



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
“РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Бакалаврская работа)

На тему: «Экологическое состояние территорий, загрязненных тяжелыми
металлами и пестицидами»

Исполнитель: Гусева Татьяна Юрьевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель: Доктор химических наук, профессор
(ученая степень, ученое звание)
Мансуров Марат Маруфович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(Подпись)

Кандидат географических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович
(фамилия, имя, отчество)

« 19 » июня 2023

Санкт-Петербург
2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
1. Понятие экологическое состояние и загрязнение	4
1.1 Понятие экологического состояния территорий.....	4
1.2 Загрязнение и виды загрязнений.....	8
1.3 Понятие тяжелых металлов и их классификация.....	10
1.4 Понятие пестициды и их классификация.....	16
2. Методы мониторинга тяжелых металлов и пестицидов.....	19
2.1 Понятие экологического мониторинга	19
2.2 Государственный экологический мониторинг	20
2.3 Государственный мониторинг водных объектов	22
3. Загрязнение пестицидами и тяжелыми металлами на примере реки Москва.....	25
3.1 Характеристика реки Москва	25
3.2 Загрязнение реки Москва тяжелыми металлами.....	27
3.3 Загрязнение вод устья реки Москва пестицидами, нефтепродуктами и другими загрязнителями.	45
3.4 Рекомендации	47
Выводы.....	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность

Проблема ухудшения экологического состояния территорий, загрязненных тяжелыми металлами и пестицидами является довольно актуальной в наше время.

Основными источниками данного загрязнения являются выбросы промышленных предприятий, активно используемые в сельском хозяйстве удобрения, а также выбросы автотранспорта.

Загрязнение тяжелыми металлами и пестицидами негативно влияет на окружающую среду и человека. Оно нарушает естественные почвенные и водные процессы, разрушает экосистемы, приводит к сокращению биологического разнообразия, подавляет иммунную систему, обладает мутагенными и канцерогенными свойствами, провоцирует появление и развитие онкологических заболеваний.

На данный момент времени нет возможности полностью отказаться от использования тяжелых металлов и пестицидов, но существует множество комплексных мер и методов, позволяющих минимизировать их негативное воздействие. Среди них – строгий контроль надлежащих органов за использованием опасных веществ, внедрение безопасных технологий и новейшей техники, установки очистных сооружений, восстановление территорий.[1]

Цель

В рамках выпускной квалификационной работы необходимо подробно ознакомиться с загрязнением территорий тяжелыми металлами и пестицидами, изучить систему экологического мониторинга, который осуществляет государство, провести комплексный анализ реки Москва на уровень загрязнения тяжелыми металлами и пестицидами, на основе полученных результатов разработать рекомендации по снижению выбросов тяжелых металлов и пестицидов в окружающую среду.

Задачи:

- разобрать, связанные с данной выпускной квалификационной работой термины - экологическое состояние территории, загрязнения окружающей среды, экологический мониторинг, тяжелые металлы и пестициды

- подробно изучить, что представляют из себя и чем опасны данные загрязнения

- изучить структуру экологического мониторинга, который проводит государство и государственные органы для окружающей среды в целом и для водных объектов

- провести комплексный анализ реки Москва, оценить степень загрязнения воды, донных отложений и высших растений реки тяжелыми металлами

- сформировать на основе полученных результатов рекомендации по снижению выбросов тяжелых металлов и рекультивации поврежденных территорий

1. Понятие экологическое состояние и загрязнение

1.1 Понятие экологического состояния территорий

Экологическое состояние территорий — это состояние нахождения экосистем и их компонентов в определенный период времени. Окружающая среда оценивается по отдельно взятым компонентам (воздух, вода, почва, биота) и ландшафтам в целом. [2]

Оценка атмосферного воздуха проводится по ряду показателей, среди которых: индекс загрязнения атмосферы, стандартный индекс, наибольшей повторяемости превышения предельно допустимой концентрации.[10]

Индекс загрязнения атмосферы – это численная оценка качества воздуха в конкретном регионе, основанная на измерении концентрации различных загрязнителей в воздухе. В ИЗА учитываются такие загрязнители, как диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, пыль, аммиак, серная кислота, фенол и ртуть. ИЗА зависит не только от количества выбросов, но и от климатических условий, влияющих на рассеивание загрязняющих веществ и формирование приземных концентраций. В нашей стране загрязнение атмосферного воздуха считается низким, если ИЗА <5, повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким при ИЗА, равном или большем 14.

Стандартный индекс - это наибольшая измеренная разовая нормированная к ПДК концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе в наблюдаемом пункте . СИ определяется из данных наблюдений на посту за одной примесью, или на всех постах рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год и характеризует степень кратковременного загрязнения. В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается повышенным при СИ<5, высоким при СИ от 5 до 10 и очень высоким при СИ>10.

Наибольшая повторяемость предельно допустимой концентрации – это наибольшее значение повторяемости превышения ПДК максимальными разовыми концентрациями отдельного загрязняющего вещества по данным всех пунктов наблюдений в городе. Выражается данная величина в процентах.[11]

Оценка качества воды - совокупность показателей ее состава и свойств, определяющих пригодность для конкретных видов водопользования. Оценка качества производится по таким параметрам, как содержание взвешенных веществ и плавающих примесей, температура, окраска, запахи и привкусы, величина рН, биохимическое и химическое потребление кислорода, содержание растворенного кислорода, химических веществ и микроорганизмов.

Для оценки состояния поверхностных вод существует два показателя: индекс загрязнения воды и удельный комбинаторный индекс загрязнения воды.

ИЗВ - это количественный показатель, который характеризует, насколько загрязнена вода в водных объектах. По степени загрязненности вода делится на 7 классов, где к первому классу относится очень чистая вода, ко второму чистая, к третьему умеренно загрязненная, к четвертому загрязненная, к пятому грязная, к шестому очень грязная, к седьмому чрезвычайно грязная.

Официально ИЗВ применялся при проведении экологического мониторинга поверхностных вод до 2004 года. Сейчас он используется для оценки качества воды при исследовании аквальных систем и применяется в равной степени для пресных и соленых вод.

В настоящее время при проведении мониторинга водных объектов взамен ИЗВ в системе Росгидромета используется КИЗВ(комбинаторный индекс загрязнения воды). Этот показатель рекомендуется рассчитывать с помощью компьютерной программы, разработанной специалистами Гидрохимического института. Расчет КИЗВ вручную возможен, однако

требуется использование большого количества вспомогательного материала, заключенного в таблицах в составе РД.

УКИЗВ – относительный комплексный показатель степени загрязненности поверхностных водных объектов. В расчете УКИЗВ используют только нормируемые ингредиенты и показатели состава и свойств воды водного объекта. В качестве норматива используют ПДК вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов, а также водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Классификация качества воды водных объектов по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды представляет собой разделение воды в зависимости от ее загрязнения на 5 классов. Первый класс представляет собой условно чистую воду; второй слабо загрязненную; третий загрязненную разрядов «а» и «б», где «а» это загрязненная вода и «б» очень загрязненная; четвертый класс представляет грязную воду разрядов «а-г» и пятый класс представлен экстремально грязной водой.

К сожалению УКИЗВ не учитывает фоновые содержания химических веществ. Это приводит к тому, что при расчете индекса в некоторых районах мы сталкиваемся с низким качеством воды за счет повышенного фонового содержания некоторых ингредиентов. Заведомо снижение качества воды будет в районах развития естественных геохимических аномалий. Для многих водоемов типичны повышенные фоновые содержания меди и цинка по отношению к ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения. В северных районах за счет природных факторов повсеместно наблюдаются концентрации железа и марганца, превышающие существующие нормативы. Так, многочисленные расчеты УКИЗВ для водных объектов ЯНАО показывают, что в отсутствие каких-либо источников загрязнения повышенные фоновые содержания металлов снижают класс качества до слабо загрязненных и загрязненных вод.[13]

Оценка качества почв - это оценка почвы, целью проведения которой является определение ее качества и степени безопасности для человека, а также разработка рекомендаций по снижению различного вида загрязнений.

По сравнению с оценкой состояния воздуха и воды оценка экологического состояния почв является более трудной задачей. Объясняется эта трудность рядом причин, среди которых можно отметить сложность почвы как объекта исследования; многофазность и открытость самой почвенной системы, в которой происходят химические взаимодействия с участием твердых веществ, почвенного воздуха, почвенного раствора, живых организмов и корней растений; постоянное влияние физических почвенных процессов; содержание химических элементов – токсикантов. Все это мешает оценке доли влияния лишь антропогенной составляющей. Перечень показателей состояния почв зависит от уровня проводимых работ. [12]

Оценка биологических систем представляет собой разработку для каждого уровня определенных методик наблюдения и установку определенного набора функциональных характеристик.

Критерии экологической оценки флоры и фауны включают в себя разнообразие видового состава растений и животных, индикатор антропогенной нагрузки, относительную площадь коренных ассоциаций, повреждение древостоев техногенными выбросами, проективное покрытие степной пастбищной растительности, продуктивность пастбищной растительности, уменьшение численности охотничье промысловых видов животных, биомассу почвенной мезофауны.

