках обнаружены виды рода ива. Среди погружено водных растений чаще других встречается уруть колосистая – в 16 точках, элодея канадская – в 14 точках, рдесты – в 11 точках.

Следует обратить внимание на то, что растения-индикаторы на изученном участке реки встречаются практически повсеместно, однако, соотношение индикаторов слабого насыщения биогенными элементами и индикаторов более сильного эвтрофирования неодинаково в разных точках. Изученный участок можно разделить на 2 части. На протяжении реки от поселка Билимбай, до деревни Нижнее Село наблюдается большое количество а-мезосапробных видов, что говорит о достаточно высоком содержании биогенных элементов в воде. Причиной загрязнения вод реки биогенными элементами, являются стоки промышленных предприятий и населенных пунктов. В верхней части изученного участка до поселка Староуткинск, включительно, размещено более 30 предприятий, сбрасывающих сточные воды в Чусовую. Наиболее напряженная обстановка отмечается на участке от Волчихинского водохранилища до г. Билимбай (Министерство..., 2007).

На участке реки от Илимского моста и до деревни Верхняя Осланка достаточно часто встречаются погруженно-водные растения, являющиеся индикаторами β-мезосапроного загрязнения и незначительное обилие полупогруженных растений, что свидетельствует о меньшем содержании в воде биогенных элементов. На данном участке реки расположено 6 населенных пунктов, однако, промышленных предприятий на их территориях нет.

В двух точках встречен водный мох фонтиналис, что может свидетельствовать о незначительном количестве биогенных элементов в воде. Первая встреча в пос. Косой Брод, в верховьях реки, выше всех промышленных предприятий, второй раз фонтиналис был обнаружен в районе Камня Востряк, который расположен на 175 км ниже последнего промышленного предприятия.

Определение экологического состояния реки Чусовой методом биоиндикации

Фауна макробес позвоночных р. Чусовой по нашим данным представлена 106 таксономическими группами, относящимися к пяти типам, среди которых самым массовым является тип Членистоночие (Таблица 1). Особенно богат представителями кл. Насекомые.

Анализ результатов отловов беспозвоночных в различных точках р. Чусовая показал, что фауна беспозвоночных животных неоднородна. Наибольшее количество таксономических групп из числа индикаторных организмов отмечено нами в верховьях реки до сбросов промышленных предприятий и достигает десяти. Здесь встречаются обитатели вод удовлетворительной чистоты и чистых вод, такие как беззубка, затворки, личинки красоток, поденок и ручейников. По шестиклассной системе Грехема качества вод такая вода относится к 3 классу.

Таблица 1. Индикаторные организмы макрозообентоса на реке Чусовая

Систематические группы	Встречаемость животных											
	Станционный Показатель	Поселок	Билимбай	Нижнее Село	Черепан	С. Усть-Утка	К. Осипов	Влахаре, р. Елань	С. Студы	Влахаре, р. Осиповка	Влахаре, р. Серебрянка	К. Венсан
Тип Кольчатые черви Малая Ложнокожеская пищевка Нетропелла охкос плата Большая Ложнокожеская пищевка Нетропия кантригана Трубочки Тубифициdae (в массе)	++ + + +++	++ ++ +		++ + ++	+	+	+	++ ++ +	+	+	++ ++ +	+++
Тип Моллюски Белузка Aplanota Горопища Pisidium Шаровка Sphaerium Затворки Valvula, Valvata	++ ++ ++ +++	++ ++ ++ +	+	++ ++ ++	++ ++ ++	++ ++ ++	++ ++ ++	++ ++ ++	++ ++ ++	++ ++ ++	++ ++ ++	+++
Тип Членистоночие Класс Ракообразные Водные ослики Aesalus aquatius		+++ +++ +++	+++ +++ +++	++ ++ ++		+++ +++ +++		+	+	+	+	+++
Класс Насекомые Отряд Стрекозы Красотки Calopterygidae	+++			+++ +++			+++ +++	+	+	+	+++	
Отряд Ручейники Личинки Гидроидные Hydrozoidea Личинки Алангидии Anelgida	++ + +++	++ ++ ++	++ ++ ++	+	++ ++ ++	+	+	++ ++ ++	+	+	+	++
Отряд Полденки Эphemeroptera	+++			+++ +++		+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	
Кол-во таксономических гр. Класс качества воды	10 3	7 4	5 5	6 4	8 3	9 4	7 4	8 4	8 4	9 4	9 4	8 4

Ниже г. Полевской после сбросов стоков промышленных предприятий которого число таксономических групп индикаторных организмов зообентоса снижается до семи. Здесь появляются организмы загрязненных вод, такие как водяной ослик и трубочник. Проанализировав таксономический состав индикаторных организмов, мы определили, что вода данного створа относится к 4 классу (загрязненные воды).

Следующая точка отбора проб – район пос. Билимбай, после стоков промышленных предприятий городов Дятьярск, Ревда, Первоуральск. Донные отложения в месте взятия проб очень сильно загрязнены и представляют собой черную маслянистую массу со специфическим запахом. Таксономический состав индикаторных организмов беспозвоночных животных представлен лишь пятью группами с преобладанием обитателей грязных вод – трубочников (в массе), водяных осликов, а также горошин, шаровок и пиявок. Вода данного створа по индикаторным организмам макрозообентоса относится к 5 классу.

