

Кировское областное государственное общеобразовательное автономное учреждение
«Лицей естественных наук»

Кировская область
г. Киров

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды «Открытия 2030»

**Изучение связи гидробиологических характеристик р. Осиновки с
некоторыми природно-климатическими показателями в районе
захоронения ядохимикатов**

Номинация: «Экологический мониторинг»

Автор работы: Кудрявцева Елизавета Геннадьевна,

ученица 11 класса КОГОАУ «Лицей естественных наук»

Руководитель: Двинина Галина Геннадьевна,
педагог-организатор, учитель КОГОАУ ЛЕН, педагог
доп. образования МОАУ ДО ЦРТДЮ г. Кирова

Консультант: Кочурова Татьяна Ивановна,
к.б.н., научный сотрудник
Вятского научно-технического
Центра мониторинга и природопользования

Оглавление

Введение	3
1. Литературный обзор	5
1.1. Характеристика Кильмезского захоронения ядохимикатов.....	5
1.2. Макрозообентос как биоиндикатор экологического состояния поверхностных водных объектов	5
2. Материалы и методы исследования	7
3. Краткая физико-географическая характеристика района исследования.....	9
3.1. Характеристика территорий районов	9
3.2. Описание погодно-климатических условий.....	9
3.3. Характеристика водных объектов	10
4. Результаты исследований.....	11
4.1. Результаты определения количества атмосферных осадков на территории исследования в период 2008- 2019 гг.	11
4.2. Результаты статистического анализа природно-климатических и гидробиологических данных с применением метода парных корреляций в период 2008 – 2019 гг.	11
Выводы	13
Библиографический список	14
Приложения	16

Введение

На территории Кировской области находятся захоронения различных видов отходов 1 - 4 класса опасности (биологических, химических, ядов и т.д.), все они являются потенциальными источниками загрязнения окружающей среды. К ним относится и Кильмезское захоронение ядохимикатов, в котором в 1975–76 гг. было погребено 590 т пришедших в негодность пестицидов. Их перечень насчитывает 75 наименований, в том числе ртуть-, мышьяк-, цианосодержащие, хлор- и фосфорорганические, нитропроизводные фенола, производные серной кислоты и другие токсичные соединения [14].

Подземные воды ядомогильника дренирует р. Осиновка. Атмосферные осадки с территории захоронения отводятся Осиновкой в р. Лобань, затем в реки Кильмезь и Вятка. Степень состояния захоронения тщательно контролируется природоохранными организациями, ведется постоянный экологический мониторинг, включающий проведение гидрохимических и гидробиологических исследований. Объектом гидробиологического мониторинга в районе ядомогильника является макрозообентос, наблюдение за состоянием которого осуществляется в р. Осиновке. В настоящее время выявлены признаки негативного влияния захоронения на компоненты природного комплекса. В водах р. Осиновки зафиксированы превышения ПДК_{р/х} по органическим веществам, выраженным в ХПК и БПК-5, ионам аммония, фенолу, растворенным формам железа, марганца, меди, ртути, формальдегиду и мышьяку [89].

Многолетняя динамика (с 2006 по 2013 гг.) макрозообентоса р. Осиновка выявила признаки негативной трансформации сообществ донных беспозвоночных [5]. Было замечено, что плотность донных организмов в устье реки в значительной степени была связана с гидрологическими особенностями года: максимальные значения численности и биомассы отмечены в маловодные годы (2010, 2011), а минимальные – в многоводные (2008, 2012, 2013). Худшие биоиндикационные показатели регистрировались в многоводные годы. Было высказано предположение, что это могло быть связано с отсутствием течения и аккумуляцией загрязняющих веществ на верхних участках в маловодные годы. Усиление течения в многоводные годы способствовало сносу загрязнения и исчезновению наименее толерантных групп из состава обитателей грунта в приустьевом створе.

По мере накопления данных многолетнего мониторинга (2008-2019 гг.) решено было проверить наличие связи между гидробиологическими показателями, характеризующими состояние водной экосистемы р. Осиновки, и природно-климатическими особенностями года. Из всего разнообразия природно-климатических факторов было выбрано количество атмосферных осадков, как показателя, в значительной мере определяющего интенсивность течения в теплый период года. Подобных исследований в районе влияния Кильмезского ядомогильника до нас не проводилось.

Гипотеза: Мы предположили, что увеличение количества атмосферных осадков способствует усилению течения и сносу загрязняющих веществ по руслу в направлении от ядомогильника к устью, что является причиной ухудшения состояния бентосных сообществ в нижнем течении реки.

Цель работы: исследовать связи гидробиологических характеристик р. Осиновки с количеством атмосферных осадков в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов

Задачи исследования:

- 1) изучить литературу по теме исследования;
- 2) дать краткую физико-географическую характеристику района исследования;
- 3) определить количество атмосферных осадков, выпавших на исследуемой территории в весенне-летний период 2008- 2019 гг.
- 4) провести статистический анализ природно-климатических и гидробиологических данных с применением метода парных корреляций.

В работе используется методика оценки состояния бентосных сообществ, методика определения количества осадков на исследуемой территории, метод парной корреляции.

Объект исследования: многолетняя динамика характеристик макрозообентоса реки Осиновки и количества атмосферных осадков, выпавших в теплые сезоны года на исследуемой территории.