Оценка экологического состояния ландшафтов – это определение сложившейся на данной территории экологической ситуации, которая выполняется на основе анализа главных составляющих компонентов ландшафтов. Экологическое состояние ландшафтов оценивается как благоприятное, слабой экологической напряженности, средней напряженности, сильной, критической и кризисной. [23]

1.2 Загрязнение и виды загрязнений

Загрязнение окружающей среды – это привнесение и накопление новых, не характерных для нее физических, химических и биологических веществ либо же превышение их естественного уровня в окружающей среде.

К видам загрязнений окружающей среды относятся физическое загрязнение, которое включает в себя шумовое, тепловое, вибрационное, радиационное, электромагнитное и световое; химическое загрязнение и биологическое загрязнение. [24]

Тепловое загрязнение – это загрязнение окружающей среды, которое характеризуется увеличением температуры выше ее естественного уровня. Основными источниками данного загрязнения являются выбросы в атмосферу нагретых отработанных газов и воздуха, сброс в водоемы нагретых сточных вод, выбросы от промышленных предприятий и транспорта.

Шумовое загрязнение – это загрязнения окружающей среды, состоящее в увеличении естественного природного уровня шума. К источникам шумового загрязнения среды относят различные виды транспорта, открытые стадионы, строительные площадки и объекты коммунального хозяйства.

Вибрационное загрязнение – это загрязнение, связанное с воздействием механических колебаний твердых тел на различные объекты окружающей среды. Источники – промышленные предприятия, транспорт, крики людей и животных.

Радиационное (ионизирующее) загрязнение – самый опасный вид физического загрязнения окружающей среды, который связан с воздействием на человека и другие живые организмы радиационного излучения. Под данным излучением понимают любое излучение, взаимодействие со средой которого приводит к образованию электрических зарядов разных знаков. Источником радиационного загрязнения является радиоактивное устройство

или вещество, испускающее ионизирующее излучение. Источники излучения делятся на два вида – источники природного происхождения и антропогенного. Первый вид источников включает в себя космическое излучение, земные источники излучения, присутствующие в жилищах, на шахтах и в источниках минеральных вод. К источникам второго вида относятся – атомные электростанции, предприятия по созданию термоядерного оружия, захоронения атомных отходов.

Электромагнитное (неионизирующее)- загрязнение, связанное с распространением радиоволн вне предназначенных для низ диапазонов либо же с превышением разрешенного безопасного уровня. К способным влиять на здоровье человека и животного источникам электромагнитных излучений относятся устройства беспроводной связи – Wi-Fi, Bluetooth, мобильные телефоны, а также компьютеры, мониторы, экраны телевизоров, СВЧ печи, флуоресцентные лампы, электрические моторы; высоковольтные линии передачи тока, технические средства подвижной радиосвязи.

Световое загрязнение связано с чрезмерным освещением ночного неба искусственными источниками света, приводящим к сбоям жизненных циклов людей, животных, насекомых и растений. Эффект освещения неба усиливается благодаря распространеными в воздухе частицами пыли, которые дополнительно отражают и рассеивают излучаемый свет.

Основными источниками светового загрязнения являются большие города с развитой инфраструктурой.

Химическое загрязнение – это загрязнение, представляющее собой внедрение чуждых естественным биогеоценозам веществ в воду, воздух и почву. Химические загрязнители обладают мутагенными и канцерогенными свойствами, вызывают острые отравления и аллергии.

Основными источниками химического загрязнения являются тяжелые металлы, диоксины, бензаперин, формальдегиды, пестициды, фреоны и асбест.

Биологическое загрязнение – чрезвычайно опасное загрязнение окружающей среды, вызванное попаданием в экосистемы и последующим накоплением в них патогенных, нехарактерных видов микроорганизмов. Все эпидемии такие, как холера, оспа, чума вызываются бактериями, грипп, СПИД – вирусами. В отдельную группу биологических загрязнений относят лекарственные загрязнения. Такие препараты, как амидопирин, фенацетин запрещены к производству, так как являются выраженными канцерогенами. Многие антибиотики разрушают биоценоз кишечника и других внутренних сред организма, вызывая дисбактериозы и кандидозы, ряд антибиотиков тетрациклинового ряда поражает слуховой нерв, порой приводя к полной глухоте человека. [1]

1.3 Понятие тяжелых металлов и их классификация

Тяжелые металлы – это группа химических элементов, атомная масса которых выше 50 атомных единиц. [4]

Основными источниками поступления тяжелых металлов в окружающую среду являются выбросы промышленных предприятий, различные виды транспорта и используемые в сельском хозяйстве агрохимикаты. [5]

Тяжелые металлы по уровню воздействия на организм человека делятся на три класса.

К первому классу относятся высоко опасные металлы, среди которых ртуть, мышьяк, кадмий, селен, бериллий, свинец, цинк.

К второму классу опасности относятся умеренно опасные металлы – кобальт, никель, медь, молибден, сурьма, бор.

Третий класс опасности включает в свой состав мало опасные металлы такие, как барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

Тяжелые металлы относятся к загрязняющим веществам, за которыми обязательны наблюдения во всех средах. Это объясняется их высокой

токсичностью в относительно низких концентрациях и способностью к биоаккумуляции. С точки зрения химико-токсикологического анализа необходим тщательный интерес за следующими тяжелыми металлами: ртуть, свинец, кадмий, хром, марганец, медь, барий, мышьяк и другие. [6]

Ртуть – это химический элемент шестого периода периодической таблицы Д. И. Менделеева с атомным номером 80, относящийся к подгруппе цинка, 12-й группе.

Ртуть содержится в земной коре в концентрации, которая приблизительно равна 0,08 мг/кг, в почвах 0,04-0,8 мг/кг, в продуктах растительного происхождения 0,001-0,64 мг/кг.

Ртуть чрезвычайно опасна тем, что ее пары, попадая в легкие, благодаря хорошей растворимости всасываются в ЖКТ. Ионы ртути хорошо соединяются с некоторыми видами белков, которые содержатся в почках и удерживаются там, нарушая их нормальную работу. Оказывает негативное влияние ртуть также и на мозг, кожу, слизистые, нервную систему.

С особой осторожностью следует контактировать с металлической ртутью, которая активно используется в домашних термометрах. При разбивании термометра в домашних условиях следует предпринять следующие меры безопасности: вывести из помещения или хотя бы комнаты детей, людей пожилого возраста и животных; надеть влажную марлевую повязку и резиновые перчатки; собрать крупные шарики ртути кисточкой, лейкопластырем или скотчем в бумажный конверт; обработать поверхность мыльно-содовым раствором или раствором марганцовки; собранные шарики ртути поместить в банку с раствором марганцовки; вызвать экстренную службу; проветрить помещение.

Ртуть может находиться в трех различных формах – чистая металлическая ртуть, сульфид ртути, метилртуть. Последний вид ртути является самым опасным для живых организмов.

Элементарная ртуть преобразуется в метилртуть на глубинах более 5 метров на границах плотин, в водохранилищах и болотах. Даже незначительное содержание в воде водных объектов метилртути очень опасно, ведь благодаря биоаккумуляции она достигает больших концентраций и откладывается в тканях рыб ценных пород, а вместе с ними попадает и в организм человека.

Поэтому проблема загрязнения окружающей среды ртутью требует особого внимания. Это в первую очередь связано с добычей золота, так как для его получения руду обрабатывают жидкой ртутью, которая испаряется и попадает в окружающую среду.

Кадмий – это химический элемент 14-й группы, шестого периода периодической таблицы Менделеева, с атомным номером 82.

Кадмий содержится в почвах нашей страны в концентрациях, равных 0,01-0,04. Основными источниками поступления данного элемента в окружающую среду служат сжигание нефти и пластика, краски, аккумуляторы и активно используемые в сельском хозяйстве гербициды и фосфорные удобрения.

При попадании в почву соединений кадмия, основная его часть остается в верхнем почвенном слое, а остаток тем временем мигрирует вглубь почвы. При появлении новых побегов у растений, кадмий проникает внутрь самого растения, откуда выходит в период колошения.

Безопасное для растений количество кадмия не всегда является безопасным для организма человека, так как данный тяжелый металл обладает довольно высокими кумулятивными способностями.

Ядовит не только кадмий в чистом виде, но и его соединения. Ионы кадмия задерживаются в организме, благодаря их вступлению в соединение с аминными, карбоксильными и сульфгидроксидными группами, которые имеются в белках. При поступлении в организм кадмий накапливается и остается в нем на долгие годы, особенно страдают щитовидная железа, почки и печень.

Свинец – химический элемент 14-й группы, шестого периода периодической таблицы Д. И. Менделеева, с атомным номером 82.

Наибольший интерес из соединений свинца вызывают хроматы и карбонаты свинца, а также оксиды и сульфаты которые. Первые используются в качестве пигментов для красок, вторые для различных электролитов.

Опасной концентрацией является даже такое содержание свинца, как 3,5 мкг/дл, так как даже эта концентрация может негативно влиять на детский организм, вызывая снижение интеллекта. Предельно допустимое разрешение в продуктах питания - 0,5 мг/т.

Отравления свинцом имеют затяжной и периодически возобновляемый характер. Свинец попадает и удерживается в организме человека, благодаря белкам эритроцитам, затем поступает в кровь, последовательно достигая почек, печени, костной ткани и других жизненно важных органов. Длительное время свинец находится и в головном мозге, вызывая нарушения его нормальной работы. Также свинец ослабляет иммунную систему и в ряде случаев провоцирует развитие онкологии.

