**Экологическое состояние водных объектов Круглянского района**

2012

Диплом

В настоящее время большое внимание как отечественных, так и иностранных ученых, политиков, а также широких масс общественности привлечено к глобальным и региональным экологическим проблемам.

**Вернуться в каталог готовых дипломов и магистерских диссертаций –**

[**http://учебники.информ2000.рф/diplom.shtml**](http://учебники.информ2000.рф/diplom.shtml)

**Введение**

**Актуальность темы.** В настоящее время большое внимание как отечественных, так и иностранных ученых, политиков, а также широких масс общественности привлечено к глобальным и региональным экологическим проблемам. Пройдя очередной этап научно-технической революции и выйдя на новый уровень цивилизационного развития, человечество обратилось к формированию нового уровня взаимоотношений с окружающей средой. Внедрение и развитие концепции рационального природопользования становится одним из приоритетных направлений в экономике, хозяйстве и политике многих стран мира. Одной из самых острых проблем человечества становится нехватка чистой питьевой воды.

Вода широко используется во всех сферах жизни, поэтому очень сильно подвержена загрязнению.

Река Друть является важной водной артерией Могилевской области. Несомненно, это один из важнейших природных объектов области, который, вследствие высокой экологической значимости и широкого и массового промышленного и бытового использования, требует тщательного изучения и постоянного и организованного мониторинга. Поэтому тему данной работы можно считать актуальной в наши дни и достойной научного изучения.

**Объектом изучения** данной работы являются водные объекты Круглянского района.

**Предметом изучения** данной работы является гидрохимический состав и структура водного населения водных объектов, на основе которых оценено их экологическое состояние в Круглянском районе.

**Цель данной работы:**

— дать оценку экологического состояния водотоков в пределах Круглянского района;

**Задачи работы:**

— изучить гидрохимический состав поверхностных вод Круглянского района, оценить степень их загрязненности;

исследовать видовой состав и таксономическую структуру водных объектов;

рассчитать индекс видового разнообразия Шеннона;

рассмотреть степень природного и техногенного загрязнения водных объектов, выявить тенденции в изменении экологического состояния

**Методы изучения.**При сборе и анализе материалов для данной работы применялись как общетеоретические, так и специфические методы исследований водных объектов. Из общегеографических методик использованы описательный метод, необходимый для формирования целостной и объективной картины экологического состояния водотоков района, а также картографический метод.

**1. Методика гидроэкологических исследований**

Методы могут быть подразделены на следующие три группы: общие, специфические и частные методы.

Общие методы касаются всей геоэкологии. Это различные формы диалектического метода, дающего возможность связывать воедино все стороны процесса познания, все его ступени. В естествознании диалектический метод выступает как сравнительный (например, в биологии, географии, химии) метод, с помощью которого раскрывается всеобщая связь явлений, или как исторический. Иногда оба этих метода сочетаются в единый сравнительно-исторический метод, который глубже и содержательней каждого из них в отдельности и широко используется в гидроэкологии.

Специфические методы касаются не предмета в целом, а лишь одной из его сторон (явления, сущности явления, количественной стороны) или же определенного приема исследований. К особенным методам относятся, в частности, анализ и синтез, индукция и дедукция.

Анализ, (греч. analysis — разложение) и синтез (греч. synihesis-соединение) в самом общем значении — это процессы мысленного или фактического разложения целого на составные части и восстановления целого из частей соответственно. Цель анализа — познание частей как элементов сложного целого.

Синтез, напротив, есть процесс объединения в единое целое частей, свойств, отношений выделенных посредством анализа. Синтез дополняет анализ и находится с ним в неразрывном единстве.

Дедукция (от лат. deduciio — выведение) — один из основных способов рассуждения (умозаключения) и методов исследования. Под дедукцией в широком смысле понимается любой вывод вообще, в более специфическом и наиболее употребительном смысле — доказательство или выведение утверждения (следствия) из одного или нескольких других утверждений (посылок) на основе законов логики, носящее достоверный характер.

Индукция (от лат. induciio — наведение) еще один тип умозаключения и метод исследования. Как форма умозаключения индукция обеспечивает возможность перехода от единичных фактов к общим положениям. В качестве метода исследования индукция понимается как путь опытного изучения явлений, в ходе которого от отдельных фактов совершается переход к общим положениям. Отдельные факты как бы наводят на общее положение. В реальном познании индукция всегда выступает в единстве с дедукцией.

Специфическими методами являются также практические методы: наблюдение, эксперимент, сравнение, измерение. Исключительно важны математические приемы и методы, роль которых неуклонно возрастает по мере все более широкого применения счетно-вычислительных машин.

К частным методам относятся специальные методы, действующие либо только в пределах отдельной отрасли естествознания, либо за пределами той отрасли, где они возникли. Так методы физики, используемые в других отраслях естествознания привели к созданию геофизики и физической химии. Распространение химических методов привело к созданию геохимии, биохимии и т.д. [5]

В ходе прогресса методы могут переходить из более низкой категории в более высокую: частные превращаются в особенные, особенные в общие.

Методическую основу гидроэкологии как современной науки составляет сочетание системного подхода, натурных наблюдений, эксперимента и моделирования. Экологическая практика охватывает собой множество приемов и методов исследований, адекватных многообразию направлений экологии и потому здесь перечислены лишь некоторые из них.

• Режимные систематические (мониторинговые) наблюдения за состоянием водных объектов и процессов и влияющими на них антропогенными (техногенными) факторами;

• аналитические исследования природных и искусственных объектов;

• исследования морфологических параметров природных водных объектов;

• статистические методы оценки процессов и явлений, происходящих на водных объектах и их водосборах;

• дистанционные методы исследований и методы специальной картографии водотоков и водосборов;

• методы математического моделирования гидроэкологических процессов;

• системный анализ гидроэкологической информации;

• методы социальной демографии;

• паспортизации природных и искусственных водных объектов;

• экологический менеджмент;

• экологический аудит.

Как правило, в гидроэкологических исследованиях эти и другие применяемые методы исследований используются совместно или комплексируются.

Будучи одной из наук гидрологического цикла, гидроэкология использует общие для него теоретические и эмпирические методы: анализ и синтез, дедукцию и индукцию, наблюдение, сравнение (включая измерение) и эксперимент (включая моделирование). Эмпирические методы подразделяются на «полевые» и «лабораторные», соответственно тому, проводятся ли они в условиях, приближенных к естественным или в условиях, контролируемых исследователем. И те и другие могут предполагать использование инструментария: измерительного и аналитического оборудования, устройств для фиксации, снятия и обработки данных. Эмпирические данные могут быть использованы лишь после их теоретической обработки, то есть после включения в логическую конструкцию: гипотезу, теорию, концепцию.

В последнее время особую важность приобрели планомерные, поддающиеся эффективному анализу экологические исследования, складывающиеся в мониторинг — систему долгосрочных наблюдений, оценки, контроля и прогноза состояния и изменения объектов. Мониторинг принято делить на фоновый, глобальный, региональный и импактный (в особо опасных зонах и местах). По способам ведения различают космический, авиационный и наземный мониторинг. В систематизации и анализе накапливаемых данных особое значение имеет создание баз данных и использование ГИС-технологий.

**1.1 Методы исследования химического состава воды**

В течение нескольких последних десятилетий аналитическая химия природных вод претерпела весьма существенные изменения, обусловленные как общим развитием естественных наук, так и быстрым расширением и усложнением задач, выдвигаемых практикой. Эти задачи в свою очередь определялись новыми знаниями о свойствах и возможных областях использования водных ресурсов.

Используемые в настоящее время в практических целях методы химического анализа природных вод можно подразделить на: 1) химические; 2) электрохимические; 3) оптические; 4) фотохимические; 5) хроматографические. Такие сложные физико-химические методы анализа, как хромато-масс-спектрометрический, нейтронно-активационный, радиохимический, а также методы низкотемпературной люминесценции, несмотря на их высокую информативность, не нашли пока широкого применения при проведении массовых определений из-за их сложности и дорогостоящей аппаратуры.

В природных условиях вода всегда содержит в своем составе разнообразные химические вещества. Одни из них оказывают вредное влияние на организм животных, другие позволяют косвенно судить о загрязнении воды органическими веществами и тем самым определить степень ее опасности в распространении инфекционных и инвазионных заболеваний.

К гидрохимическим относятся методы, предусматривающие проведение химической реакции и последующее количественное определение образующихся продуктов реакции. В настоящее время это в основном методы объемного анализа. Распространенные ранее весовые методы из-за их трудоемкости и длительности используются изредка в качестве арбитражных, когда возникают разногласия, например, при определении сульфатов, высоких концентраций нефтепродуктов, жиров.

Методы объемного анализа предусматривают взаимодействие исследуемого компонента с реактивом, который добавляется в виде раствора определенной концентрации (титрующий раствор) до того момента, когда количество прибавленного реактива не станет эквивалентно количеству определяемого компонента в растворе. Этот процесс называется титрованием, а момент окончания титрования — точкой эквивалентности. Конец титрования обычно устанавливают по изменению цвета индикатора, то есть вещества, которое изменяет свою окраску при концентрациях реагирующих веществ, близких к точке эквивалентности. Индикатор и условия титрования выбирают так, чтобы точка титрования индикатора совпадала с точкой эквивалентности или была возможно ближе к ней.