Встречаемость: + единично, ++часто, +++массово

Определение класса качества вод по шестиклассной оценке показало, что на всем протяжении туристического маршрута вода соответствует 4 классу качества (загрязненные воды)

И лишь в районе п. Харенки качество воды р. Чусовой становится несколько выше, что, как мы полагаем, связано с процессами самоочищения и разбавления притоков Чусовой и родников. Количество таксономических групп индикаторных организмов достигает восьми, здесь появляются такие беспозвоночные как беззубки, красотки, личинки красоток, ручейников и поденок. Класс качества воды определен нами по индикаторным организмам как третий (воды удовлетворительной чистоты).

От ст. Коуровка, где начинается Всесоюзный туристический маршрут № 157-79-01 (58), наблюдается влияние рекреационного фактора на экологическое состояние реки. Рекреационное воздействия заключается в загрязнении берегов реки твердыми бытовыми отходами (ТБО), повреждении и разрушении культурных слоев археологических памятников, вытаптывании и сборе эндемичных, реликтовых, и краснокрасивых цветущих растений, заготовке лекарственного сырья. В местах туристических стоянок нами отмечено так же снижение качества воды: здесь чаще встречаются индикаторные организмы грязных вод, такие как водяной оселок. Как мы полагаем, это связано с влиянием бытовых стоков, которое довольно быстро нивелируется в результате процессов самоочищения.

Самоочищение реки Чусовой

Результаты изучения способности воды к самоочищению аппликационным методом

Первая проба донных отложений была отобрана нами в районе пос. Станционный Полевской. Поселок расположен в верховьях реки Чусовой.

Взятые здесь пробы донных отложений показали высокую способность реки к самоочищению: рентгеновская пленка данных проб имеет крупные разрушенные участки матового оттенка, местами до полного ее разрушения (Рис. 1). Это можно объяснить тем, что в верховье реки нет крупных предприятий, и не наблюдается токсическое загрязнение воды. Вследствие этого активность микроорганизмов не угнетается.

Следующая точка отбора проб - район поселка Билимбай. Опыты с рентгеновской пленкой показали, что процессы самоочищения здесь особенно угнетены: на ней не обнаружено следов работы микроорганизмов (желатин рентгеновской пленки не использован).

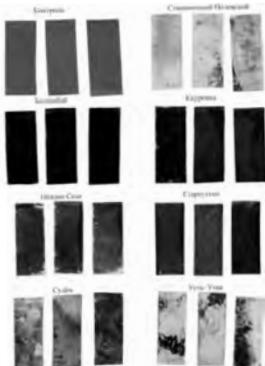


Рисунок 1. Результаты исследований по выявлению способности к самоочищению донных отложений р. Чусовой.

Это объясняется тем, что химическое загрязнение водоемов токсичными промышленными стоками приводит к сильному сокращению численности микроорганизмов, вырабатывающих протеазы.

Аналогичная картина наблюдается в пос. Кауровский, который находится в 15 км. ниже пос. Билимбай.

Вода р. Чусовой в районе Нижнего Села по-прежнему сохраняет следы загрязнения стоками промышленных предприятий, как по цвету, так и по запаху донных отложений, но они выражены уже не так ярко. И лишь в створе с. Сулём на значительном расстоянии от Билимбая вода становится значительно чище. Ещё в большей мере сказанное наблюдалось в нашем эксперименте после впадения в Чусовую р. Межевая Утка. Рентгеновская пленка данных проб имеет наиболее крупные разрушенные участки матового оттенка. Мы полагаем, что это связано с тем, что Межевая Утка сравнительно полноводная, протекает вне промышленной зоны и является экологически благополучной.

Таким образом, аппликационный метод с использованием рентгеновской пленки позволяет не только выявить способность реки к самоочищению, но и установить влияние токсичных стоков на процессы самоочищения.

Пути охраны и реабилитации реки Чусовой

Анализируя сложившуюся ситуацию, мы пришли к выводу, что главная причина загрязнения реки на туристических маршрутах заключается в низкой экологической культуре туристов и недостаточной их информированности о таком уникальном природном комплексе, как река Чусовая. Рекреационное воздействия заключается в загрязнении берегов реки твердыми бытовыми отходами, повреждении и разрушении культурных слоев археологических памятников, вытаптывании и сборе эндемичных, реликтовых, и краснокрасивых цветущих растений, заготовке лекарственного сырья. В связи с этим на городской станции юных натуралистов нами создано 2 экспедиционных отряда, которые совместно с Природным парком «Река Чусовая» организовали агитационно-разъяснительную работу среди туристов: выпускаются экологические листовки, плакаты, на туристических стоянках устанавливаются предупредительные аншлаги, проводятся акции в защиту Чусовой. Учащиеся оказывают помощь работникам парка в природоохранной деятельности (волонтерские работы по очистке берегов реки и благоустройству экологической тропы).

Для экологической реабилитации реки и улучшения ее самоочищающей способности мы намереваемся в рамках работы Природного парка создать несколько ботанических площадок, которые позволят интенсифицировать процессы самоочищения реки Чусовой.

Ботанические площадки, по определению Эйнора (Галиуллин., 2010), представляют собой «широкий спектр водотоков, заросших макрофитами естественным путем или высаженных на них искусственно». Растения вносят значительный вклад в процессы самоочищения. Они не только поглощают большое количество примесей из воды, но и обеспечивают оптимальные условия для жизнедеятельности микроорганизмов. В большинстве случаев ВВР представлена тростником обыкновенным, рогозом узколист-

ным и широколистным, камышом озерным, элодеей канадской. По данным ряда авторов (Галиулин.., 2010) степень очистки воды от соединений азота на таких площадках колеблется в пределах 25–97 %, фосфатов на 96-99 %, органических веществ на 40-80 %, взвешенных веществ на 88-97 %, тяжелых металлов (медь, хром, никель, цинк, свинец, кадмий) может достигать почти 100 %. Перечисленные выше растения произрастают в реке Чусовой, что позволяет использовать их в качестве дополнительного механизма в очистке воды после хозяйствственно-бытовых стоков с населенных пунктов, ферм и полей и доочистке стоков промышленных предприятий. Для выполнения этой работы нами планируется в 2014 году:

1. Выявить места таких стоков
2. Создать группу волонтеров, для выполнения работы по созданию ботанических площадок.
3. Произвести высадку представителей высшей водной растительности играющих роль в очистке воды от загрязнений.