Мышьяк – это химический элемент, имеющий атомный вес 33, относящийся к пятнадцатой группе, четвертому периоду периодической таблицы Менделеева.

Мышьяк применяется для производства сплавов, полупроводников, красителей, аккумуляторов, в кожевенной, текстильной и стекольной промышленности, а также в медицинских целях. Неорганические соединения мышьяка в незначительных количествах входят в состав общеукрепляющих и тонизирующих средств, содержатся в лечебных минеральных водах и грязях, а органические соединения мышьяка используются как противомикробные и противопротозойные препараты.

В организм человека соединения мышьяка поступают с водой, продуктами питания, медицинскими препаратами и пестицидами.

Мышьяк может вызвать острые и хронические отравления. Острые отравления мышьяком приводят к смерти. Смертельной дозой является 30 мг мышьяка. Хронические отравления мышьяком проявляются в прогрессирующем похудении, острых болях в конечностях, нарушении памяти, речи, развитии психозов, нарушении кожной чувствительности, развитии дерматитов, поражении печени. Токсическое действие мышьяка обусловлено связыванием им сульфгидрильных групп белков и ингибированием действия многих ферментов, участвующих в процессах клеточного метаболизма и дыхания. Хроническое отравление мышьяком и его соединениями чаще всего возникает при длительном употреблении питьевой воды с содержанием 0,3-2,2 мг/л мышьяка и приводит к потере аппетита и снижению массы тела, желудочно-кишечным расстройствам, периферийным неврозам, конъюнктивиту, гиперкератозу и меланоме кожи. Меланома возникает при длительном воздействии мышьяка и может привести к развитию рака кожи. Экспертами ФАО и ВОЗ установлена допустимая суточная доза мышьяка 0,05 мг/кг массы тела, что для взрослого

человека составляет около 3 мг/сут. ПДК мышьяка в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078–01 составляет для моллюсков и ракообразных 5,0 мг/кг; рыбопродуктов, сахара, шоколада, поваренной соли – 1,0; грибов – 0,5; мяса, яиц, масла, творога, хлеба, круп, овощей, фруктов – 0,1–0,2; молока, кисломолочных продуктов – 0,05.

Медь – это химический элемент с атомным номером 29, относящийся к 11 группе четвертого периода периодической таблицы Менделеева.

Медь используется для производства двигателей, телефонов, телевизоров, различных электроприборов, автомобилей, отопительных систем, в сельском хозяйстве и фармакологии.

Медь присутствует почти во всех пищевых продуктах. Суточная потребность взрослого человека в меди – 2-2,5 мг, детей – 80 мкг/кг. Однако при нормальном содержании в пище молибдена и цинка – физиологических антагонистов меди, по оценке экспертов ФАО, суточное потребление меди может составлять не более 30 мг в рационе. Потребление в пищу большого количества солей меди вызывает токсические эффекты у людей и животных. Они, как правило, обратимы. Летальной для человека является концентрация меди 0,175-0,250 г/сут. Гигиеническими требованиями к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов предусматривается обязательный контроль за содержанием меди в пищевых продуктах. Предельно допустимая концентрация меди в основных пищевых продуктах в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078–01 должна составлять: для шоколада, моллюсков, ракообразных, зародышей пшеницы – 20-50 мг/кг; сыров, круп, рыбы – 10-15; хлеба, яиц, поваренной соли – 2-3; молока – 1; растительного масла – 0,5. [6]

Тяжелые металлы являются естественными компонентами земной коры, поэтому их нельзя уничтожить. В небольшой степени они всегда будут

проникать в наш организм через воздух, продукты питания и питьевую воду. Некоторые тяжёлые металлы такие, как медь, селен и цинк необходимы для поддержания здоровья организма, но при превышении нужной концентрации данные вещества приводят к отравлению.

Тяжелые металлы опасны тем, что имеют свойство накапливаться в почве, растениях и воде, через которые в дальнейшем могут поступать в организм человека.

В избыточном количестве тяжелые металлы способны изменять структуру белков и нуклеиновых кислот, негативно влиять на обмен веществ, нарушать работу внутренних органов, вызывать ряд опасных заболеваний печени, почек, нервной системы, аутоиммунные болезни, аутизм, а также вызывать мутации.[5]

1.4 Понятие пестициды и их классификация

Пестициды – химические средства, которые активно применяются в сельском хозяйстве для защиты растений от различных видов паразитов, возбудителей болезней растений, сорняков, а также для уничтожения паразитов домашнего скота и переносчиков опасных заболеваний человека и животных. [7]

Широкий ассортимент препаратов, множество объектов воздействия разнообразие химического строения обуславливают различные способы классификации пестицидов.

Одной из видов классификаций пестицидов является классификация по объекту применения. Пестициды в данном случае делятся на следующие группы:

- инсектициды – пестициды, применяемые для борьбы с вредоносными насекомыми;
- акарициды — средства борьбы с клещами;

- овициды — средства защиты, созданные для уничтожения яиц вредных насекомых и клещей;
- ларвициды — вещества, предназначенные для уничтожения личиночной стадии жизни насекомых;
- нематициды — для уничтожения нематод; родентициды (ранее зооциды) — для борьбы с вредными грызунами;
- фунгициды — химические агенты, используемые для борьбы с грибными болезнями;
- бактерициды — вид пестицидов, предназначенный для борьбы с бактериальными болезнями;
- гербициды — химические вещества, применяемые для уничтожения травянистой сорной растительности;
- арборициды — химические препараты, созданные для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности;
- альгициды — химические вещества из группы гербицидов, предназначенные для уничтожения водорослей;
- афициды — препараты, используемые против тли;
- вермициды — средства, предназначенные для борьбы с различными видами червей;
- вирусоциды — яды, используемые для борьбы с вирусными болезнями.

Помимо деления пестицидов по объекту применения существует классификация, критерием которой является способ попадания пестицида в организм. В соответствии с данным критерием пестициды делятся на следующие группы:

- пестициды кишечного действия, которые вызывают отравление организма при поступлении пищи;
- пестициды контактного действия, вызывающие отравление при проникновении в организм через наружные покровы при непосредственном контакте;

- пестициды фумигационного действия, которые поступают в организм в виде пара или в газообразном состоянии;

- пестициды системного действия, которые способны продвигаться по сосудистой системе растений.

Также существует классификация пестицидов, основанная на их химическом строении. Она разделяет пестициды на группы, сходные по химическому строению и назначению. Например, органические инсектициды, производные дитиофосфорной кислоты (Карбофос, Золон, Би58 Новый), производные сульфонилмочевины (Кортес, Хармони). [8]

Пестициды могут поступать в организм человека или животных вместе с воздухом, пищей, водой, а также через кожные покровы, взаимодействуя с жизненно важными структурами, вызывая нарушение его жизнедеятельности, которое при определенных условиях переходит в отравление.

Если говорить в целом о негативном воздействии пестицидов на окружающую среду, то можно сказать, что данные вещества нарушают естественные микробиоценозы почвы и воды, снижают пищевую ценность продуктов питания, подавляют иммунную систему организмов, вызывают ряд опасных, порой несовместимых с жизнью заболеваний, репродуктивную токсичность, а также вызывают мутации. [9]

2. Методы мониторинга тяжелых металлов и пестицидов

2.1 Понятие экологического мониторинга

Экологический мониторинг – это информационный комплекс наблюдений, оценки и прогноза различных изменений, происходящих в окружающей среде, созданный с целью выделения доли антропогенной составляющей данных изменений на фоне естественных процессов. [10]

Цель экологического мониторинга заключается в создание информационной системы, позволяющей достоверные сведения о состоянии окружающей среды и изменениях в ее компонентах под действием антропогенных и естественных факторов.

Задачи экологического мониторинга следующие:

- сбор, накопление, систематизация и анализ информации;
- формирование банка данных для полученной информации;
- обработка данных и составление таблиц, карт и графиков;
- разработка более современных методов получения нужной информации;
- оценка прогноз нынешнего состояния окружающей среды;
- рассмотрение и анализ причин изменения состояния окружающей среды;
- обеспечения всех заинтересованных в этом лиц нужной информацией;

Процесс мониторинга состоит из четырех этапов, включающих наблюдение, оценка текущего состояния, составление прогноза возможных изменений и оценку состояния наблюдаемого объекта.

Экологический мониторинг помогает составлять прогнозы различных критических ситуаций и предупреждает их развитие.

Окружающая среда – это многокомпонентная система, включающая в себя такие объекты, как атмосфера, гидросфера, литосфера, педосфера и биота.

Атмосфера – это газовая оболочка, которая включает в себя климат, различные метеорологические процессы, а также естественные и антропогенные загрязнения воздуха и перенос этих загрязняющих веществ.

Гидросфера – это водная среда, включающая в себя воды Мирового океана,

поверхностные воды – реки, озера, болота, грунтовые и подземные воды, динамику водных масс, гидрохимию, системы сточных вод, источники питьевой воды, источники вод, используемые в промышленных целях, очистные системы, степень и характер загрязнения водных объектов, перенос в них загрязняющих веществ.

Литосфера – твердая оболочка нашей планеты, характеризующая геологические и морфологические особенности территорий, добычу природных ископаемых геологические естественные комплексы, почвы и их особенности, а также вопросы землепользования.