Чувствительность методов объемного анализа 10~э -104% (массовая доля), погрешность определения 0,5-1,5%. Основным преимуществом объемного анализа являются простота, быстрота определения, а также широкие возможности использования разнообразных химических свойств веществ. Благодаря этим достоинствам методы объемного анализа в настоящее время являются основными при определении макрокомпонентов природных вод. [12]

В зависимости от типа реакций методы объемного анализа делятся на четыре большие группы: 1) кислотно-основное титрование; 2) титрование окислителями и восстановителями; 3) осаждение; 4) титрование с образованием комплексов.

При кислотно-основном титровании в качестве титрованных растворов обычно применяют кислоты и щелочи. В гидрохимии этим методом определяют диоксид углерода и гидрокарбонаты.

Метод определения диоксида углерода основан на количественном переводе угольной кислоты в ионы НС03при титровании пробы щелочью (рН8,2-8,4) в присутствии индикатора фенолфталеина:

Н2СО3+ ОН=НСО3+ Н20; (1.1)

Н2СО3+ СО3= 2НСО3 (1.2)

Для определения гидрокарбонатных и карбонатных ионов используется их взаимодействие с сильной кислотой в результате чего образуется Н2С03, которая распадается на С02и Н20. [12]

Метод предусматривает добавление избытка соляной кислоты (до рН-3), удаление образующегося диоксида углерода и последующее оттитровывание избытка кислоты раствором буры Na2B47 в присутствии смешанного индикатора метилового красного — метиленового голубого.

Титрование окислителями и восстановителями применяется в основном при определении растворенного кислорода и окисляемости. Определение растворенного кислорода основано на взаимодействии гидроксида марганца с растворенным в воде кислородом, в результате чего образуется нерастворимое соединение четырехвалентного марганца коричневого цвета. При подкислении раствора в присутствии избытка йодистого калия образуется йод, количество которого эквивалентно содержанию растворенного кислорода и учитывается титрованием раствора тиосульфата:

Mg+2OH= Mn(OH)2 (1.3)

Mn(OH)2+O2= 2MnO(OH)2 (коричневый) (1.4)

2Mn(OH)2+4H+3I = Mn+I3+3H2O (1.5)

I3+2S2O3= 3I+S40 (1.6)

Определение бихроматной окисляемости основано на окислении органических веществ бихроматом калия в кислой среде (в присутствии катализатора), избыток которого титруют раствором железо-аммонийных квасцов.

Методы осаждения используются при определении сульфатов и хлоридов. Метод определения сульфатов основан на их взаимодействии с солями свинца, в результате чего образуется слаборастворимый осадок PbS04в присутствии индикатора дитизона. В эквивалентной точке окраска индикатора изменяется из сине-зеленой в красно-фиолетовую.

Метод определения хлоридов основан на малой растворимости хлорида серебра AgCl, который выпадает из раствора при добавлении нитрата серебра AgN03к воде, содержащей хлоридные ионы:

+CI=AgCl (белый осадок) (1.7)

После полного осаждения хлоридов избыток ионов серебра вступает в реакцию с ионами хромовой кислоты, которую добавляют как индикатор. При этом образуется осадок хромата серебра красного цвета.

Примерами титрования с образованием комплексов могут служить реакции взаимодействия ионов кальция и магния с трилоном Б, с которым эти ионы образуют малодиссоциироваиные комплексы.

**Электрохимические методы.** Группа электрохимических методов основана на измерении электрохимических свойств компонентов — окислительного потенциала, электрической проводимости, силы полярографического тока. Основные достоинства этих методов — простота выполнения определений, легкость автоматизации, низший предел обнаружения 1015— 107%, невысокая погрешность (0,5-5%). [12]

Потенциометрический метод анализа основан на измерении потенциала электрода, изменяющегося в результате химических реакций и зависящего от температуры и концентрации анализируемого раствора. Использование ионселективных электродов, выпускаемых отечественной промышленностью, позволило значительно расширить возможности практического применения метода в аналитическом контроле вод (рН, ионы натрия, кальция, магния, аммония, фториды, хлориды, нитраты и т.д.).

Метод титрования, при котором точку эквивалентности устанавливают по резкому скачку потенциала электрода, погруженного в анализируемый раствор, называют потенциометрическим титрованием. Этот метод преследует чисто прикладную цель количественного определения данного вещества в растворе путем его титрования стандартным раствором соответствующего реагента. При титровании в исследуемый раствор опускают индикаторный электрод, возникновение потенциала на котором обусловливается определяемым веществом непосредственно (если оно электроактивно) или косвенно (если оно неэлектроактивно) в результате химической реакции. В процессе данного взаимодействия за изменением концентрации определяемого вещества следят по изменению потенциала индикаторного электрода.

Для обнаружения скачка потенциала в конечной точке титрования применяются расчетные и графические способы. Первый способ основан на проведении ориентировочного титрования равномерными большими порциями стандартного раствора. Второй способ заключается в построении кривой титрования и нахождении точки перегиба.

Метод потенциометрического титрования используется при определении широкого круга ионов, входящих в состав природных вод в относительно высоких концентрациях: гидрокарбонатов, сульфатов, органических кислот и др. Анализ можно проводить в окрашенных и мутных водах.

Кондуктометрический метод основан на измерении электропроводимости анализируемых растворов электролитов, обусловленной движением ионов под действием электрического тока. Значение электрической проводимости зависит от природы электролита, его температуры и концентрации раствора. В гидрохимии кондуктометрический метод используется при определении общей минерализации.

Полярографический метод основан на измерении тока, изменяющегося в зависимости от напряжения в процессе электролиза, в условиях, когда один из электродов (катод) имеет очень малую поверхность (поляризующийся электрод), а другой (анод) — большую (неполяризующийся электрод). Поляризующимся катодом в классическом варианте являются капли ртути, вытекающие из тонкого отверстия капиллярной трубки. В настоящее время широкое распространение получили катоды: платиновый (вращающийся), графитовый, серебряный, стеклоуглеродный и др. Неполяризующимся анодом является «донная» ртуть или стандартные электроды сравнения с большой поверхностью. Ток, при котором достигается полный разряд всех ионов анализируемого вещества, поступающих в приэлектродное пространство вследствие диффузии, называется предельным диффузионным током.

Различные варианты полярографического метода нашли широкое распространение, главным образом в определении содержания ряда металлов (Си, Zn, Pb, Cd, Ni и др.) в природных водах.

**Оптические методы.** В основе метода лежит способность всех веществ поглощать лучистую энергию в виде квантов, соответствующих определенным длинам волн. Для количественной оценки концентрации веществ используются линии, или полосы, поглощения, располагающиеся в ультрафиолетовой, видимой или инфракрасной областях спектра.

Спектрофотометрический и фотометрический методы основаны на законе Бугера-Ламберта-Бэра, устанавливающем зависимость между оптической плотностью исследуемого вещества, его концентрацией и толщиной слоя раствора вещества:

= lg(I/I) = εCl (1.8)

где I- интенсивность света, прошедшего через раствор; I— интенсивность падающего на раствор света; ε — молярный коэффициент поглощения; С — концентрация поглощающего вещества, моль/л; l — толщина слоя светопоглощающего раствора.

Выполнение определения данным методом включает две основные процедуры: переведение исследуемого компонента в соединение, поглощающее свет, и нахождение его концентрации путем измерения светопоглощения раствора. В зависимости от технических условий концентрацию раствора можно определять:

визуально — путем сравнения цвета и интенсивности окраски исследуемого раствора с цветом и интенсивностью окраски стандартного раствора; этот способ называется колориметрическим и в настоящее время применяется крайне редко;

с помощью прибора, который снабжен фотоприемниками (фото-электроколориметрами), превращающими световую энергию в электрическую, и светофильтрами, выделяющими определенную узкую область спектра; этот способ имеет существенные преимущества перед колориметрическим, поскольку является объективным и не зависит от особенностей зрения наблюдателя, проводящего визуальное сравнение;

спектрофотометрически — с помощью прибора, когда измерения проводят при оптимальной длине волны; в этом случае значительно повышается чувствительность определения.

Спектрофотометрический метод включает измерение светопоглощения по спектру падающего излучения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра при строго определенной длине волны, которая соответствует максимуму кривой поглощения исследуемого вещества.

Фотометрический метод основан на определении спектра поглощения или измерении светопоглощения в видимом участке спектра. В отличие от светофотометрического, в фотометрическом методе используют световое излучение, пропущенное через широкополосные светофильтры.

Концентрацию компонента при фотометрическом и спектрофо-тометрическом определении находят по градуировочному графику.

Достоинствами методов являются их низкий предел обнаружения (массовая доля 105-10~8%), возможность использования для определения широкого круга веществ; погрешность метода составляет 15-20%. [12]

В настоящее время фотометрические и спектрофотометрические методы используются при определении соединений биогенных элементов, основных групп загрязняющих веществ: фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ, нефтепродуктов, жиров и специфических веществ: ксантогенатов, сероводорода, цианидов, метилового спирта, фторидов и т.д.

Люминесцентный метод основан на способности некоторых веществ при определенных условиях поглощать энергию и при переходе из возбужденного состояния в нормальное отдавать часть ее в виде лучистой энергии. Для возбуждения люминесценции обычно используют ультрафиолетовую или фиолетовую часть спектра. Определение концентрации веществ основано на измерении интенсивности люминесценции.

Преимуществами люминесцентного метода являются его очень низкий предел обнаружения (массовая доля 1015%), быстрота определения, широкий круг анализируемых веществ.

В анализе природных вод люминесцентный метод используется для определения смолистых компонентов нефти, полициклических ароматических углеводородов, органических кислот, гумусовых веществ и других веществ естественного происхождения.