Предмет исследования: связь природно - климатических условий (количество атмосферных осадков) с характеристиками макрозообентоса р. Осиновки

Экологический риск. В случае подтекания ядомогильника вредные вещества поступают в почву, в грунтовые, а затем и в поверхностные воды, что приводит к гибели представителей водной и околоводной флоры и фауны, обеднению водных экосистем, снижению их устойчивости и нарушению нормального функционирования. Миграция токсичных элементов и соединений может повлечь загрязнение обширных территорий и нанесение вреда здоровью людей. Ухудшение состояния р. Осиновки, негативно скажется на функционировании и устойчивости водных экосистем, а также может негативно отразиться на здоровье жителей деревни Осиновка и других населённых пунктов, расположенных ниже по течению рек: Лобань, в которую впадает р. Осиновка, Кильмезь и Вятка. Для снижения экологического риска в условиях повышенной техногенной нагрузки необходимо продолжать проведение мониторинга (в том числе и гидробиологического), выявлять уровень загрязнения и причины, способствующие его нарастанию и распространению (в том числе и естественные природные процессы), использовать методы математического анализа для оценки и прогноза экологической ситуации.

1. Литературный обзор

1.1. Характеристика Кильмезского захоронения ядохимикатов

Начиная с 60-70-х годов прошлого века, создаются объекты захоронения ядохимикатов вследствие образования большого количества препаратов, пришедших в негодность в результате длительного хранения или повреждения тары, а также появления более эффективных и менее опасных пестицидов. На юге Кировской области находится один из самых крупных объектов захоронения пестицидов – Кильмезский ядомогильник, в котором складировано около 590 тонн изъятых из использования пестицидов. Работы по захоронению ядохимикатов были выполнены в 1975-1976 гг. [15] Площадь ядомогильника – 1 гектар. Он располагается на границе Немского и Кильмезского районов Кировской области. По данным товаротранспортных накладных в Кильмезском ядомогильнике захоронено 75 наименований веществ (преимущественно пестициды). Пестициды – это общепринятый в мировой практике собирательный термин химических соединений, средств защиты растений, используемых для уничтожения либо прекращения развития живых организмов – насекомых, клещей, грызунов, моллюсков, бактерий, грибов, сорных растений [4]. Пестициды отличаются способностью уничтожать живое и могут вызывать нарушение жизнедеятельности не только тех организмов, против которых они применяются, но и организмов полезных для хозяйства, в том числе эти химические соединения могут воздействовать на человека, вызывая физиологические патологии. Большая часть пестицидов, захороненных в данном ядомогильнике, относится к группе хлороорганических соединений. Около 70% ядохимикатов принадлежит к 3 и 4 классу опасности, преимущественно нерастворимые в воде и нестойкие [15]. Кильмезский ядомогильник остается потенциальным источником загрязнения природной среды и требует постоянного контроля качества подземных и поверхностных вод в районе его размещения. В последние годы загрязненные вещества ядомогильника попадают в подземные воды, а затем и в поверхностные.

1.2. Макрозообентос как биоиндикатор экологического состояния поверхностных водных объектов

В современной оценке состояния водных объектов и антропогенного влияния на них важную роль играет биодиагностический подход. Одним из наиболее удобных объектов биомониторинга является макрозообентос – макроскопические (длиной более 2 мм.) беспозвоночные, обитающие на дне водоема и в зарослях водных растений. Это, главным образом, водные личинки и имаго насекомых, моллюски, пиявки, малощетинковые черви и высшие ракообразные. Донные беспозвоночные всю свою жизнь или часть жизненного цикла проводят в воде и участвуют практически во всех пищевых цепях внутри водоема. Большинство их представителей имеет продолжительный жизненный цикл – несколько месяцев и лет, поэтому их

сообщества аккумулируют изменения условий существования в течение достаточно длительных периодов [6, с.149-165].

Значительная часть попадающих в водоем загрязняющих веществ из-за своей устойчивости накапливается в донных отложениях. Донные беспозвоночные определенного участка водоема является надежным индикатором долговременных процессов трансформации водных экосистем под влиянием антропогенного фактора. При этом перестройки, которые происходят в донных биоценозах, отражают характер и степень загрязнения как водных масс, так и грунта. Это позволяет рассматривать зообентос как универсальный объект мониторинга [7].

Общая картина загрязнения водоемов довольно сложна, но показано, что виды, устойчивые к органическому загрязнению, в целом более устойчивы и к остальным типам загрязнений, в том числе и к действию токсических веществ.

Показатели зообентоса входят в качестве основных элементов в программу гидробиологических наблюдений, осуществление которых определено ГОСТом 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков» [1].

2. Материалы и методы исследования

Гидробиологические исследования в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов проводились ежегодно в сентябре с 2008 по 2019 гг. Они включали оценку состояния бентосных сообществ. Исследовали макрозообентос реки Осиновки. Отбор проб производили на трех станциях: в верховье (ст. 1), в среднем течении ниже урочища Орехово (ст. 2) и в приустьевой части реки (ст. 3). Станции гидробиологических наблюдений были приурочены к гидрологическим постам Кировского областного государственного бюджетного учреждения «Вятский научно-технический информационный центр мониторинга и природопользования» (Приложение 1, рис. 1). В данной работе анализируются результаты, полученные на ст. 3, характеризующейся, в отличие от ст. 1 и 2, наличием постоянного течения во все сезоны года.

Отбор проб макрозообентоса осуществляли по стандартным методикам, приведенным в «Руководстве по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений» (1983) и «Руководстве по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем» (1992). Пробы отбирали штанговым трубчатым дночерпателем Мордухай-Болтовского, промывали на сите из мельничного газа № 23 и фиксировали 70%-ным этиловым спиртом. Собранный материал обрабатывали в лабораторных условиях по общепринятым методикам [13]. Определение организмов в зависимости от таксономической группы и стадии развития организмов проводили до уровня вида, рода, семейства, отряда, класса с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10 и определителей [10, 11, 12].