Педосфера – это почвенная среда, включающая оценку сельскохозяйственной вспашки и рекультивации поврежденных почв, загрязнение почв различными видами удобрений и разрушение почв под их действием, различные виды эрозии, а также почвы, занятые городами и населенными пунктами.

Биота – это объект окружающей среды, который включает в себя флору и фауну, среди которых обитатели лесов, полей и водоемов, особо охраняемые природные территории, природные комплексы и ландшафты, деградация ландшафтов. [12]

2.2 Государственный экологический мониторинг

Государственный экологический мониторинг – комплексные наблюдения, которые осуществляются в соответствии с единой системой экологического мониторинга органами исполнительной власти, органами власти субъектов РФ в рамках своей компетенции, которая установлена законодательством, посредством создания и функционирования надзорных сетей и различных информационных ресурсов в рамках подсистем единой системы государственного экологического мониторинга, а также создание и использование уполномоченным Правительством РФ органом исполнительной власти.

Цель государственного экологического мониторинга состоит в обеспечении охраны и защиты природной среды.

Задачи:

- постоянный контроль за состоянием окружающей среды в целом и за состоянием ее компонентов, наблюдения за происходящими в них процессами

- сбор, хранение, обработка, а также дальнейшая систематизация полученной информации

- анализ данной информации

- обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления и граждан свежей и достоверной информацией о состоянии природной среды

Система государственного экологического мониторинга состоит из множества подсистем, среди которых мониторинг уровня загрязнения и состояния объекта наблюдения, мониторинг атмосферного воздуха, мониторинг уровня радиационного загрязнения, мониторинг земель, мониторинг фауны, мониторинг состояния лесов, мониторинг природных недр, водных объектов, в том числе внутренних морей и территориального моря России, а также уникальной системы озера Байкал, мониторинг экономической зоны и континентального шельфа, мониторинг охотничьих и рыболовных ресурсов.

Осуществление государственного мониторинга лежит на таких органах, как Министерство природных ресурсов и сельского хозяйства, Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии, Федеральным агентством природного лесного хозяйства, агентством по недропользованию, Федеральным агентством водных ресурсов, Федеральным агентством по рыболовству, Федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление использованием атомной энергии, органами исполнительной власти субъектов РФи Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом" в соответствии с их компетенцией, установленной законодательством РФ, путем создания и обеспечения функционирования наблюдательных сетей и информационных ресурсов в рамках подсистем единой системы мониторинга, а также создания и эксплуатации Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации государственного фонда. [18]

2.3 Государственный мониторинг водных объектов

Государственный мониторинг водных объектов – это комплекс, включающий в себя наблюдение, оценку и прогноз изменения текущего состояния наблюдаемых водных объектов, которые находятся в собственности субъектов России, собственности муниципальных образований, а также объектов, находящихся в собственности юридических или юридических лиц.

Государственный мониторинг водных объектов - это одна из составляющих частей мониторинга всей окружающей среды.

Цели данного мониторинга следующие:

- своевременное обнаружение и прогноз различного рода негативных воздействий, которое оказывается на водные объекты, а также разработка и применение мер и методов по их предотвращению;

- оценка действенности проводимых мероприятий;

- информационное обеспечение управления в сфере охраны и использования водных объектов, в том числе для государственного федерального и регионального контроля окружающей среды.

В государственный мониторинг различных водных объектов входит:

- постоянные наблюдения за актуальным состоянием объектов, показателями состояния их ресурсов качественными и количественными, наблюдение за мерой использования водоохраных объектов, а также зон затопления водными объектами;

- сбор, обработка и хранение этих данных;

- добавление данных в государственный водный реестр;

- оценка и прогноз изменения наблюдаемых объектов.

Состав государственного мониторинга водных объектов: мониторинг поверхностных вод, включающий природные водные объекты и водные объекты, созданные человеком; мониторинг состояния береговой линии рек, озер, болот и так далее, мониторинг состояния дна, мониторинг состояния водоохраных зон, мониторинг подземных и грунтовых вод, мониторинг водохозяйственных систем, мониторинг за сточными водами, мониторинг за объемом потребления воды из водных объектов.

Проводится данный мониторинг в пределах бассейновых округов. При проведении мониторинга учитываются особенности водных объектов – режим, географическое положение и морфологические особенности. [14]

3. Загрязнение пестицидами и тяжелыми металлами на примере реки Москва

3.1 Характеристика реки Москва

Бассейн Москвы-реки занимает территорию площадью 17640 км². В его состав входит 362 реки и приблизительно 550 ручьев.

Москва река, занимая площадь 17640 км², относится к средним рекам, водосбор которых от 20000 до 5000 километров. В данную категорию попадают оба ее притока – река Пахра и река Руза. Остальные притоки, среди которых Яуза, Сетунь, Таракановка и другие, относятся к категории ручьев и малых рек.

Длина реки Москвы равна 473 километра. Истоком реки считается Старьковское болото, находящееся на абсолютной высоте 256 метров, а устьем является река Обь, находящаяся на отметке 100,5 метров. Общее падение реки равно 155,5 метров.

Ширина русла Москвы-реки меняется в зависимости от местоположения. У города Можайска ширина русла равна 25 метров, в городе Звенигороде – 64 метра, в местевпадении одного из ее притоков, реки Рузы – 53 метра, вблизи города Москва – 85 метров, у устья – более 200 метров.

Глубина реки также сильно меняется. Выше города Москва она колеблется от 0,3 до 1,5 метров, а ниже за счет переброски воды по каналу из реки Волги и благодаря сооруженным платинам возрастает до 10 метров. Глубина реки была намного меньше от 0,2 метров на перекатах и до 8 метров в плесах до строительства гидротехнических сооружений.

Питание Москвы-реки происходит за счет поверхностного стока - 14% от дождевых, 61% - талых, 27% - грунтовых вод.

В верхнем течении река Москва протекает по относительно узкой долине, которая расположена между моренными холмами и грядами. Москва-река протекает от деревни Глядково до села Мышкино в безлесных пространствах среди моренных холмов, имея в русле много маленьких водопадов.

Вышеописанная река образывала 18 крутых поворотов на территории от села Мышкино до города Можайска. Берега Москвы реки подмывались лишь отдельными местами, так как были достаточно высокими. В наше время отрезок реки от села Грибово до города Можайска затоплен водохранилищем.

Долина Москвы-реки на протяжении 94 километров между городами Можайском и Звенигородом прорезает толщу мощных известняков.

Русло реки довольно извилисто, повороты крутые и имеют коленчатую форму. Берега русла высокие и обрывистые. На этом участке впадают Руза и Искона, которые являются крупнейшими притоками.

В долине Москвы-реки ниже устья Исконы образуется терраса, высота которой постепенно увеличивается вниз по течению. Сама долина из-за прохождения водораздельной гряды возле устья Рузы сужается. Ниже деревни Нестерово долина Москвы-реки расширяется, и у Звенигорода по берегам тянутся широкие луга.

От Звенигорода до города Москвы Москва-река прорезает юрские глины, склоны долины становятся более пологими, а повороты более плавными.

На подмываемых рекой крутых берегах привычны оползни с так называемым «пьяным лесом» – наклоненными или даже упавшими вследствие смещения грунта деревьями.

Для долины реки Москвы характерны озеровидные расширения, которые соединены с протоками шириной немногим больше километра. На этом участке она принимает еще один крупный приток – реку Истру. Сразу после поворота к юго-востоку Москва-река вступает в столицу в районе Строгино. Преодолевая в самом городе около 80 километров, она пересекает столицу с северо-запада на юго-восток, образуя 6 больших излучин: Хорошевскую, Карамышевскую, Лужниковскую, Дорогомиловскую, Кожуховскую и Центральную у Замоскворечья. В районе Капотни река Москва покидает пределы нашей столицы.

Долина реки-Москвы образует большие озеровидные расширения около устьев Пахры, Северки, Пехорки, Гжелки и Нерской. В этих расширениях река образует крутые излучины, издавна мешавшие судоходному делу. Здесь находится старое русло реки Москвы – Быковка. В крупнейшем Фаустовском расширении площадью около 120 километров, расположенном у села Марчуги между селом Фаустовым и устьем реки Нерской, находятся Михалевские и Марчуговские колена. У города Коломны Москва-река впадает в Оку. [3]

3.2 Загрязнение реки Москва тяжелыми металлами

Развитие человечества, как известно, не стоит на месте. С каждым днем появляется все больше технологий, которые делают нашу жизнь еще комфортнее. Но, к сожалению, большинство технологий очень сильно вредят окружающей среде, так как расходуют большое количество природных ресурсов, загрязняют территории, нарушают протекания естественных природных процессов, разрушают экосистемы и ведут к гибели многих представителей растительного и животного мира.

В связи с активной постоянно развивающейся промышленной и сельскохозяйственной деятельностью антропогенное воздействие на различные водные объекты проявляется все сильнее. Особенно сильно страдают средние и малые реки в промышленных и сельскохозяйственных регионах. Воздействие человека на формирование химического и физического состава рек уже встает в один ряд с естественными процессами, а порой даже преобладает.