Методы эмиссионной и атомно-абсорбционной спектрометрии получили распространение в анализе тяжелых металлов. Они основаны на регистрации спектров излучения (фотографически) или спектров поглощения (фотоэлектрически).

О концентрации определяемых металлов судят по изменению интенсивности светового потока на спектральных линиях этих металлов.

Для группового определения тяжелых металлов в водах до сих пор в ряде случаев используется эмиссионный спектральный анализ. Метод основан на концентрировании и извлечении металлов хлороформом в виде их комплексов с диэтилдитиокарбаматом и 8-оксихинолином и последующем спектрографическом определении. Обычно сжигание производится в электрической дуге спектрографа, последующая расшифровка спектров — на микрофотометре.

Метод пламенной фотометрии — частный случай эмиссионной спектроскопии — заключается в следующем. Исследуемая проба с помощью распылителя вводится в виде мелких брызг в пламя горелки, которая работает на смеси горючих газов. В пламени атомы металлов, содержащихся в пробе, возбуждаются, а затем, переходя обратно из возбужденного в нормальное состояние, излучают свет определенных длин волн. Для каждого металла выделяются так называемые аналитические линии, по интенсивности которых судят о концентрациях исследуемых металлов. В гидрохимии этот метод наиболее часто применяют для определения натрия и калия, используя аналитические линии соответственно 589 и 768 нм. [23]

Наиболее перспективным, простым и селективным является атомно-абсорбционный метод. По точности и чувствительности этот метод превосходит многие другие. На результаты анализа практически не влияют посторонние вещества, поэтому отпадает необходимость трудоемкой подготовки пробы и применения методов предварительного разделения.

**Фотохимические методы.** Фотохимические реакции находят разнообразное применение в аналитической химии. Использование этих реакций в анализе природных вод основано на способности ультрафиолетового (УФ) излучения полностью разлагать органические соединения, содержащиеся в воде.

Установлено, что под действием УФ-излучения в минеральные формы переходят все элементы, способные содержаться в составе органических веществ. Так, углерод переходит в диоксид углерода, фосфор — в фосфаты, азот — в смесь нитритов и нитратов; образующиеся минеральные формы могут быть легко определены количественно существующими методами. Это дает возможность проводить анализ элементного состава органических веществ, не разделяя их на индивидуальные соединения. В гидрохимии фотохимические методы используются для определения органического углерода, органического азота, а также при определении органических форм галогенов, серы и органоминеральных соединений металлов.

**Хроматографические методы.** Хроматографические методы получили широкое распространение и используются для разделения жидких и газообразных смесей органических веществ, содержащихся в природных водах. Они основаны на различном распределении компонентов смеси между двумя фазами — подвижной и неподвижной.

В самом общем виде хроматографическая система — это сорбент, содержащий неподвижную фазу (или являющийся ею), через который пропускается подвижная фаза. На верху хроматографической системы находится исследуемая проба. По мере пропускания подвижной фазы одни компоненты смеси, более растворимые в ней, увлекаются и идут быстрее, другие, распределяющиеся в неподвижной фазе, отстают. Так происходит разделение компонентов смеси на отдельные хроматографические зоны.

В зависимости от агрегатного состояния исследуемого вещества (газ или жидкость), природы сорбента (твердое вещество или жидкость) и характера взаимодействия между сорбентом и разделяемыми компонентами хроматография делится на несколько видов

В зависимости от способа размещения неподвижной фазы различают варианты тонкослойной и колоночной хроматографии.

В тонкослойной хроматографии порошкообразный твердый сорбент (неподвижная фаза) наносят тонким слоем на пластинку, а жидкая фаза движется вдоль этого слоя под действием капиллярных сил. Тонкослойная хроматография является простым и быстрым методом анализа и в гидрохимии используется при определении нефтепродуктов, полициклических ароматических углеводородов, жиров, органических кислот и других веществ. Наиболее распространенным является вариант колоночной хроматографии с использованием хроматографа.

В зависимости от реализации хроматографического процесса колоночную хроматографию разделяют на жидкостную (в том числе высокоэффективную) и газовую. Преимуществом жидкостной хроматографии является возможность использования практически любых веществ без ограничений по их физико-химическим свойствам. Использование техники высокого давления и чувствительных детекторов в высокоэффективной жидкостной хроматографии существенно повысило эффективность разделения и чувствительность.

Основными видами жидкостной хроматографии являются адсорбционная, распределительная, ионообменная и гельхроматография.

Сущность адсорбционной жидкостной хроматографии состоит в разделении компонентов смеси, основанном на их различной адсорбции из раствора твердым сорбентом при прохождении потока подвижной фазы через колонку. В качестве сорбентов используются силикагель, оксид алюминия, активированный уголь, кизельгур и др.

В распределительной жидкостной хроматографии разделение компонентов происходит вследствие различного распределения молекул веществ между двумя жидкими фазами — неподвижной и подвижной. Колонка состоит из инертного сорбента, играющего роль носителя, на котором сорбируется неподвижная фаза. Подвижная фаза протекает через колонку. При этом происходит перераспределение компонентов смеси между неподвижной и подвижной фазами вследствие их различного сродства к ним. Обычно неподвижной фазой являются полярные соединения (вода, минеральные кислоты), подвижной фазой — значительно менее полярные соединения (органические растворители). Подвижная и неподвижная фазы не должны смешиваться между собой. В гидрохимии этот вид хроматографии используется в основном при разделении органических кислот.

В ионообменной жидкостной хроматографии используются специальные ионообменные сорбенты — иониты, которые способны обменивать в эквивалентных количествах находящиеся в их составе подвижные ионы на другие ионы, содержащиеся в растворе. Ионообменная хроматография используется при отделении аминокислот, сахаров и органических кислот от других соединений, содержащихся в воде.

Гель-хроматография — сравнительно новый метод хроматографии. Разделение в гель-хроматографии основано на различной степени проникновения молекул разделяемых веществ в гель (неподвижную фазу) и обусловлено размерами этих молекул. В процессе разделения небольшие молекулы попадают в сетку полимера и удерживаются в ней, в то время как большие молекулы вымываются из колонки. Носителями в гель-хроматографии являются сефадексы, биогели, другие полимеры и макропористые стекла, способные набухать в воде либо в органических растворителях. Гель-хроматография используется в основном для отделения высокомолекулярных соединений с низкой относительной молекулярной массой, в частности гуминовых и фульвокислот, от других компонентов, содержащихся в природных водах.

Газовая хроматография служит для разделения летучих веществ. Метод основан на распределении вещества между двумя фазами, одна из которых неподвижная, а другая — газ, протекающий через неподвижную фазу. Если неподвижной фазой является твердое вещество (силикагель, активированный уголь и т.д.)» то такой вид хроматографии называется газоадсорбционной хроматографией. Если же неподвижная фаза — жидкость, нанесенная тонкой пленкой на поверхность сорбента, вариант хроматографии называется газожидкостной хроматографией. Сущность метода газовой хроматографии состоит в том, что компоненты смеси наносятся на колонку, где они селективно удерживаются неподвижной фазой, образуя в газе-носителе отдельные зоны, которые затем регистрируются детектором в виде сигналов, являющихся функцией времени. Обычно используют насадочные или капиллярные колонки. Насадочные колонки наполняют сорбентом; при использовании капиллярной колонки ее внутреннюю стенку покрывают слоем жидкости (неподвижная фаза) или пылью сорбента.

Газовая (особенно капиллярная газовая) хроматография является высокоинформативным методом анализа, который позволяет производить разделение сложных смесей веществ, содержащихся в малых количествах (10-12-10-9мг/мл) в течение нескольких минут. [12]

В гидрохимии метод газовой хроматографии нашел широкое применение при определении пестицидов, органических кислот, аминов и др.

**.2 Методы гидробиологических исследований**

Как наука экологическая гидробиология изучает взаимодействие обитателей вод — гидробионтов, их популяций и сообществ — биоценозов друг с другом и с неживой природой. На первых этапах развития гидробиологии наибольшее внимание уделялось экологическому изучению особей отдельных видов. Такое аут(о) экологическое направление сохранилось и в современной гидробиологии, но уже занимает подчиненное положение. На первый план выдвинулись популяционные (демэкологические) и синэкологические (биоценологические) исследования — изучение популяций и биоценозов как надорганизменных форм жизни с характерными структурными и функциональными особенностями. Особенно интенсивно в современной гидробиологии изучаются водные экосистемы — элементарные субъединицы («ячейки») биосферы, представляющие собой единства биоценозов с их средой. Выдвижение на первый план биоценологических исследований резко усилило системный подход с использованием всех средств системного анализа.

Применительно к отдельным организмам гидробиология ограничивается анализом их взаимодействия с окружающей средой без рассмотрения морфологии и физиологии самих организмов, поскольку этим занимаются специальные науки. Иной подход потребовался к демэкологическим и синэкологическим исследованиям, поскольку специальных наук, изучающих морфологию и физиологию надорганизменных систем, нет. В соответствии с этим гидробиологи должны изучать не только взаимодействие популяций и биоценозов с окружающей средой, но также выяснять их структуру и внутрисистемные взаимосвязи. Изученность надорганизменных систем пока еще очень невелика, так как концепции уровней организации живой материи, представляющая собой крупнейшее завоевание современной биологии, достаточно четко сформировалась только в последнее время. Вместе с тем совершенно ясно, что главный путь к управлению живой природой лежит через познание закономерностей существования и взаимодействия надорганизменных систем, для чего необходимо их изучение в структурном и функциональном отношениях. По этой причине оно стало центральной задачей современной экологии и соответственно гидробиологии. Однако не исчезла необходимость и в экологическом изучении отдельных организмов как компонентов более сложных биологических систем. Это тем более справедливо, что для новых концепций в экологии, связанных с изучением надорганизменных систем, требуется много новых сведений аутэкологического характера.