Для характеристики состояния донных биоценозов использовали следующие показатели: количество таксонов (S , шт.), общая численность (N , тыс. экз./м²), общая биомасса (B , г/м²), численность и биомасса основных систематических групп. Оценка качества поверхностных вод по составу донных беспозвоночных проводили с использованием биоиндикационных методов. Применяли метод биотического индекса р. Трент, разработанный Вудивиссом (BI, баллы) [13]. Индекс позволяет оценить качество воды по разнообразию представленных в водоеме донных беспозвоночных. Он объединяет принцип индикаторного значения отдельных таксонов и суммирования видового разнообразия донной фауны водоема в условиях загрязнения. Индекс оценивает состояние водного объекта по 10 баллам, которые сведены к 6 классам качества.

На основе структурных характеристик макрозообентоса рассчитывали и другие биоиндикационные показатели: индекс Гуднайта и Уитлея (или олигохетный индекс) ($OI, \%$), который вычисляли как отношение численности олигохет к общему числу донных организмов, выраженное в процентах [13]. Увеличение доли олигохет в бентосных сообществах указывает на наличие нетоксичного органического загрязнения. Оценка качества воды по показателям биотического индекса Вудивисса и олигохетного индекса проводили согласно ГОСТ 17.1.3.07–82.

Таксономическое разнообразие оценивали по индексу Шеннона (H, бит/экз.). Гидробиологический анализ был выполнен Кочуровой Т.И., кандидатом биологических наук, научным сотрудником МБУ «Кировский городской зоологический музей». Готовые результаты гидробиологического анализа р. Осиновки предоставлены Кочуровой Т.И. (Приложение 2, табл. 1.)

Для расчета количества атмосферных осадков были использованы данные метеорологических наблюдений на исследуемой территории за изучаемый период времени. Для их получения обратились к сайту официальных метеонаблюдений [23]. Была выбрана ближайшая к месту исследования метеостанция (Нолинская). Был просмотрен ее архив, настроено время выборки и конечная дата. Например, время выборки – 30 дней, конечная дата 30 июня 2009 г. Получили таблицу сводных данных с 1 июня по 30 июня. Нашли в таблице столбик под названием «RRR» - количество осадков в мм и сложили значения всех показателей осадков. Полученное значение и есть количество осадков за данный срок, в нашем примере за июнь 2009 г. Так сосчитали значения количества осадков за выбранные месяцы, предварительно меняя конечную дату, получили данные осадков за определенный год по месяцам. Далее сложили все результаты и получили сумму количества осадков за изучаемый период времени. В нашем случае – за теплый период года, предшествующий пробоотбору (с мая по первую декаду сентября включительно). Проанализировали полученные данные и выявили годы с наименьшими и наибольшими показателями. Полученные данные использовали для статистической обработки.

В ходе статистической обработки анализировали парные корреляции характеристик зообентоса (S, N, B) и рассчитанных на их основе индексов с количеством атмосферных осадков, выпавших с мая по первую декаду сентября включительно. Достоверность корреляции оценивали при уровне значимости $p \leq 0,05$ [3] и объеме выборок (n) от 10 до 12 (количество наблюдаемых лет).

3. Краткая физико-географическая характеристика района исследования

3.1. Характеристика территорий районов

Кильмезское захоронение ядохимикатов находится на границе Кильмезского и Немского р-нов. (Приложение 3, рис. 2) Кильмезский район расположен на юго-востоке Кировской области, в пределах Кильмезского лесного массива, покрывающего значительную часть юга и юго-востока края. Рельеф района низменный. Почвы подзолистые, с преобладанием песчаных и супесей. Кильмезский район – сельскохозяйственный, с зерновым и животноводческим уклоном, с развитым лесным хозяйством [16]. Кильмезский район – заповедный край. На его территории находится государственный комплексный охотничий заказник площадью 19 230 гектаров, земли историко-культурного назначения. В числе природных достопримечательностей – Бор на Лобани, где встречаются степные виды растений, редкие виды животных и бабочек; урочище Красное – здесь произрастают редкие виды орхидей, занесённые в Красную книгу; два геологических памятника [17].

Немский район расположен в юго-восточной части области. Край лесной, рельеф его представляет плато водораздела рек Чепца-Вятка, расчлененное глубокими долинами. Кроме древесины, энергетическими ресурсами являются торфяники – один по р. Лобани, другой по р. Сырчан. В экономике района основное место принадлежит сельскому хозяйству, преимущественно выращиванию зерновых [16]. На территории Немского района находятся две ООПТ: Озеро «Рыбное» и Культуры сосны обыкновенной 1918 г. [21].

3.2. Описание погодно-климатических условий

Район исследования располагается на территории Кировской области, которая характеризуется умеренным континентальным климатом. Преобладает континентальный воздух умеренных широт и погода, неустойчивая по температурам и осадкам в течение года. Для региона характерна продолжительная умеренно холодная и снежная зима, затяжная весна, ранняя осень и умеренно теплое короткое лето. В связи с большой протяженностью области с севера на юг и различиями в температурном режиме, ее территория условно разделена на три широтные полосы: северную, центральную и южную. Немский и Кильмезский районы расположены в южной полосе. Средняя годовая температура изучаемой территории +2,6°С, температура июля +18,6°С, температура января –13,6°С. Среднее годовое количество осадков изучаемой территории 600–620 мм., с преобладанием количества в теплый период года [2]. Летом бывают осадки в виде коротких дождей, а весной и осенью – в виде затяжных дождей. Зимой осадки выпадают в виде снега, высота покрова которого зависит от рельефа местности. На повышенных безлесных участках снега меньше [19].