Выводы:

1. Главным источником загрязнения реки Чусовой являются стоки промышленных предприятий городов Полевской, Дегтярск, Ревда и Первоуральск, которые приводят к снижению биоразнообразия.
2. Класс качества воды реки Чусовой, определенный методом биоиндикации, колеблется от 3-его (воды удовлетворительной чистоты) до 5-ого (грязные воды) и зависит от степени антропогенного воздействия.
3. Наличие индикаторов β-мезосапробных видов, говорит о средней степени насыщения воды биогенными элементами.
4. После стоков крупнейших промышленных предприятий наблюдается очень низкая степень самоочищения донных отложений, которая восстанавливается в среднем течении реки за счет разбавления, осаждения, окисления и биологической очистки
5. Для улучшения экологического состояния реки Чусовой необходимо продолжать начатую работу и создать ботанические площадки.

При работе над проектом использовано 16 литературных источников и 1 электронный ресурс.

ПРОЕКТ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ИСКУССТВЕННОГО ОЗЕРА ГОРОДА - КУРОРТА ЖЕЛЕЗНОВОДСКА»

*Победитель номинации «Вода и мир», премия 2-й степени для государственной поддержки талантливой молодежи
в рамках приоритетного национального проекта «Образование»*

Александр Сердюков, 11 класс, МКОУ СОШ № 10, г. Железноводск, Ставропольский край

Руководитель: Н.К. Мирошниченко, учитель биологии

Цель работы — изучение экологических проблем городского озера и предложить пути их решения. Задачи: 1. Дать общую оценку водному объекту - декоративному озеру: размеры, характер берегов, грунта, температура и прозрачность, глубина и другие параметры такие как состав воды и основные химические и биологические загрязнители. 2. Изучить состояние обитателей водоема и прибрежной территории, их функционирование и реакции на антропогенное воздействие. 3. Изучить состояние прилегающей территории. 4. Предложить пути решения возникшей проблемы.

Практическая значимость: результаты данной работы использованы для контроля за экологической ситуацией городского озера и парка и для планирования реконструкции данных объектов. Через 5 лет после начала исследований в мае 2013 г. парк у озера передали для уборных работ МУУП «Курортный парк» города -курорта Железноводска, озеро на балансе ни у одной организации города по-прежнему не числится. Наши действия способствовали проведению субботников в парке у озера «Союзом молодёжи города». Составлена смета «Расчистки озера от загрязнения в парковой зоне г. Железноводска» - 6 млн. руб., которая находится в настоящее время в Администрации города на рассмотрении.

Выводы по определению органолептических свойств воды озера

Мониторинг проводившийся в течение 5 лет показал следующую динамику свойств воды озера: 1. Уровень цветности и запаха в 2008 году указывает на сильную эвтрофикацию водоёма и начинающуюся сукцессию озера – болото. 2. Поскольку в октябре 2008 года проводилась чистка прибрежной зоны водоёма, соответствующие показатели улучшились. 3. В 2009-2011 гг. наблюдается последовательное ухудшение качества цветности и запаха, что свидетельствует о продолжении антропогенного загрязнения водоёма биогенами. 4. Мутная вода плохо обеззараживается, в ней создаются благоприятные условия для сохранения и развития различных микроорганизмов, в том числе и патогенных. Взвешенные вещества, уменьшая прозрачность воды, снижают интенсивность фотосинтеза; оседая на дне, препятствуют развитию бентоса, корневой системы растений.

Химический анализ воды

Анализ воды на химический состав мы провели в лабораторных условиях на базе ОАО Кавминкурортресурсы г. Ессентуки (Железноводское подразделение).

В 2008 г. в связи с началом заболачивания озера наблюдаемая кислотность превышает норму на 20%. Динамика после очистки водоёма за 2009-2011 гг. положительна, и pH соответствует норме. В 2012 pH отклоняется от нормы на 4%, что объясняется попаданием в водоём антропогенных биогенов. В 2013 г. перегнивание органических остатков привело к сдвигу pH воды к кислой реакции, что характерно для начинающегося заболачивания водоёма.

В 2010 г. на берегу озера производилось строительство многоквартирного дома, строительный мусор, по нашим наблюдениям, сбрасывался в водоём, что повлекло повышение жесткости воды на 30%, что негативно сказывается прежде всего на жизнедеятельности одноклеточных организмов.

Концентрация анионов хлора равна 410 мг/л и превышает ПДК незначительно. Мы объясняем повышение концентрации Cl- попаданием в водоём талых вод с посыпанных зимой солью улиц города. Концентрация карбонат- и гидрокарбонат-анионов превышена в 2010 году в 1,5 раза и соответственно в 1,22 раза. Это объясняется попаданием в водоём большого количества строительного мусора при постройке многоквартирного дома на берегу озера.

Микробиологические исследования

В 2008 г. КОЕ ОМЧ при 22°C и 37°C примерно равны, следовательно водоём загрязнён и не способен к самоочищению. В 2008 году после механической очистки соотношение КОЕ ОМЧ 22°C/37°C равно 4, что соответствует способности водоёма к само-очищению. В 2010-2013гг соотношение обеих групп уменьшается, способность к само-очищению снижается.