В экологическом аспекте гидробиология изучает тот участок биосферы, который лежит в пределах водной оболочки Земли и может быть назван биогидросферой. Познание биогидросферы во всей полноте — задача не только гидробиологии, но и таких наук, как гидрология, гидрохимия, гидрофизика, гидрогеология и ряда других, с которыми она тесно контактирует. [5]

Особенно близко гидробиология соприкасается с океанологией — географическими дисциплинами, изучающими соответственно морские и континентальные водоемы. Анализируя внутриводоемные процессы, океанологи и лимнологи должны учитывать функциональные особенности живого компонента, т.е. располагать нужными экологическими (гидробиологическими) сведениями. В свою очередь для гидробиолога экологический анализ невозможен без знания многочисленных гидрологических характеристик, определяющих условия существования водных организмов, их функциональный облик, особенности их взаимодействия друг с другом и с неживым окружением. Однако, тесно контактируя с океанологией и лимнологией, гидробиология как наука — биологическая по своим целям и задачам — коренным образом отличается от этих дисциплин географического профиля.

Из биологических дисциплин наиболее тесно связаны с гидробиологией зоология, ботаника, микробиология, физиология и биогеография. Опираясь на них, гидробиолог получает представление о составе населения водоемов и ряд других сведений, используемых при экологическом анализе. В свою очередь развитие перечисленных биологических дисциплин в настоящее время невозможно без учета данных по экологии водного населения.

К основным методам гидробиологии относятся учет количества (концентрации) различных групп гидробионтов в пределах своего местообитания, оценка функциональной роли этих групп в экосистемах и моделирование экосистем с целью прогноза их состояния и управления ими. Учет численности и биомассы (суммарной массы) особей, с одной стороны, позволяет уточнить представления об их экологии. Например, сравнивая численность особей данного вида (возраста, состояния) на разных грунтах, можно видеть, какому из них и в какой степени отдается предпочтение; сходным образом можно выявить отношение особей к температуре, солености и другим факторам среды. С другой стороны, определяя численность и биомассу разных групп населения, судят о структуре популяций и биоценозов, динамике их состояния, локальной изменчивости. Наконец, данные о количестве тех или иных организмов необходимы для суммарной оценки их роли в различных экосистемных процессах.

Для количественного учета населения используют разнообразные приборы, обычно погружаемые в водоем с борта судна (дночерпатели, драги, планктонные сети, планктоночерпатели, батометры и др.). С их помощью облавливаются определенные участки воды или грунта, устанавливается видовой состав, численность и биомасса организмов, найденных в пробах, с последующим пересчетом на единицу площади или объем.

В ряде случаев для оценки количества организмов в водоемах используют биофизические и биохимические методы. Например, по концентрации хлорофилла и АТФ судят соответственно о количестве водорослей и бактерий; по спектральному составу выходящего из воды света (дистанционная спектроскопия) — о содержании хлорофилла. Подводные и надводные телевидение, фотографирование, эхолокация, а также визуальные наблюдения, выполненные с самолетов, подводных лодок, батискафов, с помощью аквалангов и в стационарных подводных лабораториях, дополняют арсенал средств, с помощью которых получают представление о концентрации и распределении водного населения, о структуре популяций и гидробиоценозов. В последнее время к перечисленным средствам добавляются и приобретают особую перспективность наблюдения из космоса, позволяющие почти одномоментно оценивать многие параметры состояния гидросферы и ее населения в целом.

Для оценки функциональной роли отдельных групп населения в экосистеме устанавливают их значение в трансформации веществ и энергии. С этой целью используют физиологические, микробиологические, биохимические, биофизические, токсикологические и многие другие методы. Для моделирования процессов взаимодействия между различными компонентами экосистем, прогноза их состояния и поведения в тех или иных возможных ситуациях применяют методы математики и системного анализа.

Основная задача гидробиологии — изучение экологических процессов в гидросфере в интересах ее освоения, нахождения тех форм отношения людей к водным экосистемам, при которых польза от экосистем была бы наибольшей, а вред — наименьшим. Биологические основы освоения гидросферы разрабатываются применительно к условиям комплексной эксплуатации водоемов, когда интересы различных форм водопользования и водопотребления тесно увязываются друг с другом в соответствии с перспективами наиболее рационального природопользования.

Из конкретных практических задач гидробиологии прежде всего можно назвать ту, которая связана с повышением биологической продуктивности водоемов, получением из них наибольшего количества биологического сырья. Вторая не менее важная задача гидробиологии — разработка биологических основ обеспечения людей чистой водой, поскольку потребность в ней с ростом цивилизации непрерывно увеличивается, а имеющиеся природные запасы истощаются, особенно в результате загрязнения водоемов.

Гидробиологи принимают участие в оптимизации экосистем, создаваемых для промышленной очистки питьевых и сточных вод, для обеспечения космонавтики и в некоторых других целях. К исключительно важным задачам гидробиологии, приобретающим все большее значение, относится экспертная оценка экологических последствий зарегулирования, перераспределения и переброски стока рек, антропогенного изменения гидрологического режима озер и морей. К этому же кругу задач относится гидробиологическая экспертиза, оценивающая значение вновь создаваемых промышленных, сельскохозяйственных и других предприятий для водных экосистем с целью охраны последних от недопустимых повреждений.

Общая гидробиология изучает биогидросферу в экологическом аспекте. Специфику экологии водоемов разного типа (морей, озер, рек и др.) рассматривает частная гидробиология. В прикладном аспекте выделяют гидробиологию продукционную (биологические основы повышения продуктивности водоемов), санитарную (участие в решении проблем чистой воды), техническую (изучение биологических явлений в воде, с которыми необходимо считаться соответственно промышленности и навигации). В последнее время формируются новые разделы прикладной гидробиологии. В частности, один из них связан с выявлением состояния водных объектов и тенденцией их изменений под влиянием антропогенных воздействий, другой — с прогнозом изменений гидроэкосистем при гидростроительстве и экологической экспертизой проектов различных сооружений.

В связи с разработкой некоторых общих проблем в гидробиологии обособились отдельные направления, из которых главные — трофологическое (пищевые связи, биологическая трансформация веществ), энергетическое (поток энергии, ее биологическая трансформация), этологическое (влияние токсикантов на гидробионтов и экосистемные процессы), радиологическое (вопросы, связанные с поступлением в водоемы радионуклидов), палеогидробиологическое (выявление исторических изменений водных экосистем) и ряд других.

Одно из наиболее молодых направлений гидробиологии — системное — представляет собой приложение общей теории систем и ее методов к водной экологии. Оно рассматривает общие проблемы организации биосистем в гидросфере, их поведение, самоорганизацию, саморегуляцию и управление, разрабатывает моделирование как специфический подход к изучению и описанию биосистем, прогнозу их состояния при изменениях окружающей среды. Помимо перечисленных направлений развиваются и некоторые другие, выдвигаемые запросами жизни и логикой развития науки.

**Количественная обработка проб.** Количественная обработка проб, которая заключается в подсчете количества организмов каждого вида по возможности по возрастным стадиям или размерным группам. Счетный метод довольно трудоемкий, но в то же время пока еще самый точный. При других методах (объемный, весовой, химический и т.д.) получаемые оценки носят суммарный характер. Значение самих организмов, отдельных видов как индикаторов различных свойств воды при этих методах совершенно не оценивается. Эта цель достигается лишь при счетном методе. При относительно «бедных» планктоном водах организмы зоопланктона подсчитываются целиком во всей пробе. Удобно использовать для этого камеру Богорова или кристаллизатор Цееба. Камера Богорова имеет вид стеклянной пластинки с желобом или с сообщающимися канавками, разделенными призматическими перегородками. Кристаллизатор Цееба представляет прямоугольную ванночку с бортиками. Дно ванночки с нижней стороны разграфлено параллельными линиями на полоски. Каждая полоска умещается в поле зрения бинокуляра с увеличением 4х8. Однако в большинстве случаев приходится иметь дело с большим количеством организмов. Поэтому подсчет всех организмов в исследуемой пробе технически невозможен. Следует ограничиться подсчетом небольшой порции планктона с последующим пересчетом на всю пробу. Пробу доводят до определенного объема (25, 50, 100 см3) в зависимости от обилия планктона [5]. Чем чаще встречается организм в данной пробе, тем большее разбавление нужно применять для его подсчета. Напротив, немногочисленные организмы требуют приведения пробы к небольшому объему. Таким образом, в зависимости от частоты подсчитываемого организма пробу следует разбавлять или концентрировать. И.А. Киселев предложил разбавлять пробу в том случае, если количество просчитываемых организмов в порции более 1000, или сгущать ее, если количество организмов в порции менее 100. Проба зоопланктона выливается в мерный цилиндр. Если ее объем меньше нужного для подсчета, то пробу доливают чистой профильтрованной (лучше дистиллированной) водой. Если, напротив, требуется меньший объем, чем данная проба, то последнюю концентрируют. Производится это следующим образом. Пробу отстаивают до тех пор, пока практически весь планктон не осядет на дне сосуда, в течение 15-20 мин. Затем осторожно, чтобы не взмутить осадка, оттягивают с помощью резиновой груши излишек воды сифоном в виде стеклянной изогнутой трубки, входное отверстие которой (опущенное в пробу) затягивается частым газом (№70-77) Приставшие к газу организмы смываются дистиллированной водой с помощью пипетки. Приведенная к известному объему проба, выливается в круглодонную колбу и равномерно взбалтывается. С помощью штемпель-пипеток разных объемов (от 0,1 до 5 мл), не дав осесть организмам на дно, отбирают порцию пробы. Часть пробы, взятую штемпель-пипеткой, выливают в камеру Богорова и в ней просчитывают число организмов каждого вида. Эта операция проводится дважды, после чего всю пробу просматривают под бинокуляром в кристаллизаторе Цееба для определения и подсчета редких и крупных видов. В случае отсутствия штемпель-пипетки пользуются обычной градуированной пипеткой на 10 см3 с достаточно широким диаметром (желательно 10 мм), предварительно отрезав нижнюю оттянутую ее часть. Число организмов в порциях пересчитывается на весь объем пробы и записывается в специальную карточку. От определения количества организмов в пробе переходят к определению численности (количество организмов в 1 м3) зоопланктона. Если проба отобрана путем процеживания объема воды через сеть Апштейна [5], то расчет производится следующим образом:

Х =  (1.9)

где х — количество организмов в 1 м3 воды, экз./м3; n — количество организмов в пробе, экз.; v — объем воды, процеженной через сеть, л.

Если отбор проб произведен количественной сетью Джеди [5], то прежде всего рассчитывают коэффициент планктонной сети (или множитель перевода на 1 м3) исходя из радиуса ее входного отверстия. Коэффициент сети рассчитывается следующим образом:

К =  (1.10)

где s — площадь входного отверстия сети, см2; h — горизонт, слой облова, см.

Вычислив коэффициент сети при горизонте облова 0,1 м, находим коэффициенты при горизонтах 0 -2, 2-5, 5-10 м и т.д. простым делением значения К при горизонте облова 1 м соответственно на 2, 3, и 5.

Численность организмов N находится умножением количества организмов в пробе n на коэффициент сети К. Следующим этапом количественной обработки проб зоопланктона является получение данных по биомассе. Биомасса зоопланктона определяется умножением индивидуальной массы (веса) каждого организма на его численность. Однако следует учитывать, что длина и масса зоопланктеров одного и того же вида может значительно изменяться, в разных водоемах, различных климатических зонах, а также в зависимости от сезона. Поэтому желательно для каждого крупного водоема или по крайней мере для каждой географической области рассчитать свои массы для зоопланктонных организмов. Метод определения массы организмов путем непосредственного взвешивания очень трудоемок. Поэтому уже достаточно продолжительное время широко используется способ, основанный на расчетах, учитывающих соотношение между массой и длиной тела особи. Однако многочисленные данные, опубликованные в литературе, часто плохо согласуются между собой. Это объясняется недостаточностью материала и другими погрешностями методик. Е.В. Балушкина и Г.Г. Винберг [21] сопоставили и критически оцепили все содержащиеся в литературе уравнения и материалы, позволяющие по измерениям длины тела находить массу планктонных животных. В результате было предложено в качестве общего способа выражения зависимости между длиной и массой тела особи степенное уравнение

= glb (1.11)

где l-длина тела организма, мм; W — масса тела, мг; g — масса тела, мг сырой массы при длине тела равной 1 мм; b — показатель степени. Промеры организмов осуществляются под бинокуляромпо возрастным стадиям: взрослые формы, молодь, яйценосные самки. Измеряются не менее 30 экземпляров каждого вида определенной стадии.

**Индексы гидроэкологической оценки.** Метод крупных таксонов широко применяется в практике гидробиологического мониторинга благодаря простоте вычислений, отсутствию трудоемких таксономических определений. Теоретическим обоснованием и условием универсальности метода является повсеместное распространение используемых таксонов в водоемах разных типов с разным уровнем загрязнения. Такими группами являются олигохеты и личинки хирономид.

В своих исследованиях Е.В. Балушкина [5] предложила оценивать загрязненность воды по соотношению численности представителей отдельных подсемейств хирономид с помощью индекса:

К= (1.12)

где: Ar, Achи A — вспомогательные величины для подсемейств Tanypodinae, Chironomidae, Orthocladiinae.

Вспомогательные величины рассчитываются по сумме численности N представителей каждого из подсемейств, выраженной в процентах от общей численности хирономид и слагаемого 10, иначе говоря, α=N+10. Подобранное эмпирически число 10 ограничивает пределы возможных значений, определяя оптимальное соотношение градаций индекса и степени его чувствительности.

Влияние относительной численности особей подсемейства Chironomidae снижено вдвое на том основании, что в наиболее чистых водах относительная численность Orthocladiinae+Diamesinae приближалась к 100% (без учета зарослевых форм), в наиболее грязных относительная численность Tanypodinae также составляла 100%. Тенденция же увеличения относительного количества Chironominaeпо мере загрязнения выражена в меньшей степени и их индикаторное значение в целом ниже, что и нашло отражение в уменьшении. Значения индекса K от 0,136 до 1,08 характеризуют чистые воды; 1,08-6,5 — умеренно загрязненные; 6,5-9,0 — загрязненные; 9,0-11 — грязные. [5]

**Биотический индекс Вудивисса.**Этот метод оценки пригоден только для исследования рек умеренного пояса и не подходит для озер и прудов. Оценка состояния рек проводится по 15-балльной шкале. В этом методе используется показатель, который называется биотический индекс Вудивисса. Его определяют по специальной таблице.

Чтобы оценить состояние водоема по методу Вудивисса, нужно:

) выяснить, какие индикаторные (показательные) группы имеются в исследуемом водоеме;

) затем необходимо оценить общее разнообразие бентосных организмов. Определить количество «групп» бентосных организмов в пробе. При использовании метода Вудивисса за «группу» принимается любой вид плоских червей, моллюсков, пиявок, ракообразных, водяных клещей, веснянок, сетчатокрылых, жуков, любой вид личинок других насекомых. Определив количество групп в пробе, находят соответствующий столбец в таблице;

) на пересечении строки и столбца по специальной таблице находят индекс Вудивисса. Его значение изменяется от 0 до 15 и измеряется в баллах. Состояние водоема определяется так: 0-2 балла — очень сильное загрязнение (5-7 класс качества), водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии; 3-5 баллов — значительное загрязнение (4-5 класс качества); 6-7 баллов — незначительное загрязнение водоема (3 класс качества); 8-10 баллов и выше — чистые реки (1-2 класс качества).

Согласно биотическому индексу Вудивисса, по мере повышения уровня загрязненности вод происходит изменение видовой структуры бентосных организмов. Вследствие, чего происходит отмирание индикаторных таксонов, достигших предела толерантности.

**Индекс Гуднайт-Уотлея.**Эта простая, но надёжная методика биоиндикации используется только для определения загрязнения водоёма органическими веществами. Для определения значений олигохетного индекса годятся только материалы дночерпательных проб.

Значение индекса A равно отношению количества обнаруженных в пробе олигохет (малощетинковых червей) к общему количеству организмов (включая и самих червей) в процентах по формуле

= 100% (1.13)

где: A — показатель загрязнения, N1 — количество олигохет, N2 — общая численность бентических организмов.

Степень загрязнения воды органикой дана в табл. 1.1.

Классический вариант олигохетного индекса (ОИ) впервые был предложен Гуднайтом и Уотлеем [21] в 1961 г. И рассчитывается как отношение численности олигохет к общей численности организмов в пробе. При этом состояние реки считается хорошим, если ОИ меньше 60%, сомнительным при ОИ в пределах 60-80%, река тяжело загрязнена, если ОИ превышает 80%. По показателю обобщенного индекса судят о степени эвтрофикации водоема.

Таблица 1.1. Олигохетный индекс Гуднайт-Уотлея [21]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Значение индекса% | Степень загрязнения воды | Kласс качества |
| Менее 30 | Отсутствие загрязнения | 1-2 |
| 30-60 | Незначительное | 2-3 |
| 60-70 | Умеренное | 3-4 |
| 70-80 | Значительно | 4-5 |
| Более 80 | Сильное | 5-6 |

Э.А. Пареле применила для малых рек Латвии, ранжировав его в соответствии с классификацией качества вод С.М. Драчева. На основании значений модифицированного ОИ, названного коэффициентом A, Пареле было выделено шесть групп в исследованных водотоках: очень чистая — 0,01-0,16 (или 1-16%); чистая — 0,17-0,33 (17-33%); умеренно загрязненная — 0,34-0,50 (34-50%); загрязненная — 0,51-0,67 (51-67%); грязная — 0,68-0,84 (68-84%); очень грязная — 0,85-1 (свыше 85%).

На Русской равнине для крупных рек хорошо зарекомендовал себя другой метод Пареле, основанный на отношении численности олигохет семейства тубифицид к суммарной численности всех олигохет:

D2= (1.14)

где: t-численность тубифицид;- численность всех олигохет (малощетинковые черви).

По значениям D2 для рек Латвии были выделены: сильно загрязненные воды (0,8-1,0); загрязненные (0,55-0,79); слабо загрязненные (0,3-0,54); относительно чистые (меньше 0,3). В малых быстротекущих водотоках с разнообразной донной фауной предлагается использовать коэффициент D1 — соотношение численности тубифицид и всего бентоса в пробе. При Д1 =0,01-0,16 — очень чистая вода; 0,17-0,33 — чистая; 0,34-0,50 — слабозагрязнённая; 0,51-0,67 — загрязнённая; 0,68-0,84 — грязная; 0,85-1,0 — очень грязная.