3.3. Характеристика водных объектов

Территория Кильмезского района покрыта сетью рек, принадлежащих к системе реки Вятка. Всего в районе имеется 23 реки с общим водосбором 30,7 тыс. кв.м. и протяженностью 1200 км., 65 озер, 42 пруда, 5 торфоболот. Наиболее крупной рекой является р. Кильмезь, которая берет начало в Удмуртии и протекает с востока на запад, имея протяженность 310 км., в т.ч. на территории района 80 км. Ширина реки от 20 до 100 м. Река равнинная. Средняя высота бассейна 153 м. Правые притоки текут в пределах лесистой низменной равнины; левые – по возвышенной равнине [18]. В р. Кильмезь впадает р. Лобань, в которую в свою очередь впадает р. Осиновка.

На территории Немского района также развита гидрографическая сеть, включающая около 50 рек, из них 3 крупных: Лобань, Немда, Воя, 5 озер, 29 прудов [20]. Реки Лобань и Осиновка протекают по территориям обоих районов.

Осиновка – левобережный приток третьего порядка р. Вятка, главной водной артерии Кировской области. Длина р. Осиновки составляет 14 км, площадь водосбора – 68,8 км², среднегодовой расход воды – 0,05 м³/с. Средняя ширина реки в нижнем течении 2 - 3 м, глубина 0,2 - 0,4 м. Осиновка берет начало вблизи Кильмезского ядомогильника, дренируя его подземные воды. Атмосферные осадки с территории захоронения отводятся Осиновкой в р. Лобань, затем в реки Кильмезь и Вятку. Река течёт на восток по ненаселённому лесному массиву. Впадает в Лобань в деревне Осиновка [22].

Донные отложения Осиновки представлены песчаными грунтами с присутствием наилка и значительными примесями древесно-растительных фрагментов.

В настоящее время выявлены признаки негативного влияния захоронения на компоненты природного комплекса. В результате обследования водной экосистемы р. Осиновки в 2017-2018 гг. в трех створах, расположенных в верховье реки, в 1,5 км южнее захоронения (в 800 м ниже по течению от ур. Орехово) и в устье р. Осиновки, установлено, что степень загрязненности поверхностных вод водотока изменялась от створа № 1 к створам №№ 2 и 3 с переходом из класса очень загрязненных вод (3-й класс разряд «б») в класс грязных (4-й класс разряд «а»). Загрязняющими ингредиентами являлись органические и минеральные вещества (по БПК и ХПК), ионы аммония, фенолы, растворенные формы железа, марганца и меди. Во всех створах содержание мышьяка, γ – ГХЦГ, 2,4-Д и ДДТ составляло менее нижнего предела обнаружения данных веществ [8, 9].

Река Осиновка относится к Вятско-Камскому бассейну, а далее – к Волжскому, поэтому состояние рек Осиновка, Лобань, Кильмезь отражается на главной водной артерии Кировской области – р. Вятке и главной водной артерии Европейской России – р. Волге.

4. Результаты исследований

4.1. Результаты определения количества атмосферных осадков на территории исследования в период 2008- 2019 гг.

Для анализа количества осадков были взяты данные метеорологических наблюдений с ближайшей станции метеонаблюдений № 27393 (г. Нолинск) за период 2008 – 2019 гг. В расчет брались месяцы с мая по сентябрь, причем сентябрь – первые 10 дней (первая декада сентября). Таким образом, каждый год учитывалось по 5 месяцев, когда выпадает максимальное количество осадков в виде дождя, которое по гипотезе влияет на состояние макрозообентоса.

В таблице 2 представлены полученные значения количества осадков по месяцам и годам (Приложение 4, табл. 2).

На основе данных таблицы построен график (Приложение 3, рис. 3), из которого видно, что наибольшее количество осадков выпало в 2012 году и составило 740,6 мм. Наименьшее количество осадков наблюдалось в 2014 и 2016 гг. и составило соответственно 182,3 и 164,8 мм.

4.2. Результаты статистического анализа природно-климатических и гидробиологических данных с применением метода парных корреляций в период 2008 – 2019 гг.

Результаты гидробиологического мониторинга р. Осиновки представлены в Приложении (табл. 1). Анализ данных таблицы показывает, что определяемые показатели довольно сильно различались в разные годы. Наибольшая плотность (численность и биомасса) организмов макрозообентоса отмечена в 2010 г. и в следующем за ним 2011 г. Таксономическое богатство (S) в этот период тоже было очень высоким. Следует отметить, что 2010 г. стал аномальным по погодно-климатическим условиям и характеризовался очень жарким летом. Минимальные значения численности и биомассы отмечены в 2015-2017 гг. Самые бедные в таксономическом плане бентосные сообщества наблюдались в 2013-2015 гг. и в 2019 г. Эти же годы характеризовались худшими биоиндикационными показателями (низкие значения индексов Вудивисса и Шеннона, высокие значения олигохетного индекса).

В ходе статистической обработки проанализированы парные корреляции основных характеристик макрозообентоса с количеством осадков, выпавших в теплое время года. Результаты представлены в табл. 3 (Приложение 6).

Корреляционный анализ показателей макрозообентоса с количеством осадков на основе двенадцатилетних данных выявил наличие достоверной положительной связи количества осадков с индексом Вудивисса. График, иллюстрирующий наличие значимых корреляций, представлен на рис. 6 (Приложение 7). С ростом количества осадков отмечался рост индекса Вудивисса (рост индекса Вудивисса указывает на улучшение качества воды в

реке). Значимых корреляций с другими гидробиологическими показателями не выявлено.