Биологические исследования

В 2008 г. гидробионты озера – типичные представители грязного водоёма. После механической очистки ситуация улучшилась (2009г.). В 2010-2012гг состав беспозвоночных биоиндикаторов показывает повышение степени загрязнения от слабо загрязнённой до загрязнённой и в 2013 -грязной. Среди всех экологических группировок, развивающихся в водоемах, особое место принадлежит – фитопланктону. Многие виды водорослей являются биологическими индикаторами, например, показателями загрязнения водоёма (сапробности). Водорослям принадлежит ведущая роль в индикации изменения качества воды в результате эвтрофирования водоема. Поэтому мы и выбрали фитопланктон как индикатор качества воды. В результате исследования фитопланктона озера мы определили наличие в воде одноклеточных и многоклеточных нитчатых и харовых зеленых водорослей. Индикатор опасных загрязнений – обрастание берегов озера и поверхностных предметов у кромки воды. Исследуя прибрежную растительность озера, мы выявили большое количество осоковых (осока пузырчатая) *Carex vesicaria* и осоковых (камыш озерный) *Scirpus lacustris*, злаковых (тростник обыкновенный) *Phragmites australis*, чрезмерное развитие которых неблагоприятно для водоема, так как при отмирании и разложении корневищ идет активное загрязнение озера, его обмеление и в дальнейшем заболачивание.

Исследование прилегающей территории водоема

Окружающая территория оказывает огромное влияние на качество воды и состояние экосистемы водоема. Атмосферные осадки, стекая в озеро, несут с собой мусор, грязь. Изучив прилегающую территорию, мы обнаружили на берегах озера большое количество стихийных свалок (6), огромное количество пластиковых бутылок и прочего бытового мусора. Прилегающая территория стала местом выгула собак. Экскременты собак можно найти на любой дорожке или тропинках парка, которые смываются во время дождей, и попадают в озеро. На территории парка появились 4 торговые точки, 3 захоронения ТБО и пищевых отходов, фильтрат из которых с дождовыми водами также стекает в озеро.

В результате проведённых исследований установлено:

1. Городское озеро расположено в центре жилого массива и подвергается сильному негативному антропогенному воздействию, как через непосредственное загрязнение воды, так и загрязнение берегов водоёма. 2. Данный объект ответственных за содержание и охрану не имеет, экологическая ситуация на озере не контролируется. 3. Городской парк создан в 1972 году, через 36 лет на озере возникли серьёзные экологические нарушения: массовые заморы рыбы в летний период и начало сукцессии озера- болото. 4. В 2008 году была проведена частичная механическая очистка прибрежной зоны в результате чего экологическая ситуация несколько улучшилась 5. В настоящее время органолептические, биологические, химические и микробиологические исследования показывают, что вода имеет отчётливый плеснево-гнилостный запах, беспозвоночные биоиндикаторы типичны для водоёма с грязной водой, коэффициент соотношения КОЕ ОМЧ 22°C/ КОЕ ОМЧ 37°C равный 3,1 показывает, что водоём находится на опасной границе неспособности к самоочищению. 6. Дальнейшее загрязнение водоёма приведёт к сукцессии озера - болото. 7. Железнодорожное городское озеро - искусственная экосистема, которая не способна саморегулироваться и самоподдерживаться, поэтому требует дополнительных затрат энергии со стороны человека.

Пути решения экологической проблемы городского озера и прилегающей территории

1. Провести работы по очистке от заиления и зелёной растительности берегов и дна искусственного озера. 2. Проводить механическую очистку воды озера от листового опада и бытового мусора. Например: приобрести механическую фильтровальную установку SKIMMER фирмы OASE. 3. Произвести биологическую очистку, которая нормализует содержание в воде биогенных веществ и бактерий, плавающими островами «Атолл» с ракообразным зоопланктоном - хорошим фильтратором бактерий. 4. Использовать растение эйхорнию толстоножковую (*Eichornia crassipes*), которое освобождает воду от многих биогенных элементов, и приводит общее микробное число к значениям, соответствующим способности водоёма к самоочищению. Эйхорния приобретена нами в 1 экземпляре (май 2013) и вегетировала в течение 3 месяцев. В настоящее время имеется 35 экземпляров, которые планируется использовать после механической очистки. 5. Очистить прибрежную территорию от бытового мусора, отмерших растительных остатков. 6. Проводить наглядную природоохранную агитацию и экологическое воспитание населения через средства массовой информации.

Заключение

1. Члены научного общества МКОУ СОШ №10 проводили экологический мониторинг декоративного озера в течении 2008-2013 годов и выявили серьёзные нарушения в функционировании искусственной экосистемы. 2. Результаты исследования были дове-

дены до сведения администрации города -курорта Железноводска в Отдел по туризму, курорту и экологии. 3.Нами были сделаны обращения в средства массовой информации, в газеты «Курортный край». Информация с экологической конференции города была опубликована в еженедельнике «бизнес ТВ» в статье «Позор равнодушия». 4.Руководитель экологического отряда Сердюков А. неоднократно являлся организатором субботников по уборке территории городского озера. 5. Благодаря нашим действиям, с 2011 г. МУП «Курортный парк» начал выполнять уборные работы в парке у городского озера: обрезку деревьев, листва которых за-соряла озеро, вывоз мусора. 6.Наши действия способствовали проведению субботников в парке у озера «Союзом молодёжи города». 7.Составлена гранд-смета «Строительные работы по благоустройству искусственного озера на территории городского парка», которая находится в настоящее время в Администрации города на рассмотрении. 8. Нами выращено в достаточном количестве экземпляров растение эйхорния толстоножковая. МУП «Курортный парк» взял растение на сбережение в зимний период в оранжереи. 9. Составлены рекомендации по поддержанию чистоты озера после очистки от заиления и углубления дна драглайнами.