**Индекс Шеннона.** Представляет собой формализацию, которая используется при оценке сложности и содержания информации любых типов систем, он лучше всего подходит для целей сравнения в тех случаях, когда не интересуют компоненты разнообразия по отдельности. К тому же он не зависит от величины пробы, а также важно то, что численность видов всегда характеризуется нормальным распределением. Немаловажно, что индекс Шеннона придает больший вес редким видам. Он обычно меняется в пределах от 1,5 до 3,5. Причины ошибок в оценке разнообразия с использованием этого индекса заключаются в том, что невозможно включить в выборку все виды реального сообщества.

Индекс Шеннона находится по формуле (1.15):

(1.15)

где: Ni — обилие i-го вида;- суммарное обилие всех W видов.

Индекс Шеннона пользуется неоправданно широкой популярностью, хотя он не имеет каких-либо преимуществ (в особенности при использовании для анализа данных экологического мониторинга) по сравнению с другими интегральными характеристиками сообществ.

**Интегральный индекс экологического состояния.**В основу экспертной классификации речных экосистем по показателям зообентоса может быть положен интегральный индекс экологического состояния по биологическим показателям, учитывающий такие гидробиологические параметры как численность и биомасса бентоса; число видов в сообществе; видовое разнообразие, оцениваемое по индексу Шеннона; биотический индекс Вудивисса и олигохетный индекс Пареле. Интегральный индекс (ИБС) рассчитывается по формуле

(1.16)

где: Bi — используемые биологические показатели, выраженные в относительных единицах на 4-балльной шкале;b — количество отобранных биологических показателей.

На основе ИБС и интегрального индекса экологического состояния по химическим показателям (ИХС) вычисляется обобщенный индекс экологического состояния водотока (ИИЭС), позволяющий выделить три типа экологического состояния: зону экологического бедствия, зону экологического кризиса, зону относительного экологического благополучия. На основе объединения нескольких биотических индикаторов путем оптимального распознавания образов возможно построение так называемого «обобщенного портрета» исследуемого сообщества организмов, т.е. уравнения оптимальной плоскости, переводящей пространство индикаторных признаков в бинарный вид и, соответственно, разделяющей это пространство на «нормальную» и «патологическую».

**Индекс Майера.**Наиболее простая методика биоиндикации. Эта методика подходит для любых типов водоемов. Она более простая и имеет большое преимущество — в ней не надо определять беспозвоночных с точностью до вида. Метод основан на том, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоемам с определенной степенью загрязненности. При этом организмы — индикаторы относят к одному из трех разделов, представленных в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Распределение видов водных организмов согласно индексу Майера [21]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обитатели чистых вод, X | Организмы средней чувствительности, Y | Обитатели загрязненных водоемов, Z |
| Личинки веснянок Личинки поденок Личинки ручейников Личинки вислокрылок Двустворчатые моллюски | Бокоплав Речной рак Личинки стрекоз Личинки комаров — долгоножек Моллюски-катушки, моллюски-живородки | Личинки комаров-звонцов Пиявки Водяной ослик Прудовики Личинки мошки Малощетинковые черви |

Нужно отметить, какие из приведенных в таблице групп обнаружены в пробах. Количество найденных групп из первого раздела необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела — на 2, а из третьего раздела — на 1.

Получившиеся цифры складывают:

X\*3+Y\*2+Z\*1 (1.17)

По значению суммы S (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема: более 22 баллов — водоем чистый и имеет 1 класс качества; 17-21 баллов — 2 класс качества; 11-16 баллов — умеренная загрязненность, 3 класс качества; менее 11 — водоем грязный, 4-7 класс качества.

Простота и универсальность метода Майера дают возможность быстро оценить состояние исследуемого водоема. Точность метода невысока. Но если проводить исследования качества воды регулярно в течение какого-то времени и сравнивать полученные результаты, можно уловить, в какую сторону изменяется состояние водоема

**Индекс Соренсена.** (Индекс сходства Соренсена [21]) — статистический коэффициент, который используется для сравнения двух статистических выборок. Он был разработан ботаником Т. Соренсеном в 1948 г.

Индекс Соренсена рассчитывается по следующей формуле

QS =  (1.18)

где А и В число видов в образцах А и В, соответственно. С — число видов, которые являются общими для двух образцов.

Это выражение может быть расширено для определения распространенности видов вместо количества. Эта количественная версия индекса Соренсена также известная как индекс Чекановского. Индекс Соренсена идентичен коэффициенту Дайс, который имеет границы. Индекс Соренсена также используется для измерения расстояния, 1 — QS, является идентичным расстоянии Хелингера и коэффициента Брея-Кертиса.

Коэффициент Соренсена наиболее полезен для анализа данных экологических сообществ (см. Looman&amp; Campbell, 1960) Аргументация для его использования является скорее эмпирически, чем теоретически подтвержденною (однако использование этого индекса может аргументироваться теоретически как пересечение двух нечетких множеств). Если сравнивать с расстоянием Евклида, то расстояние Соренсена сохраняет чувствительность в более гетерогенных наборах данных и дает меньший вес точкам, которые выпадают из общей картины (аутлаерам (англ. outliers).

**Индекс Пантле-Букка.**В 1955 г. выходит работа Пантле и Букка [5] (по Макрушину, 1978), в которой они характеризуют степень загрязнения индексом сапробности (S). Индикаторную значимость (s) они приняли у олигосапробов за 1, бета-мезосапробов за 2, бета-мезосапробов за 3 и полисапробов за 4. Относительное количество особей вида (h) оценивается следующим образом: случайные находки — 1, частая встречаемость 3 и массовое развитие — 5. Данный метод позволяет сравнить состояние водоема в разных пунктах, например по продольному профилю реки, и представить результаты в цифровом и графическом виде. Зонам сапробности s придается цифровое значение от 1 до 4 в порядке возрастания загрязнения. Определяется также частота встречаемости h организмов в сообществе. Обе величины входят в формулу для вычисления индекса сапробности:

s=S (sh)/(Sh) (1.19)

В полисапробной зоне он равен — 4,0-3,5, в бета-мезосапробной — 3,5-2,5 в бета-мезосапробнойзоне — 2,5-1,5 и в олигосапробной зоне 1,5-1,0. Частоту встречаемости учитывают по девятибалльной шестиступенчатой шкале частот со следующими обозначениями: 1-очень редко, 2-редко, 3-нередко, 5-часто, 7-очень часто, 9-масса. Кроме того, вводятся понятия «обнищание» и «мертвая» зона, что особенно характерно для промышленных стоков. Интервал точности для статистической надежности 95%.

=s±t0,05SS=2,51±2,02\*0,1 (1.20)=2,51±0,2 (1.21)

Обычно индекс сапробности вычисляется с точностью до 0,1. Однако многие виды-индикаторы встречаются в водах 2, 3 или 4-х зон сапробности, что является причиной неточности при установлении средней сапробности биоценоза. По мнению Насибулиной Б.М.: «метод Пантле-Букка дает более надежную информацию в районах, испытывающих влияния загрязнений органического характера, поэтому для объективной оценки загрязненности его целесообразно применять совместно с другими методами».

**Индекс биоразнообразия Симпсона.**В качестве количественной оценки экологического состояния поверхностных вод по видовому разнообразию молюсков-биоиндикаторов можно использовать индекс биоразнообразия Симпсона D:

D=1/(ΣPi2) (1.22)

где Pi2 — видовое разнообразие в сумме видов сообщества, принятого за единицу. Также можно применять показатель жизненности биоиндикаторов G предложенной Ю.С, Бадтиевым (табл 1.3):

=WS (1.23)

где W — относительное разнообразие биоиндикаторов в сумме, принятой за единицу; S — плотность биоиндикаторов на единице площади. Экологическое состояние поверхностных вод водоемов оценивается по состоянию биоиндикаторов относительно состояния биоиндикаторов в нормальных условиях.

Таблица 1.3. Значения индексов Симпсона и Бадтиева [21]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Состояние | D | G |
| Удовлетворительное | Менее 5 | Менее 20 |
| Кризисное | 25-50 | 25-50 |
| Катастрофическое | Более 50 | Более 50 |

Для повышения достоверности оценки экологического состояния поверхностных вод поиск контрольного водоема проводят с применением метода биотестирования. Этот метод основан на определении изменения интенсивности биолюминесценции некоторых бактерий в результате воздействия токсических веществ. Уменьшение интенсивности биолюминесценции пропорционально токсическому эффекту. По сравнению с биоиндикацией метод биотестирования более сложен, так как предусматривает приготовление контрольных и рабочих растворов, отбор проб воды для последующего анализа, который проводится в соответствии с «Методикой экспрессного определения токсичности воды» с помощью люминесцентного бактериального теста «Эколюм» (НР №11-1/133-09, 2000 г.). Методика биотестирования обладает высокой точностью (ошибка не более 2%). В результате исследований получают интегральную картину состояния воды, т.е. степень ее токсичности для человека.

Таблица 1.4. Шкала классов степени токсичности [21]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индекс токсичности | Проба | Класс токсичности |
| Менее 20 | Не токсична | 1 |
| 20-49 | Токсична | 2 |
| Более 50 | Сильно токсична | 3 |

Полученные результаты не требуется сравнивать с фоновой токсичностью, поскольку такое сравнение ведется автоматически. Индекс токсичности рассчитывается следующим образом:

П=(I-I/I) 100% (1.24)

Где I— интенсивность свечения контрольного (эталонного) раствора; I- интенсивность свечения раствора с добавлением исследуемой пробы.