Учитывая аномальные погодноклиматические условия 2010 г., нехарактерные для изучаемого региона, решено было провести анализ без учета данных этого года, а также следующего за ним 2011 г., так как для восстановления нормального функционирования водных экосистем требуется определенное время. В этом случае объем выборки равнялся 10 (табл. 3), а достоверные положительные корреляции были выявлены между количеством осадков и численностью, биомассой, индексом Вудивисса и количеством видов в грунте водотока. Графики, иллюстрирующие наличие значимых корреляций, представлены на рис. 4, 5, 6, 7. (Приложение 7).

На фоне роста количества осадков отмечался рост численности и биомассы зообентоса, повышение таксономического богатства донных организмов и индекса Вудивисса. Рост двух последних показателей указывает на улучшение экологического состояния реки.

Таким образом, выдвинутое нами предположение о том, что увеличение количества атмосферных осадков может являться причиной ухудшения состояния бентосных сообществ в нижнем течении р. Осиновки, не подтвердилось.

Возможно, с ростом количества осадков происходит разбавление вод р. Осиновки, что в условиях влияния ядомогильника приводит к снижению концентрации загрязняющих веществ и, следовательно, к улучшению среды обитания водных беспозвоночных. Это может являться причиной роста численности и биомассы зообентоса, а также увеличения количества видов, в том числе и за счет появления организмов-индикаторов чистых вод.

Также в годы с максимальным количеством осадков, может происходить усиленный вынос загрязняющих веществ из донных отложений р. Осиновки в р. Лобань и далее вниз по течению, что также может благоприятно отразиться на состоянии бентосных сообществ в приустьевой части р. Осиновки.

Выводы

В ходе выполнения работы изучена литература по теме исследования, дана краткая физико-географическая характеристика района расположения ядомогильника, определено количество атмосферных осадков, выпавших на исследуемой территории в весенне-летний период, проведен статистический анализ природно-климатических и гидробиологических данных с применением метода парных корреляций. По результатам работы сделаны следующие выводы:

1. Количество атмосферных осадков, выпавших на исследуемой территории в весенне-летний период 2008 - 2019 гг. колебалось от 165 мм до 741 мм. Наибольшее количество осадков отмечено в 2012 г.; наименьшее – в 2014 и 2016 гг.
2. Статистический анализ позволил выявить наличие достоверной положительной связи количества выпавших атмосферных осадков с численностью и биомассой макрозообентоса р. Осиновки, а также с количеством видов в грунте водотока и индексом Вудивисса.
3. На фоне роста количества осадков отмечался рост численности, биомассы и таксономического богатства донных организмов, а также увеличение индекса Вудивисса, указывающее на улучшение экологического состояния реки.

Выдвинутая нами гипотеза о том, что увеличение количества атмосферных осадков может являться причиной ухудшения состояния бентосных сообществ в нижнем течении р. Осиновки, не подтвердилось. Возможно, это было связано с разбавлением и снижением концентраций загрязняющих веществ в водах р. Осиновки в дождливые годы, а также с выносом загрязненных донных отложений из приустьевой части р. Осиновки в р. Лобань.

Перспективы работы. Экологическое состояние любой реки определяется множеством различных факторов, как природного (тип грунта, температура воды и скорость течения и др.) так и антропогенного характера (содержание различных загрязняющих веществ в воде и донных отложениях). Представляет интерес изучение многолетней динамики зообентоса р. Осиновки и выявление причин изменения её экологического состояния с применением других, возможно более эффективных методов математического анализа. В дальнейшем планируется исследовать связи гидробиологических характеристик р. Осиновки с другими природно-климатическими и гидрохимическими показателями в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов.

Библиографический список

1. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-17-1-3-07-82> (Дата обращения 18.10.2019)
2. География Кировской области: атлас-книга/ Алалыкина И.Ю. [и др.]: под ред. А.М. Прокашева – Киров: Кир. обл. тип., 2015 – 80 с.: ил.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.
4. Домнина, Е.А. Оценка состояния почв и растительности на территории природно-техногенной системы Кильмезского захоронения ядохимикатов/Домнина Е.А., Дабах Е.В., Колупаев А.В./Региональные и муниципальные проблемы природопользования: материалы 10-ой Всероссийской научно-практической конференции, г. Киров, 10-11 сентября 2008г./ Н.В Островский – Кирово-Чепецк, 2008. – С. 65-66.
5. Кочурова, Т.И. Динамика структурных характеристик макрозообентоса р. Осиновка (бассейн р. Вятка) в районе захоронения ядохимикатов, 2014.
6. Кочурова, Т.И. Мониторинг поверхностных водных объектов по макрозообентосу/ Кочурова Т.И./Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий/ Алалыкина Н.М. [и др.]: под ред. Т.Я. Ашихминой и Н.М. Алалыкиной – Киров: О-Краткое, 2008, - С. 149-165.
7. Мониторинг природных сред и объектов: исследовательский практикум для школьников и студентов/ Ашихмина Т.Я.[и др.]: под ред. Т.Я. Ашихминой – Киров: «Старая Вятка»,2006. – 252 с.
8. О состоянии окружающей среды Кировской области в 2017 году: Региональный доклад/ Под общей редакцией А.В. Албеговой. – Киров: 2018. – 173 с.
9. О состоянии окружающей среды Кировской области в 2018 году: Региональный доклад/ Под общей редакцией А.В. Албеговой. – Киров: 2019. – 194 с.
10. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.2. Зообентос/ Под ред. В.Р. Алексеева и С.Я. Цалолихина. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 457 с.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометиздат, 1977. 281 с.
12. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., Наука. (1994. Т. 1. 395 с.; 1995. Т. 2. 628 с.; 1997. Т. 3. 439 с.; 1999. Т. 4. 998 с.; 2001. Т. 5. 836 с.)
13. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под общ.ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
14. Шуклецова, Е.С. Анализ пестицидов, захороненных в Кильмезском могильнике ядохимикатов/ Шуклецова Е.С., Домнина Е.А. /Экология