Москва-река не стала исключением из списка рек, загрязненных в результате активной промышленной и сельскохозяйственной деятельности. Качество воды данного водного объекта оценивается как «грязная», а местами и вовсе «очень грязная», особенно в городе Москва и в Подмосковье. Концентрации тяжелых металлов и пестицидов превышают предельно допустимый уровень порой в 20 и даже 30 раз. Помимо промышленных отходов и сельскохозяйственных удобрений в реку также поступают сточные воды, включающие в себя множество веществ, наносящих вред экосистеме реки, ее обитателям и самому человеку. Также к вышеописанным видам загрязнения реки Москва добавляются кислотные дожди, которые очень сильно меняют геохимический цикл реки.

Загрязнение рек тяжелыми металлами является одним из наиболее опасных загрязнений, так как данные вещества чрезвычайно токсичны даже в малых концентрациях и помимо всего обладают высокой степенью биоаккумуляции.

Реки, расположенные вблизи мегаполисов и промышленных центров, испытывают очень сильную нагрузку, которая отражается в виде повышения содержания тяжелых металлов в воде, растениях, называемых макрофитами и донных отложениях.

Для мониторинга водных объектов крайне важно получать актуальную и достоверную информацию о локальных концентрациях тяжелых металлов в экосистемах различных регионов. Одним из перспективных биомониторов-

накопителей являются высшие растения, иначе называемые макрофитами. Возможность использования макрофитов в системе мониторинга обуславливается их способностью реагировать на изменения среды обитания и накапливать вещества, в концентрациях, превышающих их значения в окружающей среде. [13]

Исследования для данной работы проводились на реке Москва в летние месяцы 2012 года. Для этого были выбраны несколько створов – 5 по реке Москва и по 2 створа на ее притоках Истре и Пахре.



Рисунок 3.2.1 - Карта-схема района исследования

Для определения содержания тяжелых металлов в реке на каждом из выбранных створов, среди которых исток реки Москвы, нижний бьеф Можайского водохранилища, поселок Поречье, Котельническая набережная, устье реки Москва, устье реки Пахры, исток реки Пахры, устье реки Истры и исток реки Истры, были взяты пробы самой воды, донные отложения и представители высших растений рода *Potamogeton*.

Пробы воды отбирались в емкости из стекла и были законсервированы в полевых условиях. Донные отложения отбирались с наиболее типичного

участка методом квадрата. Образцы высших растений отмывались от различных частиц и изымались в первозданном виде.

Определение тяжелых металлов в воде реки осуществляли после ее пропускания через фильтр. Пробы грунта разлагали в смеси, состоящей из 3 мл. 65% азотной кислоты и 3 мл. 30% пероксида водорода. Образцы растений подвергали окислению с использованием серной и соляной кислоты в тefлоновых автоклавах с использованием реактивов, аналогичных при подготовке донных отложений.

Анализ всех образцов осуществлялся масс-спектрометрическим методом.

Масс-спектрометрия – аналитический метод исследования и анализа вещества, который основан на ионизации атомов и молекул, входящих в состав пробы, и регистрации спектра масс образовавшихся ионов.

Принцип работы масс-спектрометра включает в себя ввод, ионизацию определяемого вещества, разделение образовавшихся ионов в соответствии с их массой посредством электрического или магнитного поля, детектирование и обработка полученных данных. При измерении электрического тока, образуемого направленно движущимися ионами, можно сделать вывод о составе анализируемого вещества, как на качественном, так и на количественном уровне. [19]

Было определено содержание тяжелых металлов таких, как марганец, железо, стронций, цинк, хром, никель, медь, свинец, кадмий, кобальт.

Оценка воздействия тяжелых металлов на экосистему реки была определена по суммарному показателю загрязнения (**Ошибка! Закладка не определена.**) донных отложений, который был рассчитан, как:

$$Z_c = (\sum K_c) - (n - 1),$$

где: $K_c = C_i / C_f$, где K_c – коэффициент концентрации; C_i – фактическое содержание вещества в пробе; C_f – фоновое содержание

вещества в пробе; n – число суммируемых веществ, у которых коэффициент концентрации выше 1,0.[23]

Для характеристики процессов накопления загрязнителей в высших растениях используют значение коэффициента биологического накопления. Коэффициент биологического накопления – это величина, отражающая отношение концентрации тяжелых металлов в тканях макрофитов к отношению содержания тяжелых металлов в донных отложениях или воде.

Коэффициент накопления дает понятие о существовании «контроля» со стороны растений за поступлением загрязнителей в важные центры и позволяет косвенно судить о степени доступности элемента в среде обитания для растительных организмов.

По критерию биологического накопления растения делятся на три группы: макроконцентраторы, микроконцентраторы, деконцентраторы. К макроконцентраторам относят растения с коэффициентом накопления > 2 , к микро с коэффициентом 1–2 и к деконцентраторам с коэффициентом накопления < 1 . [19]

Один и тот же вид при разных уровнях содержания металлов в донных отложениях может одновременно относиться к разным классификационным группам.

По характеру накопления и распределения металлов в зависимости от содержания их в среде обитания растения также делят на 3 группы: «накопители», характеризующиеся повышенным содержанием металлов в органах независимо от концентрации последних в среде обитания; «индикаторы», поглощающие металлы пропорционально их концентрации в среде обитания; «исключители», в которых концентрация металлов поддерживается на постоянно низком уровне независимо от внешних концентраций. У растений имеется активная «внутренняя» детоксикация соединений металлов. Растения разных групп различаются местом, где происходит обезвреживание: у «накопителей» оно осуществляется, в основном, в наземной части, а у «исключителей» – в корневой.[23]

Концентрации тяжелых металлов в воде находились в диапазоне 0,06-0,20 мг/л для марганца; 0,31-2,67 мг/л для железа; 0,07- 0,57 мг/л для стронция; 0,002-0,03мг/л для цинка; 0,009 – 0,02 мг/л для хрома; 0,001-0,005 мг/л для никеля; 0,0009-0,007 мг/л для меди; 0,0002-0,003 мг/л для свинца; 0,00003-0,12 мг/л для кадмия и 0,0004-0,001 мг/л для кобальта.

Средние величины концентраций тяжелых металлов в воде реки превышали ПДК для водоемов культурно-бытового пользования. Обнаружены превышения содержания таких металлов, как железо, марганец и кадмий, при этом превышение концентрации железа и марганца наблюдается на всех створах, а кадмия на створах 1,2,3,4,5,6,8 и незначительное превышение на 9 створе, которым обозначен исток реки Истры.

Высокое содержание кадмия в водах реки в черте города Москвы имеют больше антропогенное происхождение, обусловленное сбросом сточных вод, что очень характерно для городов Подмосковья.

Нормативы качества воды для водных объектов рыбохозяйственного назначения более строгие, чем нормативы для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Содержание хрома, кобальта, никеля и свинца в воде реки Москвы на всех обследованных станциях соответствовало требованиям для водоемов рыбохозяйственных объектов и даже максимальные выявленные концентрации не приближались к величинам предельно-допустимых значений ПДК для рыбохозяйственных объектов.

Концентрации меди превышали ПДК на 2,3,4,5,6,8 и 9 створах.

Максимальное превышение ПДК обнаружено в устьях реки Москвы, Пахры, а также в устье реки Истры. Это доказывает, что устьевые области рек являются наиболее загрязненными, так как тяжелые металлы вместе с речным стоком поступают в него с различных отдаленных участков реки.

Для цинка характерна та же самая тенденция. Повторяется история превышения ПДК в устьях рек, а также протяжении тракта реки до города

Москвы его концентрации практически не превышали ПДК, а начиная с участка резко возросли и снизились лишь на истоке реки Пахры.

Таким образом, превышение ПДК для таких металлов как: цинк и стронций более характерно в воде реки на участке ниже г. Москвы, а для железа, марганца и меди (за исключением станций створа 1 и 7) на всем протяжении района исследований.

По концентрации кадмия норматив ПДК был превышен на всех створах, кроме 7. В среднем его концентрация в воде была равна 0,06 мг/л при ПДК равном 0,005 мг/л.

Рассматриваемые в данных исследованиях створы реки Москвы от нижнего бьефа Можайского водохранилища до устья в районе города Коломна можно разделить на 2 участка, которые отличаются по величинам концентраций содержания тяжелых металлов в воде.

Район с более низкими концентрациями тяжелых металлов охватывают станции в верховьях реки, район с более высокими концентрациями приурочен к течению реки в черте города Москва и ниже до ее устья, исключая истоки притоков рек.

Сравнение средних величин концентраций металлов в воде этих двух участков показывает, что в низовьях реки концентрации тяжелых металлов больше по сравнению с верховьем реки.

Концентрации марганца, наоборот, оказались более высокими в верхнем течении. Максимальные концентрации тяжелых металлов были зарегистрированы также в устьях рек, в черте города Москва, а также к ним добавились исток Москвы реки (0,08 мг/л), нижний бьеф Можайского водохранилища (0,12 мг/л) и поселок Поречье (0,14 мг/л).