Таким образом, для определения химического и биологического состава воды используются различные методы. Они различны по сложности и точности полученного результата, но, как правило, в гидроэкологических исследованиях эти методы используются совместно или комплексно.

**2. Физико-географическая характеристика Круглянского района**

Территория Круглянского района расположена на древней Восточно-Европейской платформе. Геологическое строение таких платформ двухъярусное. Здесь на кристаллическом фундаменте, сложенном метаморфическими и магматическими породами и имеющем архейско-раннепротерозойский возраст, залегает платформенный чехол. Последний почти целиком состоит из осадочных пород, которые в ряде районов прорываются магматическими образованиями или переслаиваются с ними. По вещественному составу в фундаменте выделены три гранулитовые, две гранитогнейсовые и одна вулканоплутоническая геоструктурные области: это Белорусско-Прибалтийский гранулитовый пояс, Брагинский и Витебский гранулитовые массивы, Центрально-Белорусская (Смолевичско-Дрогичинская) и Восточно-Литовская (Инчукалнская) гранитогнейсовые зоны, Осницко-Микашевичский вулканоплутонический пояс (рис. 2.2).

Рис. 2.1. Обзорная карта Круглянского района [14]

Круглянский район принадлежит Витебскому гранулитовому массиву. Однако следует напомнить, что Витебский гранулитовый массив выделен условно по геофизическим данным, поскольку сведения о составе пород кристаллического фундамента в его пределах практически отсутствуют. Данные о строении и развитии массива основаны на детальном изучении керна кристаллических пород, но только единственной скважины, прошедшей по фундаменту всего 60 м, что слишком мало для характеристики территории площадью свыше 2000 км2. К тому же скважина расположена вблизи границы (также условно намеченной) между Витебским массивом и Центрально-Белорусским поясом, и трудно сказать, в какой структурной зоне она находится, тем более что аналогичные глиноземистые гнейсы и гранат-кордиеритсодержащие граниты известны и на севере «Околово-Рудьнянского субтеррейна» Центрально-Белорусского пояса. Поэтому не ясно, о каком литологическом и тектоническом сходстве юго-восточного «субтеррейна» и Витебского массива может идти речь, если для первого не приводятся даже названия сравниваемых пород, а для второго вообще нет сведений о составе и строении кристаллического фундамента. Тайной остается и состав 25-километровой кровли, перекрывавшей 1,95 млрд лет назад интрузию высокотемпературных гранитов.

Рис. 2.2. Основные геоструктурные области кристаллического фундамента Беларуси [10]

По глубине залегания кристаллического фундамента (мощности чехла) территория района принадлежит Оршанской впадине.

Оршанская впадина расположена на северо-востоке Беларуси на площади 250 х 150 км. Глубина залегания фундамента здесь достигает 1, 8 км. [10] На территории впадины повсеместно распространены рифейские, вендские и девонские образования. Между девонской толщей и повсеместно залегающими четвертичными отложениями местами присутствуют маломощные отложения юры и мела.

Денудационная столово-останцовая равнина приурочена к области распространения карбонатных пород девона в пределах Оршанской впадины и охватывает северную часть района: Оршанскую возвышенность, а также северную часть Оршанско-Могилевской равнины.

Большую роль в рельефе играют различные морфоскульптуры, созданные экзогенными процессами: четвертичными ледниками, выветриванием, денудацией, переносом, аккумуляцией и деятельностью человека.

В сложном комплексе типов рельефа центральное место принадлежит краевым моренным образованиям.

Морена — это отложения, накопленные непосредственно ледниками при их движении и выпахивании ложа. По составу морены очень разнообразны (от суглинков до валунов), неотсортированы, содержат гальку и валуны с ледниковыми шрамами и полировкой. В зависимости от условий образования различают конечные, поверхностные, основные, донные, боковые и другие типы морен.

Оршанская полоса краевых образований обозначает границы ледника. Остальные же полосы краевых образований обозначают лишь отдельные стадии и фазы в развитии ледникового покрова четвертичного периода. По особенностям рельефа и геологического строения Оршанская полоса подразделяется на 1) западную и 2) восточную части.

Западная часть Оршанской полосы возникла около 17 тыс. лет назад и включает в себя озерную группу. Восточная часть Оршанской полосы образована Лукомской возвышенностью, Южно-Нарочанской и Островецкой грядами и характеризуется широким распространением гряд с большим количеством валунов и глыб кристаллических пород, а также девонских доломитов. [10]

Могилевская полоса краевых образований фиксируется отдельными фрагментами маргинальных форм в пределах Оршанско-Могилевской и Центральноберезинской равнин.

Оршанско-Могилевская равнина представляет собой небольшие островные морены с абсолютными высотами около 198 м. [11]

Из полезных ископаемых на территории района есть торф, песчано-гравийный материал, глины, суглинки.

Климат района формируется под влиянием атлантического воздуха, постепенно трансформирующегося в континентальный и представляет собой переходный от морского к континентальному, умеренно континентальный. Индекс континентальности по Горчинскому равен в Могилеве 39 [10]. Годовая величина суммарной солнечной радиации на территории Круглянского района составляет 3800-3900 мДж/м2 [11]. Около 55% суммарной солнечной радиации составляет рассеянная радиация. Ее годовые суммы колеблются в пределах 2000 мДж/м2[11]. Для всех видов солнечной радиации характерно плавное изменение годового хода их месячных сумм с максимумом в июле и минимумом в декабре. Радиационный баланс положителен с марта по октябрь и составляет 1600 мДж/м2 [11]. Средняя годовая продолжительность солнечного сияния в основном соответствует режиму облачности и равна 1750 часов. [11]

В условиях умеренно континентального климата Беларуси одним из основных его параметров является температура воздуха. В теплый период года астрономические и радиационные факторы определяют субширотный характер изменения температуры воздуха. В холодный период особенности циркуляции атмосферы предопределяют субмеридиональное направление изотерм. В целом, для теплового режима характерно постепенное повышение температуры воздуха с северо-востока на юго-запад (летом на юго-восток).

Средняя годовая температура воздуха в Круглянском районе составляет +5-6°С, средняя температура самого теплого месяца июля достигает 18°С, самого холодного месяца, января, в районе минус 7-8°С (рис. 2.3). Максимальная температура, зарегистрированная на территории района, достигла плюс 36°С, зафиксированная минимальная — минус 37°С. Важными характеристиками оценки теплообеспеченности территории района являются продолжительность периодов с температурами выше или ниже определенных пределов и суммы накопленных температур. Продолжительность периода с температурой воздуха выше 5°С составляет 185 дней, 10°С — 150 дней и 15°С — 87 дней. Суммы активных температур за периоды с температурой 5, 10 и 15°С составляют соответственно 2550°С, 2200°С и 1500°С. [11]

Рис. 2.3. Сезонный ход температуры (С) в Круглянском районе

На территории района выпадает около 650 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК), рассчитанный за период с температурами воздуха 10°С в пределах района, составляет 1,4. Месячные суммы осадков имеют четко выраженный годовой ход с минимумом в феврале-марте и максимумом в летние месяцы. Количество дней с осадками составляет около 180 дней. Около 73% годовой суммы осадков приходится на теплый период года. Максимальное количество осадков за многолетние наблюдения составило 850 мм, минимум достиг 450 мм. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом в Круглянском районе в среднем составляет 125 дней. Средняя многолетняя высота снежного покрова изменяется от 25 см и более, а максимальные за зиму запасы воды в снеге превышают 70 мм. Продолжительность безморозного периода на поверхности почвы длится от 130 до 140 дней, в воздухе равна 140-150 дням.

Средние годовые величины атмосферного давления в районе колеблются 1012гПа летом до 1020гПа зимой. [11]

Зимой в районе преобладают юго-западные и западные ветры. В летний период ветры с западной составляющей отмечаются в течение почти 50% времени. Повторяемость восточных, северных и юго-восточных ветров составляет около 30%.

Весной и осенью направления воздушных течений менее определённы, чем летом и зимой. Ветры всех направлений почти равновероятны, хотя весной более выражены ветры юго-восточного направления, а осенью — юго-западного и западного.

По территории района протекают реки Друть и ее притоки Березовка, Осливка, Каменка, Гнилка, Вабичь. Есть озера Еложинское, Хотомье, на границе со Шкловским районом лежит озеро Безымянное, или Полыковское. На реке Друть создано Тетеринское водохранилище.

% территории района занято лесом. Наибольшие лесные массивы находятся в западной части района. Болота занимают 3,8% территории.

Почвы дерново-подзолистые, дерново-палево-подзолистые, местами смытые, на лессах и лессовидных суглинках и супесях.

Дерново-подзолистые почвы формируются в результате двух противоположно направленных процессов почвообразования, таких как подзолистый и дерновый. Этот тип почв формируется под хвойно-широколиственными, мохотравянистыми и травянистыми лесами в условиях промывного водного режима.