Экономический расчёт затрат на восстановление и поддержание экологического равновесия Железноводского городского озера

№ п/п	Вид товара или услуг	Цена за единицу	Кол-во единиц	Сумма
1.	Расчистка искусственного озера от заиливания			6983251 руб.
2.	Устройство берегового укрепления			6178577руб.
3.	Устройство причалов для рыбаков и катера			1081479руб.
4.	«Атолл»	105000 руб.	1	105000 руб.
5.	Годовое обслуживание «Атолла»	17.500руб.	1	17.500руб.
6.	Скиммер береговой Biosys Skimmer plus.	11673руб.	2	23346руб.
7.	Фильтровальный насос серии Aquamax ECO Premium 12000	30910руб.	2	61820 руб.
Итого				14 450 973 руб.

При работе над проектом использовано 18 литературных источников.

ПРОЕКТ «ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ Р. ТОЛУЧЕЕВКА (ЛЕВОГО ПРИТОКА Р. ДОН)»

Победитель номинации «Вода и климат», премия 2-й степени для государственной поддержки талантливой молодежи

в рамках приоритетного национального проекта «Образование»

Виктория Перевозникова, 10 класс, Калачеевская СОШ №1, г Калач, Воронежская область

Руководители: В.И. Петрова, учитель биологии, и И.В. Тарасенко, учитель географии

Научные консультанты: А.Ю.Черемисинов, док. с/х наук, профессор ФГБОУ ВПО ВГАУ, Л.А. Межова, канд. геог. наук, доцент ФГБОУ ВПО ВГПУ

Введение

Калачеевский район расположен в юго-восточной части Воронежской области, что в наибольшей мере отличает его малой водообеспеченностью. В основном, это зависит от климатических факторов и деятельности человека. В связи с изменениями климата в последнее время остро стоит вопрос о водности малых рек, их обмелении и исчезновении. За прошедшие 4 года из-за жарких и сухих теплых периодов значительно возросли рекреационные нагрузки, что еще более усугубило их состояние. Это касается и наших рек - Толучеевка и Подгорная, протекающих через наш город. Исходя из этого цель исследования: проведение гидроэкологического анализа водного режима р. Толучеевка.

Объект исследований – участок реки в черте города.

Предмет исследования – геоэкологические условия формирования водных ресурсов реки.

Задачи: 1.Установить факторы формирования водного режима реки.

2.Выявить влияние рекреационных нагрузок на состояние реки и прилегающей поймы.

3.Провести лабораторные исследования свойств воды для установления степени загрязненности реки в зависимости от погодных условий и рекреационных нагрузок.

4.Установить степень экологического риска реки, рассчитав коэффициент истощения водных ресурсов.

5.Привлечь внимание общественности к состоянию р.Толучеевка с целью оказания практической помощи реке.

Гидроэкологический анализ водного режима реки

Климат и гидрологические параметры реки

Климат имеет наибольшее значение в формировании гидрологического режима реки. В ходе наших исследований в течение 4 лет мы составили паспорт реки Толучеевка (Приложение 1) и установили следующее:

1. Температурный режим влияет на водность реки, определяет сроки образования и толщину льда. Высокая температура в теплое время приводит к повышению показателя испаряемости, а это сказывается на водности реки. Между t^o воздуха и t^o воды установлена прямая связь, что видно из таблицы:

Зависимость между температурами воды и воздуха

Дата (лето)	t° воздуха	t° воды	Дата (зима)	t° воздуха	t° воды
23.07.2010г.	38° С	25° С	21.01.2014г.	-24° С	1° С
15.07.2013г.	24° С	18° С	25.02.2014г.	-10° С	4° С

2. Атмосферные осадки имеют наибольшее значение в формировании водных ресурсов рек. (Приложение 2) Наблюдения показали, что большая часть осадков в бассейне р. Толучеевка выпадает летом (2010 г – 39 мм, 2011 г – 197,7 мм, 2012 г – 147,3 мм, 2013г.-65мм), но в это время наблюдается самый высокий показатель испарения, что приводит к развитию летней межени на реке. За период 2011–2013 г. уровень воды в реке летом снижался на 10 – 15 см, а в экстремальном 2010 г уровень понижался на 25 см (зафиксировано по реперу).

Осадки холодного периода (2010 г-148 мм, 2011 г-127 мм, 2012 г-145 мм, 2013г.-61мм), накапливаясь, в условиях малого испарения вызывают повышение водности реки осенью и весенне полноводье. (Приложение 4) В последние годы наблюдается сухая весна (2010 г-103 мм, 2011 г – 61,5 мм, 2012г.-98мм, 2013-90мм), что ведет к быстрому снижению уровня воды в реке после паводка, который отличается низким уровнем. Отсюда, уровень и расход воды в реке в течение года изменялся, а пик расходов воды приходится на март и октябрь. (Приложение 5)

- 4 года подряд река испытывает дефицит поверхностного стока. Наиболее экстремальным оказался 2010 г: рекорд летних температур, высокая испаряемость, минимум осадков, резкое снижение уровня воды.
- За период исследований (2010 - 2013г.) ширина русла и уровень воды в реке снизились в точке исследования на 65 см и 9 см соответственно (уровень отмечен по реперу).