- родного края: проблемы и пути их решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием/ Ашихмина Т.Я. [и др.]: под ред. Т.Я.Ашихминой – Киров: Изд-во ООО «Веси», 2014 - С. 182-184.
15. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков). Киров: Вятка, 2001. 416 с.
 16. Энциклопедия земли Вятской. Т. 1, кн. 2: Села. Деревни/ сост. С.П. Кокурина. – 2002. – 638 с.
 17. Историческая справка Кильмезского района. [Электронный ресурс] URL: <https://kilmezadm.ru/istoriya-raiona/> (Дата обращения: 23.10.2019)
 18. Кильмезь – река. [Электронный ресурс] URL: https://water-rf.ru/Водные_объекты/421/Кильмезь (Дата обращения: 23.07.2019)
 19. Климат Кировской области [Электронный ресурс] URL: http://trasa.ru/region/kirovskaya_clim.html (Дата обращения: 23.10.2019)
 20. Об утверждении Программы социально-экономического развития МО Кильмезский муниципальный район на 2012-2015 годы. [Электронный ресурс] URL: <http://rykovodstvo.ru/exspl/109585/index.html?page=2> (Дата обращения: 23.07.2019)
 21. Особо охраняемые природные территории регионального значения Кировской области [Электронный ресурс] URL: <https://www.kirovreg.ru/econom/prres/zakaznik/Перечень%20ООПТ%20регионального%20значения.doc> (Дата обращения: 23.10.2019)
 22. Осиновка (приток Лобани). [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Осиновка_\(приток_Лобани\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Осиновка_(приток_Лобани)) (Дата обращения: 23.07.2019)
 23. Погода в России [Электронный ресурс] URL: https://gp5.ru/Погода_в_России (Дата обращения: 19.11.2019)

Приложения

Приложение 1

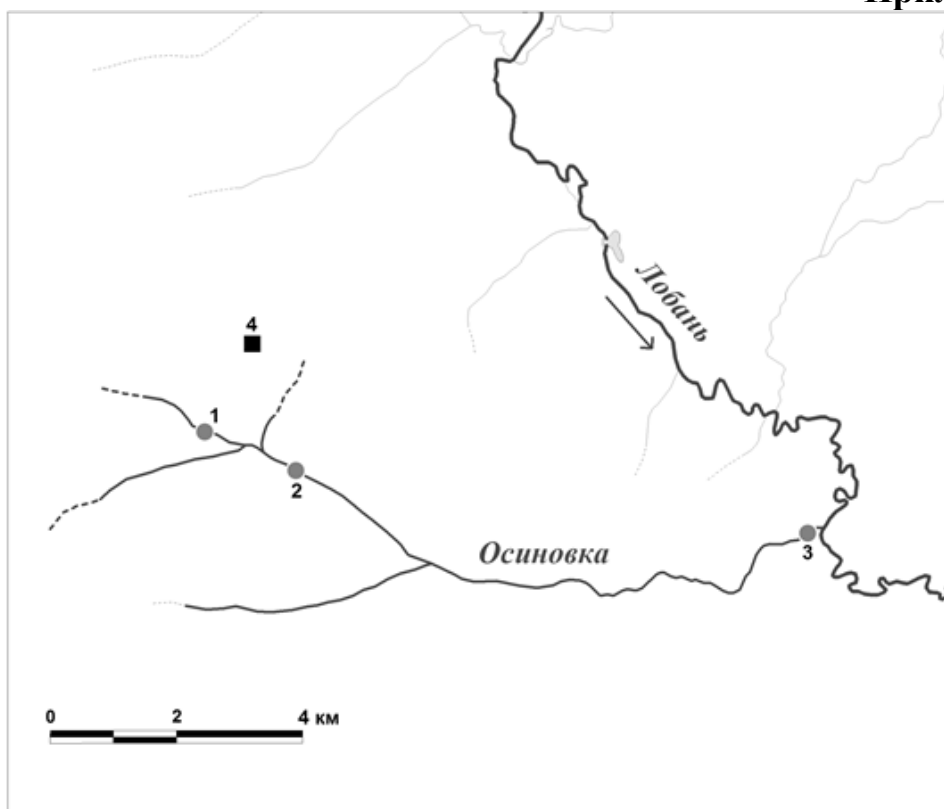


Рис. 1. Схема расположения станций гидробиологического мониторинга на р. Осиновке: 1 – 3 – номера станций; 4 – захоронение ядохимикатов

Приложение 2

Таблица 1

Основные характеристики макрозообентоса р. Осиновки в период
2008 – 2019 гг.

(данные мониторинга Кочуровой Т.И.)