Таблица 3.2.1 - Концентрации ТМ (мг/л) в воде р. Москвы

Створы	Описание створов	Mn	Fe	Sr	Zn	Cr	Ni	Cu	Pb	Cd	Co
--------	------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

7	Исток реки Пахры	0,06 77	0,31 37	0,07 03	0,00 23	0,00 95	0,00 12	0,00 09	0,00 03	0,00 00	0,00 04
9	Исток реки Истры	0,07 48	0,37 79	0,07 89	0,00 42	0,00 99	0,00 14	0,00 12	0,00 04	0,01 23	0,00 05
1	Исток Москва-реки	0,07 92	0,40 12	0,09 11	0,00 58	0,00 99	0,00 19	0,00 13	0,00 05	0,02 33	0,00 05
2	нижний бьеф Можайского водохранилища	0,11 86	0,73 23	0,16 95	0,01 01	0,01 11	0,00 32	0,00 31	0,00 12	0,04 32	0,00 10
3	п. Поречье	0,13 96	0,98 61	0,17 64	0,01 23	0,01 22	0,00 33	0,00 38	0,00 19	0,05 65	0,00 10
4	г. Москва (Котельническая наб.)	0,15 69	1,23 53	0,24 81	0,01 70	0,01 29	0,00 35	0,00 42	0,00 21	0,06 89	0,00 10
8	Устье реки Истры	0,18 09	1,96 39	0,30 23	0,02 48	0,01 42	0,00 49	0,00 68	0,00 28	0,09 45	0,00 13
6	Устье реки Пахры	0,19 88	2,23 04	0,45 33	0,02 72	0,01 50	0,00 54	0,00 73	0,00 31	0,10 58	0,00 14
5	Устье Москва-реки	0,20 38	2,67 84	0,57 64	0,03 30	0,01 56	0,00 57	0,00 79	0,00 32	0,12 22	0,00 14



Рисунок 3.2.2 – Динамика изменения содержания Mn



Рисунок 3.2.3 - Динамика изменения содержания Cd



Рисунок 3.2.4 - Динамика изменения содержания Fe



Рисунок 3.2.5 - Динамика изменения содержания Zn



Рисунок 3.2.6 - Динамика изменения содержания Cu

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях реки больше, чем содержание тяжелых металлов в воде.

По тракту реки они варьировали в диапазоне 0,07-0,20 мг/л для марганца, 0,31-2,67 мг/л для железа, 0,07- 0,57мг/л для стронция, 0,002-0,03 мг/л для цинка, 0,009- 0,02 мг/л для хрома, 0,001-0,006 мг/л для никеля,

0,0009- 0,008 мг/л для меди, 0,0003-0,003 мг/л для свинца, 0,00003-0,12 мг /л для кадмия и 0,0004-0,001 мг/л для кобальта.

Таблица 3.2.2 - Концентрации ТМ (мг/л) в ДО р. Москвы

Створы	Описание створов	Mn	Fe	Sr	Zn	Cr	Ni	Cu	Pb	Cd	Co
7	Исток реки Пахры	0,0 75	1,68 3	0,0 09	0,0 05	0,0 02	0,0 02	0,0 01	0,0 02	0,0 00	0,0 01
9	Исток реки Истры	0,0 79	1,87 3	0,0 12	0,0 09	0,0 07	0,0 04	0,0 04	0,0 03	0,0 00	0,0 01
1	Исток Москва-реки	0,0 91	1,94 6	0,0 15	0,0 18	0,0 08	0,0 05	0,0 05	0,0 06	0,0 00	0,0 02
2	нижний бьеф Можайского водохранилища	0,3 15	5,48 7	0,0 32	0,0 56	0,0 24	0,0 21	0,0 22	0,0 18	0,0 01	0,0 05
3	п. Поречье	0,4 57	6,17 3	0,0 46	0,0 59	0,0 32	0,0 26	0,0 25	0,0 19	0,0 01	0,0 05
4	г. Москва (Котельническая наб.)	0,7 28	6,90 3	0,0 49	0,0 84	0,0 51	0,0 40	0,0 37	0,0 31	0,0 01	0,0 08
8	Устье реки Истры	1,9 52	15,9 82	0,0 82	0,2 34	0,1 13	0,0 78	0,0 69	0,0 59	0,0 03	0,0 09
6	Устье реки Пахры	3,2 00	18,2 43	0,1 10	0,2 79	0,1 34	0,0 80	0,0 87	0,0 67	0,0 03	0,0 10
5	Устье Москва-реки	3,8 49	23,4 15	0,1 19	0,3 24	0,1 69	0,0 81	0,0 92	0,0 77	0,0 03	0,0 14



Рисунок 3.2.7 - Динамика изменения содержания Mn



Рисунок 3.2.8 - Динамика изменения содержания Fe



Рисунок 3.2.9 - Динамика изменения содержания Cr

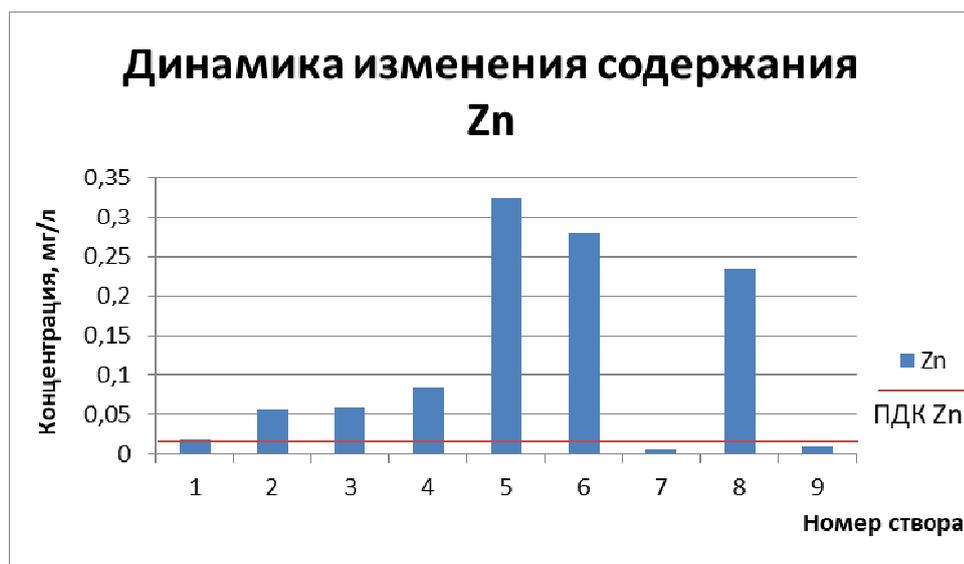


Рисунок 3.2.10 - Динамика изменения содержания Zn



Рисунок 3.2.11 - Динамика изменения содержания Cu

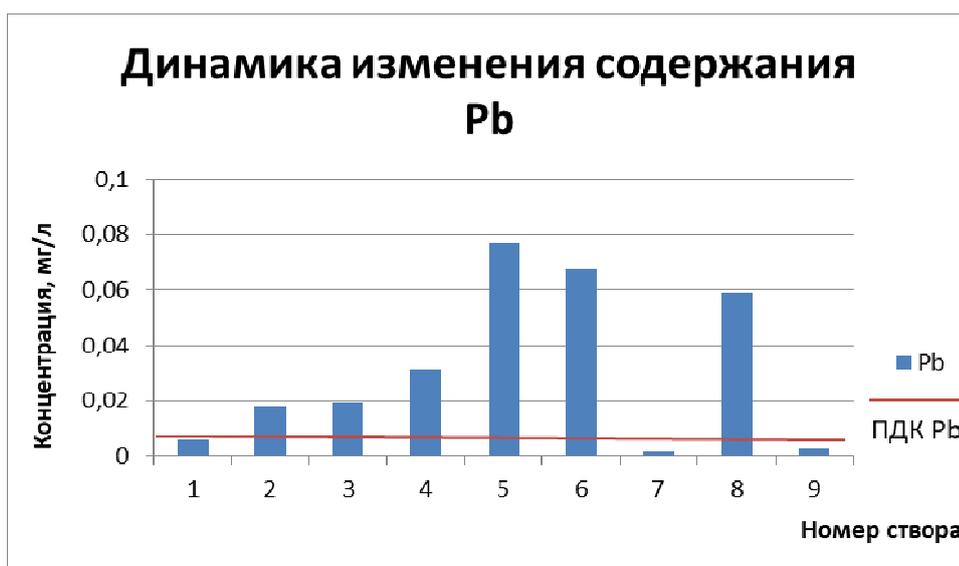


Рисунок 3.2.12 - Динамика изменения содержания Pb



Рисунок 3.2.13 - Динамика изменения содержания Ni

Наибольшее содержание концентраций марганца наблюдается так же, как и для тяжелых металлов в воде в устьях реки Москвареки и ее притоков Истре и Пахре, на створах 5, 6 и 8. На истоках концентрация тяжелых металлов по прежнему мала и в основном не превышает ПДК.

Концентрация железа же превышает значение ПДК на абсолютно всех выбранных створах, достигая наибольших концентраций в устье реки Москвы 23,4 мг/л и устьях ее притоков, у Пахры 18,2 мг/л, у Истры почти 16 мг/л.

Содержание хрома превышает ПДК на 3, 4, 5, 6 и 8 створах, сохраняя тенденцию, что самые загрязненные участки реки из-за стекания туда всех загрязняющих веществ с ближайших районов находятся в устьях, ну а превышение в черте города Москва по-прежнему можно отнести к сливанию в этих местах сточных вод и попадание промышленных отходов.

Для никеля и меди наблюдается следующая схема загрязнения: возрастание концентрации содержания данных тяжелых металлов увеличивается по мере приближения к городу Москва и в среднем находится на отметке 0,02 мг/л.