Исследование свойств речной воды



Для доказательства зависимости свойств речной воды от погодных условий был проведен ряд полевых исследований. Замер температуры воды производился термометром, а в 2013 - 2014г. уточнялся датчиком температуры полевой лаборатории «Архимед» при заборе проб в стеклянные цилиндры или непосредственно в реке в зависимости от условий. Измерения скорости течения воды проводились с помощью самодельных бумажных корабликов, рулетки, секундомера для фиксирования времени.

Прозрачность воды исследовали с помощью шрифта размером 3,5 мм. Вода сливалась до четкого появления букв. В качестве результата определения взято среднее арифметическое из 3-х измерений высоты слоя. Мутность определялась по шкале ГОСТа, исходя из показателей прозрачности воды, а также датчиком - турбидиметром DT095A, в единицах НЕМ. Исследования проводились в разные сезоны года, в момент выпадения ливней и в местах купания. Показатели результатов различны, обработаны статистически и графически, даны в приложениях 1, 3, 6, 7.

Рекреационное воздействие на реку

Погодные условия определяют степень воздействия рекреационных нагрузок на состояние реки. Годы наших наблюдений в сравнении со средними показателями отличались высокими температурами и большим числом солнечных дней. Это увеличило прессинг на реку со стороны отдыхающих.

Для исследования нагрузок в зоне отдыха были выбраны 3 точки на разном расстоянии от реки. Для определения антропогенных нарушений почвы использовалась методика Алексеева [Алексеев С.В. и др. «Практикум по экологии» – М. АО «МДС», 1996].



Степень изреженности травостоя определялась на площадках 100 x 100 см. Для определения фильтрации на каждой площадке были вбиты полые цилиндры, в которые заливалась вода и с помощью секундомера устанавливалась продолжительность просачивания воды. Степень уплотненности почвы определялась глубиной проникновения штыковой лопаты в почву при небольшом нажиме.

Полученные результаты отражают схемы.

Наибольшая степень уплотненности почвы, изреженность травостоя, затрудненная фильтрация воды наблюдаются в местах наибольшего скопления людей и техники, т.е. ближе к реке.

Небольшая глубина, песчаное дно, наличие ила приводят к поднятию донных отложений и замутнению воды в местах купания, что отражается на прозрачности воды. Это видно из предлагаемой схемы исследований, проведенных путем забора воды в указанных точках в стеклянные цилиндры и определением прозрачности.

Наибольшая мутность зафиксирована в точке скопления людей - №1.

Выводы

1. В процессе работы подтвердили выдвинутую гипотезу, что водные ресурсы реки, в основном, определяются метеорологической обстановкой на водосборе.
2. Скорость течения воды в разные периоды жизни реки не одинакова и определяется характером стока: в межень она самая низкая, возрастает при выпадении сильных ливней, наибольшая скорость наблюдается в период половодья и сразу после него.
3. Прозрачность воды определяется характером стока по временам года и содержанием в нем твердых частиц, зависит от выпадения осадков и рекреационного воздействия.
4. Температура речной воды напрямую зависит от температуры воздуха.
5. Полевыми исследованиями подтверждена гипотеза о влиянии рекреационных нагрузок на состояние реки и установлена их негативность: наибольшая степень уплотненности почвы, изреженность травостоя, затрудненная фильтрация воды наблюдаются ближе к реке.
6. Данные рекреационные нагрузки увеличивают вероятность эрозионных процессов в пойме реки, что увеличивает твердый сток, приводит к заиливанию русла, нарушает деятельность водной и луговой экосистем.
7. Установили, что 4 года подряд река испытывает дефицит поверхностного стока и максимальные рекреационные нагрузки. Наибольшие изменения параметров режима реки наблюдались летом 2010 года: уровень воды в реке понизился на 25 см.
8. Рассчитанный коэффициент истощения водных ресурсов – 0,53(сильная острота риска) указывает на то, что необходимо общественности, специалистам обратить внимание на гидроэкологическое состояние реки.

Приложение № 1

Паспорт р. Толучеевка

Объект исследования		р. Толучеевка
Площадь водосбора		5030км ²
Длина реки		143км
Ширина долины		4,5км
Ширина		25-30м
Глубина		0,5-1м
Глубина после очистки		3м
Характер грунтов		суглинистый
Скорость течения:		2.04.2010 0,25 м/с 23.07.2010 0,35 м/с 2.04.2011 0,30 м/с 2.07.2012(половодье) 0,16 м/с
Температура воды:		9.01.2010 4° C 9.01.2012 3°C 21.01.2014 1°C 2.04.2010 12°C 3.04.2013 7°C 23.07.2010 25°C 2.07.2012 20°C 16.08.2013 18°C 15.11.2011 6°C 17.11.2012 7°C 12.09.2013 9°C
Прозрачность воды:		2.04.2010 6,5м 2.04.2011 7м 2.04.2012 6м 23.07.2010 26м 2.07.2012(половодье) 18м 22.07.2013 23м 18.10.2013 21м 19.01.2014 30м
Мутность воды		2.04.2012 очень мутная 23.07.2010 мутная 18.10.2013 среднемутная 19.01.2014 прозрачная

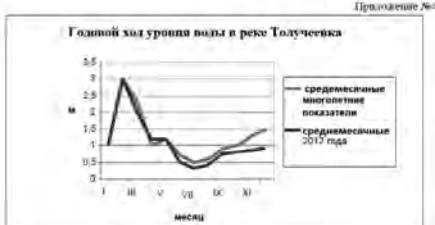
Приложение №4



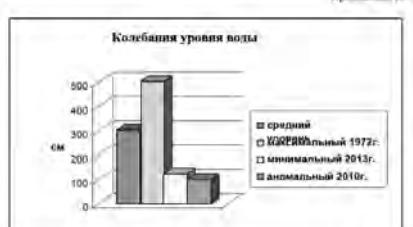
Приложение №2



Приложение №3



Приложение №6



Приложение №5



Приложение №6



Приложение №7

При работе над проектом использовано 9 литературных источников.