Год	S, шт. (общее)	N, тыс. экз./м ²	B, г/м ²	BI, баллы	OI, %	H, бит/экз.	S, шт. (в грунте водотока)
2008	15	6,1	24,2	8	16,4		15
2009	32	6,5	14,9	8	29,8	2,34	18
2010	35	22,8	45,8	6	60,2	1,7	19
2011	37	21,3	49,9	8,5	36,2	2,14	29
2012	22	7,1	27,5	7,5	49,1	2,12	14
2013	20	2,7	6	2	79,9	0,74	4
2014	21	3,6	9,5	4	53,5	1,31	5
2015	23	2,1	1,7	4	66,6	1,27	8
2016	37	2,2	1,9	4,5	34,9	1,65	9
2017	23	2,3	1,8	4,5	39,1	2,09	12
2018	26	7,7	8,6	3,5	73,3	0,98	7
2019	18	2,8	11,8	2	82	0,74	3

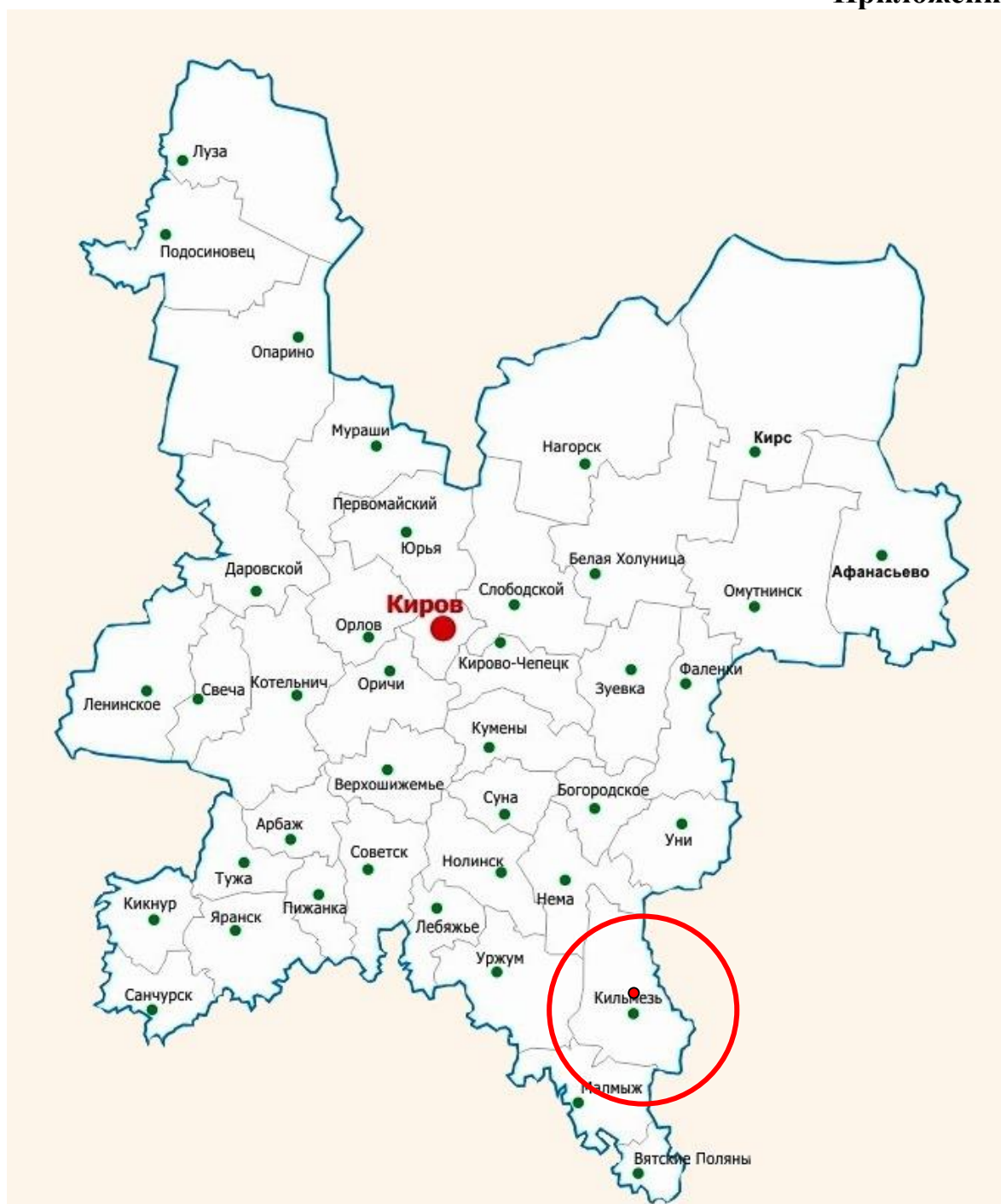


Рис. 2. Карта Кировской области с отмеченной точкой исследования: 1 – Кильмезский ядомогильник; 2 – Немский район; 3 – Кильмезский район

Приложение 4

Таблица 2

Количество выпавших осадков (в мм) в Нолинском районе в 2008 – 2019 гг.

Месяц/Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Май	79,6	80,6	38,8	35,6	82,8	43,5	23,6	55,7	11,9	37,2	28,5	34,9
Июнь	154,4	103,5	85,2	103,4	169,6	49,2	59	78,1	17,8	74	77,2	65,4
Июль	238	203,9	22	253,9	257,7	96,9	33,3	78,9	76,7	141	153,2	97
Август	117,9	81,6	99,4	22,8	198,6	41,9	61,8	103	25,9	43,2	68,2	103
Сентябрь (до 10.09)	21	1	2,2	20,4	31,9	68	4,6	18,8	32,5	39	7,4	1
Сумма	610,9	470,6	247,6	236,1	740,6	299,5	182,3	334,5	164,8	334,4	334,5	301,3