Повышенное содержания свинца в донных отложениях реки Москвы и ее фоновых показателях наблюдается на створах 2, 3, 4, 5, 6, 8, и снижается лишь истоках рек, достигая минимального значения у истока реки Пахра.

Сравнивая между собой верховье реки с ее низовьем по значениям содержания концентраций тяжелых металлов в донных отложениях можно отметить тенденцию, которая аналогична для концентраций тяжелых металлов в воде реки. Концентрации тяжелых металлов в низовье (створы 2-4) выше по железу, стронцию, цинку, хрому, никелю, меди, свинцу, по сравнению с верховьем (створы 6-9). Исключением является марганец, концентрация которого в донных отложениях, как и в случае с концентрациями в воде, была выше в верховье реки Москвы.

Также для определения категории загрязнения данного водоема был высчитан УКИЗВ, расчет которого приведен в таблице 3:

Таблица 3.2.3 – Расчет УКИЗВ для тяжелых металлов

	Sa	B`i	Sbi	Si
Mn	4	0,020339	3,00	12,00
Fe	0	-	-	-
Sr	0	-	-	-
Zn	0	-	-	-
Cr	0	-	-	-
Ni	0	-	-	-
Cu	4	0,000001	2,00	8,00
Pb	0	-	-	-
Cd	4	0,000007	3,00	12,00
Co	0	-	-	-
			SA	S`A
			32,00	3,20

В результате расчета УКИЗВ данные воды являются водами 4-го класса разряда «а» и по характеристике состояния загрязненности воды являются грязными.

Для анализа на содержание тяжелых металлов были отобраны и проанализированы 3 вида высших растений семейства рдестовые: *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton perfoliatus* L. и *Potamogeton lucens* L. Данные растения обитают в основном в крупных водоемах и является очень чувствительными к чистоте воды. Данные виды широко распространены по тракту реки Москвы. Концентрации тяжелых металлов в макрофитах могут колебаться в зависимости от концентраций тяжелых металлов в воде, видовой специфичности, времени года и других факторов.

Величину аккумуляции тяжелых металлов водными растениями очень удобно оценивать, используя ранее подробно мною описанный коэффициент биологического накопления.[23]

Все три вида рассматриваемых макрофитов по показателю Кв являются макроконцентраторами марганца, железа, стронция, цинка, хрома, никеля, меди, свинца, кадмия, кобальта. На фоне других выделяется вид *Potamogeton perfoliatus* L., который больше в 2 раза по хрому, никелю, кадмию примерно в 1,5 раза больше по марганцу, стронцию, цинку, меди по сравнению с остальными растениями.

Однако, виды *P. pectinatus* и *P. lucens* имеют приблизительно равные концентрации накопления железа, которые выше, чем у *P. perfoliatus*. Также можно отметить и схожие значения по свинцу для *P. perfoliatus* и *P. lucens*. Полученные величины указывают на то, что по Mn, Fe, Sr, Zn Cu и Cd все рдесты макроконцентраторы, а по свинцу – деконцентраторы. Значения $K_d < 1$ было выявлено для хрома и кадмия у вида *P. pectinatus* и хрома, кобальта и никеля у вида *P. lucens*. В остальных случаях коэффициенты содержания тяжелых металлов варьировали от 1,22 до 1,94, что соответствует их отнесению к микроконцентраторам.

Таблица 3.2.4 -Значения коэффициентов биологического накопления ТМ макрофитами

Название тяжелого металла	Вид <i>Potamogeton pectinatus</i> L.		Вид <i>Potamogeton perfoliatus</i> L.		Вид <i>Potamogeton lucens</i> L.	
	Кв	Кд	Кв	Кд	Кв	Кд
Mn	23509	3,5	18321	6,41	20324	2,56
Fe	9875	2,36	18053	1,9	9761	1,37
Sr	3964	3,42	7302	5,77	3411	2,39
Zn	364	2,82	850	3,25	495	2,16
Cr	926		1930	2,05	815	
Ni	4240	1,22	7482	1,62	6563	
Cu	3775	1,51	5297	3,08	5254	2,56
Pb	4063		5947		2927	
Cd	2348	1,53	7957	2,98	2621	2,09
Co	8656		12057	1,94	8555	
бха		16,36		27,06		13,13

По параметру Кд *P.perfoliatus* имеет в 2 раза более высокие показатели по цинку и кобальту по сравнению с видами *P. pectinatus* и *P. lucens*, а по таким тяжелым металлам, как: Mn, Sr, Ni, Pb Cd превосходит остальные растения примерно в 1,5 раза. Небольшая разница по Кд примерно в 1,1 раза между растениями *P.perfoliatus* и *P. pectinatus* по цинку, а так же *P.perfoliatus* и *P. lucens* по меди.

По отношению к донным отложениям наибольшее значение Кд по железу характерно для *P. pectinatus*. Вид *P. lucens* в сравнении с *P. pectinatus* имеет большие значения Кд по меди и кадмию, но меньшие Кд по марганцу, стронцию, цинку, никелю.

3.3 Загрязнение вод устья реки Москва пестицидами, нефтепродуктами и другими загрязнителями.

Почти все крупные реки в Москве и Подмоскowie загрязнены пестицидами и нефтепродуктами.

По данным на 2015 г в Москве реке наблюдается превышение предельно допустимых концентраций по органическим веществам в 1.5 раза, пестицидам в 3 раза, аммонийным и нитритным соединениям в 2 раза, нефтепродуктам в 5 раз.

Источниками являются промышленные стоки, транспортные выбросы, активно используемые в сельском хозяйстве различные виды удобрений, бытовые сбросы в населенных пунктах, строительство по берегам рек.

В Москву-реку еще до Москвы ежегодно попадает около 135 млн. м³ сточных промышленных и хозяйственно-бытовых вод, при чем более половины из них недостаточно очищенные, а стоки, поступающие с сельскохозяйственных объектов без всякой очистки, содержат до 7 млн. тонн/год загрязняющих веществ.

Регулярные наблюдения за качеством воды ведутся с начала века, а по ряду загрязнителей пестицидам, органическим соединениям, бактериям, вирусам и др. только с 1960 - 80-х годов. В это же время разрабатывались нормативы содержания загрязнителей в воде.

По данным анализов Москвы-реки у Рублево: с 1936 по 2015 год концентрация пестицидов выросла в 10 раз, причем подъем произошел в 70-х в связи с развитием сельского хозяйства и городского строительства. Основной рост содержания нитратов произошел в 1982-1992 гг. в период химизации сельского хозяйства.

После 1991 года по ряду показателей ситуация улучшилась в связи с упадком промышленности и сельского хозяйства, по другим показателям (нефтепродукты) ухудшилась.

В пределах города Москву-реку по специальной классификации относят к классам "Грязная река" и "Очень грязная река". Например, на выходе Москвы-реки из Москвы содержание нефтепродуктов в 20 раз больше предельно допустимых концентраций, пестицидов в 5 раз, аммонийного азота в 10 раз.

Многочисленные анализы показали, что на выходе из города концентрация нефтепродуктов в водах главной столичной артерии увеличивается примерно в 50 раз, а содержание тяжелых металлов – в 10 раз. В местах сливов допустимый уровень содержания токсичных веществ превышен в 60 раз.[25]

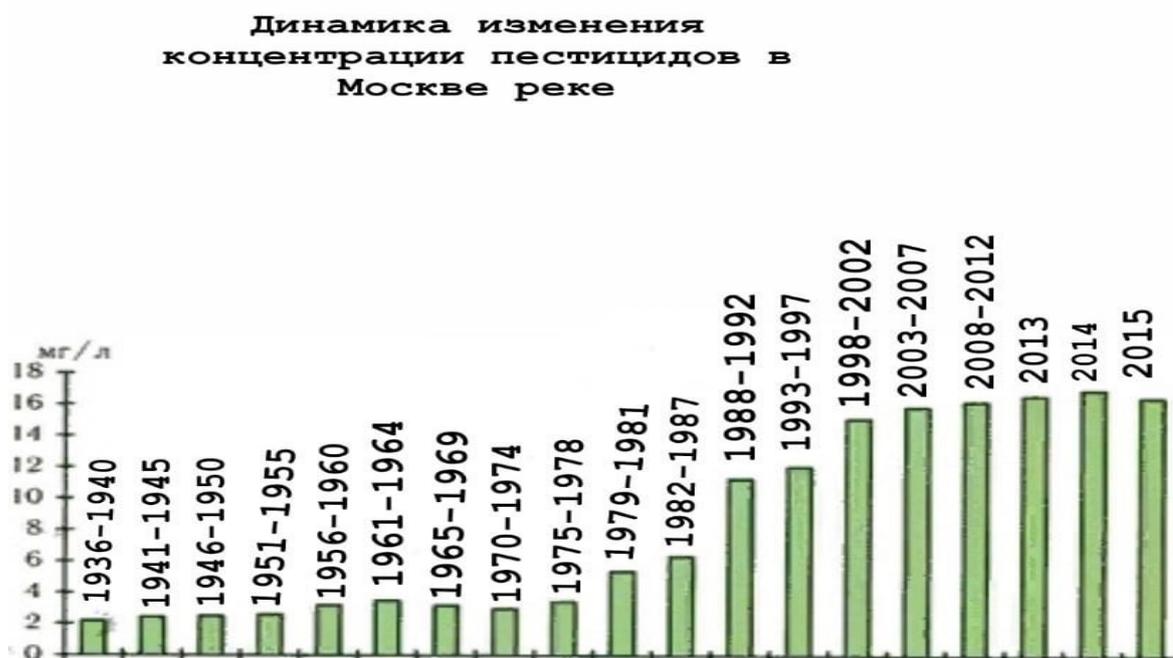


Рисунок 3.3.1 - Динамика изменения концентрации пестицидов в устье Москвы реки по годам

3.4 Рекомендации

Рекомендации по снижению загрязнения реки пестицидами и тяжелыми металлами могут быть различными, но важно учитывать множество факторов, таких как наличие сельскохозяйственных угодий и лесных массивов, количество промышленных предприятий и населенных пунктов, топографию местности, характеристики реки и другие.