ПРОЕКТ «МОНИТОРИНГ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ В РЕКУ ОМЬ»

Победитель номинации «Технологии водоподготовки, очистки сточных вод и рационального использования водных ресурсов», премия 2-й степени для государственной поддержки талантливой молодежи в рамках приоритетного национального проекта «Образование»

Диана Амирхонова, 10 класс, БОУ «Гимназии № 147», г. Омск

Руководитель: Г.А. Серебрянникова, педагог дополнительного образования высшей категории, методист по проектной деятельности БОУДОД «Детский ЭкоЦентр»

Проект выполнен на базе БОУДОД «Детский Эколого-биологический Центр»

По содержанию органических веществ и санитарным показателям вода р. Омь не отвечает требованиям, предъявляемым к хозяйственно-питьевому водоснабжению.

Цель проекта: проведение мониторинговых исследований по выявлению несанкционированных ливневых стоков в реку Омь в черте города Омска.

Задачи проекта:

1. Сформировать команду обучающихся по работе над проектом.
2. Провести обучающий семинар по проведению мониторинговых исследований.
3. Провести выезды на берег реки Оми.
4. Создать карту несанкционированных ливневых стоков для передачи в Администрацию города Омска по решению вопроса об их ликвидации.

В августе 2007 г. проведена экспедиция по Оми с целью выявления и фиксирования основных негативных факторов воздействия на водный объект, способов использования реки, а также достопримечательных мест. Экспедицией пройден путь более 250 км. Наиболее наглядно отрицательная сторона человеческой деятельности проявляется в пределах крупных населенных пунктов, расположенных непосредственно на водотоках.

Механизм реализации проекта

1 этап

Для координации проекта создана группа из 5 активных обучающихся учебного объединения «Экология города Омска». Проведён обучающий семинар с представителями Администрации города, учебных объединений БОУ ДОД г. Омска «Детский Эко-Центр» Охват участников составил не менее 35 человек. На обучающем семинаре прошла презентация проекта, раскрыта необходимость предложенных мероприятий.

Для проведения обучающего семинара использованы расходные материалы, техническое оборудование.

2 этап

Подписан договор на оказание транспортных услуг для выезда на берег реки Оми. Закуплен необходимый инвентарь: перчатки, мешки для мусора, грабли, химреактивы для проведения анализа воды и фиксации проб фитопланктона. Рабочей группой разрабатываются и тиражируются информационные листовки (100 экз.) в которых описывается экологическое состояние реки Оми, освещаются результаты исследований, подтверждающих факты загрязнение водоёма и необходимость очистки близлежащей территории от мусора, тиражируются дидактические материалы для проведения выездов. Листовки распространяются среди участников проекта (школьников, студентов, педагогов, местных жителей и других заинтересованных лиц).

3 этап

Разъяснительная и агитационная работа среди местных жителей для привлечения населения к общественным работам. Используется волонтёрский труд, расходные материалы, оборудование, техника.

Методика исследования

1. Обзор научно-популярной литературы
2. Регистрация несанкционированных ливневых стоков
3. Учёт: наличие стока, диаметра трубы и органолептических свойств воды.

Общие сведения о реке Омь

Река Омь была дешевым транспортным путем, использовалась для орошения сельскохозяйственных культур, полива садов, для купания и отдыха у воды, туризма, рыбной ловли и охоты, а заливные пойменные луга - для выпаса скота и заготовки кормов.

Река Омь – один из крупных притоков Иртыша. В переводе с тюркского ее название означает «тихая, спокойная». Берет свое начало в 150 км от р. Оби, в северо-восточной части Барабинской низменности, в районе Васюганских болот. Длина реки 1091 км, в пределах Омской области – 294,7 км.

Общий характер рельефа водосбора равнинный, со слабым уклоном с северо-востока на юго-запад.

Омь – река болотного происхождения. Наличие в ее воде большого количества гуминовых соединений обуславливает высокую цветность воды, которая колеблется от 90 до 180 градусов. Запах воды полностью отвечает происхождению реки. Как и для всякой реки болотного происхождения, для Оми характерны весьма высокие значения окисляемости (ХПК). В фитопланктоне низовья Оми обильно развиваются диатомеи - мелозира зернистая и стефанодиск Гантца, отдельные виды хлорококковых и иногда

– сине – зеленых. Хорошо развит фитобентос. Высшая растительность развита в целом слабо.

Наибольшее количество видов рыб, обитающих в водоеме, принадлежит семейству карпообразных.

Антропогенное влияние на реку довольно интенсивное: в городах и поселках, расположенных вблизи реки на всем ее протяжении, сосредоточены предприятия, осуществляющие сброс отработанной воды. Наибольшее количество сбросов расположено в пределах городов Омск и Калачинск и осуществляется предприятиями: ФГУП ПО «Полет», Омский завод «Автоматика», ОАО АК «Омскэнерго» ТЭЦ-5, ОАО «Омскшина», ПОКХ г. Калачинск и др. Только в Омске зарегистрировано 12 организованных выпусков. Сбросы предполагают полную очистку отработанной воды в очистных сооружениях и отстойниках, но в реку часто поступают неочищенные или плохо очищенные стоки. Вода р. Омь по качеству в 2006 г. относилась к 4-му классу разряду А и Б и оценивалась как «грязная». Из 17 учтенных в оценке ингредиентов 10-13 являлись загрязняющими: азот аммонийный, соединения железа, меди, цинка, марганца, фенолы, нефтепродукты, пестициды и др.