Приложение 5

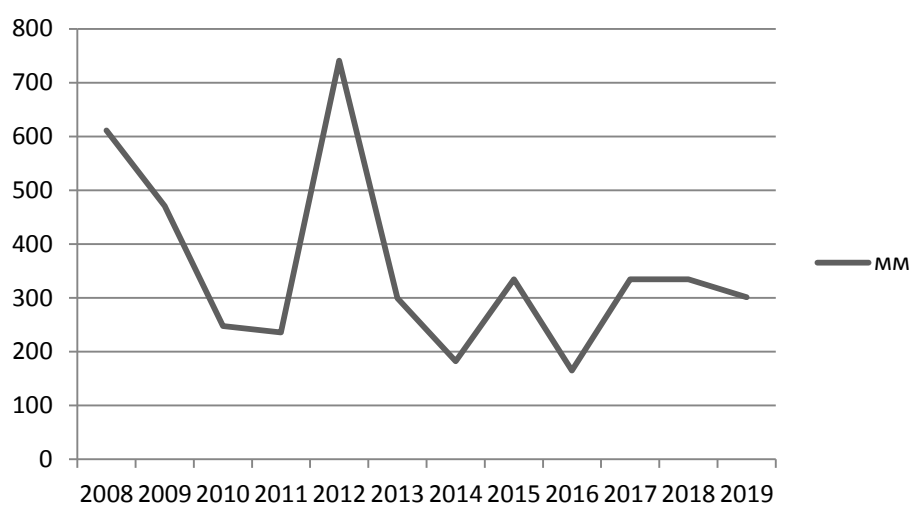


Рис. 3. Суммарное количество осадков, выпавшее с 1.05 по 10.09 в Нолинском районе в период 2008–2019 гг.

**Коэффициенты корреляции (R) между характеристиками
макрозообентоса**

р. Осиновки и количеством осадков в теплый период года

Показатель	n	$R_{кр.}$	S (общее)	N	B	BI	OI	H	S (в грунте водото ка)
Количество во осадков	12	0,58	-0,28	0,1	0,36	0,66	-0,4	0,57	0,41
	10	0,63	-0,33	0,68	0,87	0,75	-0,37	0,60	0,69

Примечание: n – объем выборки; $R_{кр.}$ – критическое значение коэффициента корреляции; жирным шрифтом выделены достоверные значения R ($p \leq 0.05$).

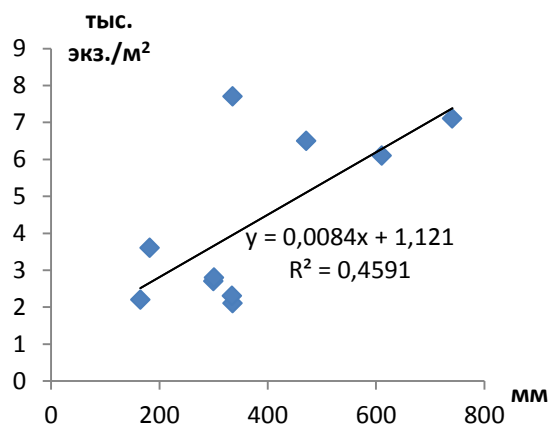


Рис. 4. Связь количества осадков (ось абцисс) с численностью макрозообентоса (ось ординат).

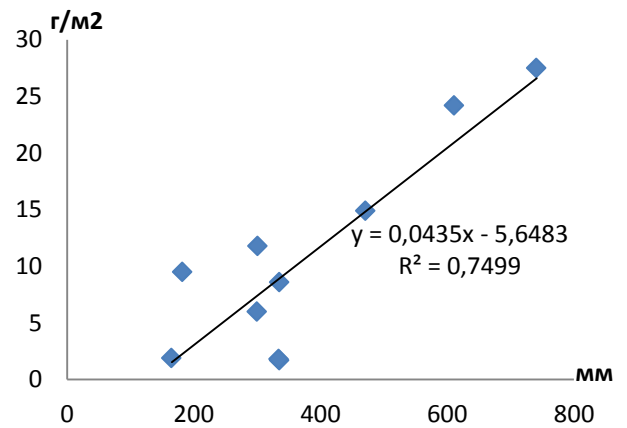


Рис. 5. Связь количества осадков (ось абцисс) с биомассой макрозообентоса (ось ординат).

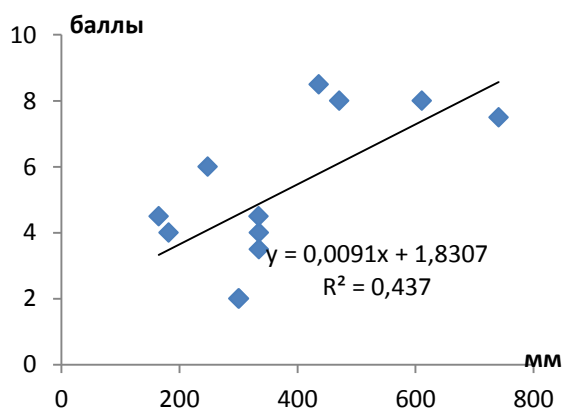


Рис. 6. Связь количества осадков (ось абцисс) с индексом Вудивисса (ось ординат).

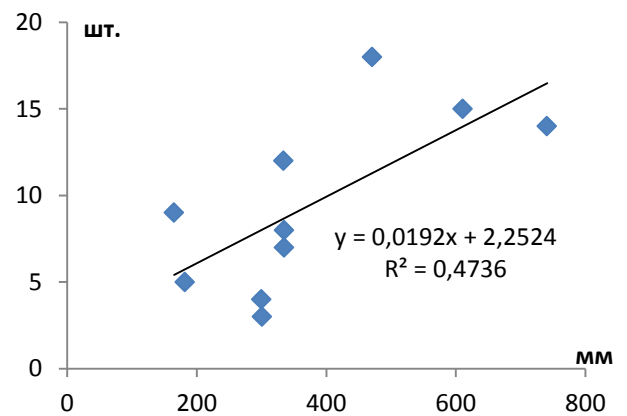


Рис. 7. Связь количества осадков (ось абцисс) с количеством видов в грунте водотока (ось ординат).