1. Сокращение использования пестицидов и тяжелых металлов в сельском хозяйстве и промышленности, переход на более безопасные альтернативы. Например, вместо химических пестицидов можно использовать биологические методы, такие как бактерии, чтобы бороться с вредителями растений. При производстве металлов можно использовать более эффективные методы обработки, которые не требуют использования токсичных химических соединений.

2. Проведение регулярных мониторингов качества воды и анализ содержания пестицидов и тяжелых металлов. Это поможет определить источники загрязнения и принять меры для их устранения. Для этого могут использоваться различные методы анализа, такие как спектрометрия и хроматография. Важно также учитывать сезонные колебания уровня загрязнения, что может повлиять на выбор методов анализа и принимаемых мер.

3. Организация системы очистки сточных вод перед их сбросом в реку. Это может включать в себя использование фильтров, обеззараживающих средств и других технологий очистки. Также можно применять методы биологической очистки, например, используя растения для фиторемедиации. Важно учитывать особенности реки и ее экосистемы, чтобы выбрать наиболее эффективные методы очистки.

4. Проведение обучающих мероприятий для населения о вреде загрязнения реки и о способах его предотвращения. Данная процедура может включать в себя проведение кампаний по сбору мусора на берегах реки,

организацию экскурсий для школьников, на которых они смогут узнать о важности сохранения водных ресурсов. Также можно проводить конференции и семинары для представителей бизнеса, где будут обсуждаться проблемы загрязнения реки и пути их решения. Важно учитывать потребности каждой целевой группы и адаптировать методы обучения под них.[27]

Выводы

В ходе проделанной работы было определено загрязнение вод Москвы-реки тяжелыми металлами.

1. По отношению к ПДК водных объектов культурно-бытового использования отмечено повсеместное превышение нормативов по железу, а так же локальное превышение ПДК на некоторых станциях по марганцу и кадмию. По отношению к нормативам ПДК водных объектов рыбохозяйственного назначения воды реки загрязнены повсеместно железом, марганцем, медью, а так же имеются локальные превышения нормативов по цинку, стронцию и кадмию.

2. В то же время, весь исследованный участок реки не имеет превышений ПДК для объектов культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения по таким металлам, как: хром, кобальт, никель, свинец.

3. Тяжелые металлы в донных отложениях реки в среднем по тракту соответствуют уровню фона Московского региона по стронцию, остальные металлы находятся в концентрациях ниже фоновых.

4. Наиболее загрязненным всеми видами тяжелых металлов является устье реки. Слабое загрязнение было отмечено на половине всех исследованных станций, в основном в черте города Москвы и ниже по течению до устья. В верховьях реки от Можайского водохранилища до черты города Москвы слабое загрязнение тяжелыми металлами было точечным и не имело тенденции сохраняться на значительном протяжении русла.

5. Основными загрязняющими донные отложения металлами являются: стронций, марганец, кобальт, никель, кадмий, в некоторых случаях имело место загрязнение хромом, медью, цинком и свинцом.

6. В ходе исследований было выявлено влияние города Москвы и ближайших городов на уровни содержания тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки. На участке реки от вхождения в город Москву до устья было отмечено увеличение концентраций тяжелых металлов в воде по: железу, стронцию, цинку, хрому, никелю, меди, свинцу, кобальту в 1,2-4,6 раза, а по концентрациям в донных отложениях: железу, стронцию, цинку, хрому, никелю, меди, свинцу, кадмию, кобальту в 1,7-4 раза по сравнению с участком реки от нижнего бьефа Можайского водохранилища до города Москвы.

7. Определены уровни накопления тяжелых металлов макрофитами рода *Potamogeton* из донных отложений и воды Москвы-реки. Также было выявлено, что видовую специфичность в накоплении тяжелых металлов по отношению к воде больше всех проявляют растения вида *P. perfoliatus* в больших пропорциях накапливая все металлы кроме железа, которое больше аккумулируется в *P. pectinatus* и *P. lucens*.

8. Также было рассмотрены загрязнение устья реки Москвы-реки пестицидами, нефтепродуктами и другими загрязнениями и выявлено, что концентрация содержание пестицидов превышает ПДК в 3 раза, а концентрация нефтепродуктов превышает ПДК в 5 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экология: учеб. пособие / И.А. Кленова; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2017. – 259 с.: ил. – Библиогр.: с. 223–225.
2. Экология [Текст] : учеб. пособие / Л. Ю. Анопченко, Е. И. Баранова, И. И. Бочкарева. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – 158 с.
3. Озерова Н.А. Москва-река в пространстве и времени. Отв. ред. д.г.н. проф. В.А. Широкова – М.: Прогресс-Традиция, 2014. – 320 с.
4. Ю.Н. Водяницкий. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. 2008.
5. Экотоксикология тяжелых металлов [Текст] : учеб. пособие для студентов по специальности "Агроэкология" / В. И. Титова, М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова ; Нижегород. гос. с.-х. акад. - Нижний Новгород : [б. и.], 2002. - 135 с.
6. Вишневский В.Ю., Ледяева В.С. Выбор маркерных тяжелых металлов для оценки степени токсичности воздействия на органы человека // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013.– № 9 (134). – С. 170-176.
7. Илларионова Е.А. Химико-токсикологический анализ пестицидов: учебное пособие / Е.А. Илларионова, И.П. Сыроватский; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, кафедра фармацевтической и токсикологической химии. – Иркутск : ИГМУ, 2016. – 36 с.
8. Зинченко В. А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. — М.: КолосС, 2012.— 247 с.

9. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений / Под ред. профессора С. Я. Попова. — М.: Арт-Лион, 2003. — 208 с.

10. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния окружающей среды /Ю.А. Израэль: 2-е изд., доп. – М.: Гидрометеоздат. Моск. отд-ние, 1984. - 560 с.

11. Бумблис В.И. Практика и проблемы современного экологического мониторинга / В.И. Бумблис, Н.Н. Елькина, Ю.П. Переведенцев // Зеленая книга Республики Татарстан. – Казань: КГУ, 1993. – С. 118–129.

12. Апки́н Р.Н., Минакова Е.А. Экологический мониторинг: учебное пособие / Р.Н. Апки́н, Е.А. Минакова. – 2-е изд., испр. и доп. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 127 с.

13. Владимиров А.М., Орлов В.Г. Охрана и мониторинг поверхностных вод суши. Учебник. - СПб.: РГГМУ, 2009. - 220 с.

14. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 28.04.2023).

15. Кузнецов, М. Н. Особенности накопления тяжёлых металлов в яблоках в зависимости от условий выращивания / М. Н. Кузнецов, С. М. Мотылёва, М. В. Соснина, Т. П. Уколова // Экологические основы плодородия : сборник научных трудов - Горки : 2005. - С. 48-53.

16. Кузнецов, М. Н. Растительные сообщества в условиях загрязнения территорий тяжёлыми металлами : монография / М. Н. Кузнецов. - Орёл: ВНИИСГЖ, 2008. - 232 с.

17. Токсикология: промышленные и экологические аспекты: учеб. пособие / В.М. Смирнова [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. –Нижний Новгород, 2019. – 240 с.

18. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Государственный экологический мониторинг Минприроды России» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/gosudarstvennyu_ekologicheskii_monitoring/.(Дата обращения: 20.05.2023).

19. Коскин С. С. и др. Экологическое состояние и мониторинг водных объектов; охрана пресных вод от загрязнения и истощения // VI Всероссийский гидрологический съезд. Пленарные доклады. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2008. – С. 58–65.

20. ГОСТ 17.1.1.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.

21. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды. – Известия АН СССР. Серия география, № 3, 1975. - с. 13-25

22. Мировой водный баланс, водные ресурсы Земли, водный кадастр и мониторинг: учебное пособие /З.К.Иофин - Вологда: ВоГТУ, 2009.- 141 с.

23. Мухамеджанова, Е. Я.тМониторинг среды обитания : учеб. пособие / Е. Я. Мухамеджанова, Д. В. Коньшин ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2015.

24. Израэль Ю.А. и др. Экологический подход к оценке состояния и регулированию качества окружающей природной среды.-ДАН СССР, 1978, т. 241, № 3, с. 723-726.

25. Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы «Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2015 году»[Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mos.ru/eco/documents/doklady/view/217166220/>.(Дата обращения: 20.05.2023).

26. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурнобытового водопользования». – М.: Минздрав России, 2003. 74 с.

27. Сает Ю.Е., Янин Е.П. Методические рекомендации по геохимической оценке состояния поверхностных вод. – М.: ИМГРЭ, 1985, - 48 с.