Критическими показателями загрязненности р. Оми в створах выше и ниже Калачинска являлись соединения меди и марганца, в створах Омска – соединения меди.

Результаты исследования выпусков несанкционированных стоков

В период с мая по июнь 2013 г. проведен мониторинг сброса сточных вод в р. Омь. В ходе мониторинга выявлено 44 выпуска, 17 на правом берегу и 27 на левом. При мониторинге велся учет – месторасположение, наличие стока, диаметр трубы и органолептические свойства воды (таблица 1).

Все выпуски, выходящие на береговую линию, захламлены, около 15 процентов труб разрушены, у 11 стоков отмечен сильный напор воды, у 8 выпусков - резкий запах, 5 труб уходит под воду.

По итогам проведенного мониторинга составлена карта выпусков – рисунок 1.

В продолжение работ по мониторингу будут:

- выявлены «несанкционированные» выпуски;
- проведен качественный химический анализ сточных вод с целью выявления основных загрязнителей;
- предоставлены документы по результатам развернутого мониторинга в Омскую окружную природоохранную прокуратуру.

Практическая значимость

Проведение экологического мониторинга ливневых сточных вод позволяет разработать программу по введению штрафных санкций для организаций, деятельность которых приводит к загрязнению окружающей среды. Если решится вопрос уменьшения несанкционированных стоков улучшится качество воды, а значит, улучшится качество жизни жителей города Омска.

Таблица 1. [сокращенный вариант – ред.] Выпуски в реку Омь

№ п/п	Наименование объ- екта исследования	Диаметр, мм	Месторасположение	Примечание
Правый берег				
1.	Стальная труба	70	Напротив ул. Петра Некрасова, 1	Вода отсутствует
2.	Стальная труба	150	Напротив ул. Партизанская, 6	Напор воды слабый, вода прозрачная, запах отсутствует
3.	Стальная труба в бетонной основе (набережная)	510	Напротив ул. Партизанская, 2, около Юбилей- ного моста	Вода отсутствует
<...>				
Левый берег				
18.	Стальная труба в бетонной основе (набережная)	500	Площадь Бухгольца	Уходит в воду
<...>				
44.	Стальная труба	250	Еще дальше от № 42	Напор слабый



Рис.1 Карта выпусков в реку Омь

При работе над проектом использовано 7 литературных источников.

Российский национальный юниорский водный конкурс

Входит в федеральный «Перечень олимпиад и конкурсных мероприятий, по результатам которых присуждаются премии для поддержки талантливой молодежи» Министерства образования и науки РФ в рамках приоритетного национального проекта «Образование».

Проводится при поддержке Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации и государственной поддержке некоммерческих неправительственных организаций, участвующих в развитии институтов гражданского общества.

Организатор – автономная некоммерческая организация «Институт консалтинга экологических проектов», директор – Н.Г. Давыдова, канд. техн. наук, руководитель Конкурса.

Председатель Национального Номинационного Комитета – профессор А. Н. Косариков, докт. экон. наук, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии РФ.

Цель Конкурса – организация и проведение независимого общественного творческого конкурса среди старшеклассников на лучший проект в сфере охраны и восстановления водных ресурсов и поощрение деятельности школьников, направленной на решение проблем питьевой воды, очистки загрязненных стоков, сохранения водного биоразнообразия городских и сельских водоемов, исследование корреляций водных, социальных, климатических и других факторов, а также форсайт-исследований.

Конкурс проводится в три этапа:

- муниципальный;
- региональный (на уровне субъекта Федерации);
- общероссийский;

Победитель общероссийского этапа участвует в Стокгольмском международном юниорском водном конкурсе.

За двенадцать лет проведения конкурса в нем участвовали около 20 тысяч старшеклассников из 81 субъекта Федерации, выполнивших почти 13,5 тысяч научно-исследовательских и прикладных проектов по теме охраны и восстановления водных ресурсов:

Статистика конкурса

Год	Количество участников	Количество регионов	Общее количество представленных проектов	Количество проектов общероссийского финала*
2003	410	20	250	18
2004	1542	32	857	37
2005	677	21	297	27
2006	1634	49	1105	41
2007	1589	54	815	49
2008	1529	55	941	62
2009	1852	64	1280	65
2010	2322	71	1587	69
2011	2188	72	1521	70**
2012	2162	73	1680	75
2013	1941	75	1466	75
2014	1932	76	1484	81

Итого
за 12 лет **19778** **80** **13283** **669**

* Без участников номинации «Начинающие журналисты пишут о воде»

** Включая проект из Республики Казахстан.



Учредитель и организатор Российского национального юниорского водного конкурса –
автономная некоммерческая организация
«Институт консалтинга экологических проектов».

Конкурс входит в «Перечень олимпиад и иных конкурсных мероприятий,
по итогам которых присуждаются премии для поддержки талантливой молодежи»
Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках приоритетного
национального проекта «Образование».



Институт консалтинга экологических проектов –
автономная некоммерческая организация, реализующая природоохранные
проекты и программы в целях расширения межсекторального,
межрегионального и международного сотрудничества
для достижения устойчивого развития.

Контакты:
www.eco-project.org
E-mail: russia@water-prize.ru
Тел./факс: +7 (499) 158-63-56
Тел.: (495) 589-65-22, (903) 144-30-19

При реализации проекта используются средства государственной поддержки, выделенные
в качестве гранта в соответствии с распоряжением Президента Российской Федерации
от 29.03.2013 № 115-рп и на основании конкурса, проведенного Обществом «Знание» России.