Подзолообразовательный процесс происходит под пологом хвойного сомкнутого и смешанного лесов. В этой местности солнечные лучи практически полностью поглощаются кронами деревьев, так что рассеянный свет в тени настолько слаб, что его не хватает даже теневыносливым растениям. Поэтому в таких лесах практически отсутствует травянистая растительность и поверхность почвы покрыта только лесной подстилкой из хвои, листьев и остатков древесной растительности. Древесная растительность обладает длинными, глубоко идущими конями и соответственно расходует влагу из нижних слоев почвы, что способствует лучшему увлажнению верхних горизонтов почвы. При этом этот тип растительности защищает почву от попадания прямых солнечных лучей — воздух более насыщен парами, что понижает испарение воды из почвы. Также этим свойством обладает лесная подстилка, которая препятствует испарению, а также хорошо пропускает влагу вглубь.

Таким образом, почвы большую часть находятся во влажном состоянии и систематически промываются. Лесная подстилка является постоянным и главным источником поступления в почву органического вещества, азота и минеральных соединений.

Общим свойством, присущим всем типам лесных подстилок, является кислотность. При этом нижние слои подстилок, которые длительнее подвергались разложению, отличаются большей кислотностью, чем верхние. Наиболее высокой кислотностью обладают подстилки под еловыми и сосновыми насаждениями, менее кислыми являются подстилки лиственных лесов и под зелеными мхами и еще менее кислыми — под травяным растительным покровом.

В результате разложения лесной подстилки образуется ряд водорастворимых органических соединений, обладающих обычно кислой реакцией. Среди последних, согласно исследованиям И.В. Тюрина, М.М. Кононовой, В.В. Пономаревой и других[21], преобладающее место занимают фульвокислоты, которые и являются одним из важнейших факторов подзолообразования.

Между тем под влиянием нисходящих токов воды зольные элементы в значительной степени подвержены вымыванию. По мере выноса из верхних горизонтов почвы органических и минеральных коллоидов, а также молекулярно-растворенных соединений Са, Мg, Fе, А1, К и отчасти Мn в почве возрастает относительное содержание нерастворимого кремнезема, в том числе и тончайшего порошка, который освобождается при распаде силикатов и придает верхним слоям почвы своеобразную светло-серую или белесую окраску, весьма напоминающую цвет золы. Отсюда и происходит название подзолистый горизонт, который является существенной и характерной особенностью почв дерново-подзолистого типа.

Вымываемые сверху вниз коллоидально растворимые гидраты окиси железа, алюминия, перегнойные вещества, а также глинистые суспензии и отчасти аморфная двуокись кремния на некоторой глубине почвенной толщи частично или полностью закрепляются, образовывая так называемый иллювиальный горизонт, или горизонт вмывания. Чаще всего здесь накапливаются окислы железа и алюминия.

Таким образом, самой существенной особенностью подзоло-образователъного процесса является глубокий распад первичных и вторичных минералов под воздействием органических кислот и выщелачивание продуктов их распада из верхних горизонтов почвы вниз, а частично и вынос их из почвенной толщи. Наиболее сильно оподзоленные почвы образуются главным образом в сомкнутых еловых лесах с моховым покровом и без травяной растительности.

Большое влияние на развитие подзолообразовательного процесса оказывает рельеф местности. Равнинный рельеф водоразделов, где атмосферная влага полностью проникает в почву, благоприятствует развитию подзолообразовательного процесса, на склонах же, где влага в основном стекает по поверхности и лишь в малой степени проникает в почвенную толщу, подзолообразование проявляется слабее.

Дерновый почвообразовательный процесс. Подзолообразовательный процесс в природе обычно или чередуется с дерновым процессом, или протекает одновременно с ним. Сущность этого процесса заключается в накоплении гумуса, оснований, элементов питания и в формировании водопрочной структуры под воздействием преимущественно травянистой растительности.

Следует отметить, что процесс накопления перегноя в верхних слоях почвы происходит и под древесной растительностью, но в небольших количествах. В.Р. Вильямс [21] считает, что дерновый процесс начинает развиваться после того, как разреживается лесная растительность и появляется возможность поселения травянистой растительности. При этом первоначально поселяются корневищные растения (например, вейник), сменяющиеся в дальнейшем рыхлокустовыми (ежа, лесной мятлик и др.), которые и имеют основное значение в развитии дернового процесса.

В отличие от древесной растительности травы обладают большой сетью тонких и густо пронизывающих почву корней, после отмирания, которых почвенная масса ежегодно обогащается значительным количеством органического вещества. Разлагаясь при малом доступе воздуха, корневые остатки трав превращаются в гумус, обволакивающий пленками минеральные частички и окрашивающий верхнюю часть почвенного профиля в серый пли темно-серый цвет. Одновременно с накоплением перегноя в верхней части почвы под влиянием аккумулирующей роли травянистой растительности происходит накопление кальция, магния, марганца, калия, а отчасти железа и других зольных элементов. Благодаря обогащению почвы минеральными соединениями реакция почвенного раствора становится менее кислой, почвенные коллоиды насыщаются ионами кальция и магния и верхние горизонты с течением времени приобретают в той или иной степени выраженную комковатую структуру. Так, под воздействием травянистой растительности постепенно обособляется дерново-перегнойный горизонт.

Степень развития дернового процесса зависит от многих факторов и, прежде всего от растительности: чем лучше рост трав, тем интенсивнее идет процесс биологической аккумуляции в верхних горизонтах почвы гумуса, азота и зольных элементов. Наиболее интенсивно дерновый процесс развивается в изреженном лесу, на полянах, а также в широколиственных лесах, где в напочвенном растительном покрове широкое участие принимают травы.

Наличие кальция и магния в почве способствует коагуляции почвенных коллоидов и закреплению гумуса в верхних ее слоях. Поэтому на карбонатных материнских породах обычно встречаются почвы с хорошо разлитым гумусовым горизонтом.

Значительную роль в развитии дернового процесса играет механический состав почвообразующих пород и почв. Чем богаче почва илистыми частицами, тем лучше выражен дерновый процесс. Поэтому почвы с хорошо развитым перегнойным слоем формируются главным образом па глинистых и суглинистых породах и очень редко па песчаных и супесчаных, где этот слой выражен весьма слабо или совсем отсутствует.

Так, под действием дернового и подзолообразовательного процессов образуются дерново-подзолистые почвы.

Общая площадь сельскохозяйственных угодий достигает 54,9 тыс. га. Основные отрасли сельского хозяйства представлены мясо-молочным животноводством и растениеводством.

**Растительность. Лесная растительность.** Наибольшее распространение получили таежные и среднеевропейские (широколиственные) виды, которые являются зональными.

Хвойные леса получили наибольшее распространение в районе. Они представлены сосняками и ельниками. Самая распространенная порода в лесах — сосна.

На втором месте по распространению находятся мелколиственные леса. Они представлены преимущественно березой, ольхой и осиной. Береза — вторая по распространению порода в лесах Беларуси. Довольно большую площадь занимают также ольховые леса.

Из широколиственных пород в лесах самой распространенной является дуб.

**Луговая, болотная и водная растительность. Она п**редставлена луговой растительностью (преимущественно травами). Луга делятся на пойменные и внепойменные. Соответственно первые из них относятся к коренным, а вторые — к вторичным.

Пойменные луга приурочены к поймам рек. которые ежегодно затапливаются весенними талыми водами. Они занимают сравнительно небольшую территорию — немногим более 5% от общей площади.

Внепойменные луга по своему происхождению преимущественно вторичные. Они занимают около 95% от общей площади лугов и приурочены к междуречьям и водоразделам. В свою очередь эти луга примерно поровну делятся на суходольные и низинные. [20]

Суходольные луга занимают выпуклые части водоразделов и пологие склоны с умеренным увлажнением атмосферными осадками. Низинные луга приурочены к пониженным элементам рельефа, не занятым поймами рек. Для них характерно достаточное, а местами избыточное увлажнение.

**Болотная растительность.**По характеру минерального питания болота делятся на верховые, низинные и переходные. Самыми распространенными среди болот являются низинные. Они занимают более 60% от их обшей площади. Низинные болота часто называют травяными, потому что в них преобладают такие болотные виды, как осоки, тростник, камыш, аир, рогоз, хвощ. К ним примешиваются зеленые мхи и болотное разнотравье. Местами па низинных болотах растут ольха, береза, ивы.

Наиболее крупные лесные массивы расположены в западной и юго-западной части района возле деревень Круча, Шепелевичи, Павловичи, Бовсевичи

Верховые болота образуются в результате застаивания поверхностных вод на плоских водоразделах. Питаются верховые болота атмосферными осадками. Часто они размещаются на местах бывших озер. На верховых болотах растет преимущественно моховая растительность. Вместе с ним на болотах этого типа встречаются багульник, голубика, клюква, морошка, болотный мирт, пушица. Из деревьев может расти низкорослая сосна.

Переходные болота являются более разнообразными по видовому составу растительности, имеют черты как верховых, так и низинных болот. Эти болота могут быть лесными, кустарниковыми, травяными или моховыми.

Крупные болота расположены возле деревень Татарка, Козел, Тубушки, Шепелевичи, Дудаковичи.

**Растительность водоемов.**Главное место среди водных растений занимают одноклеточные водоросли и высшие водные растения. Они встречаются во всех водоемах. 1) являются основой фитопланктона. 2) образуют пояса вдоль береговой линии.

Распространение высших водных растений зависит от природных особенностей водоемов. Недалеко от берегов обычно растут осоки, аир, полупогружены в воду тростник, камыш. По мере увеличения глубины они заменяются растениями с плавающими листьями, такими, как кувшинка белая и кубышка малая, горец земноводный, рдесты. На большие глубины проникают водоросли и отдельные мхи. Мелкие водоемы со стоячей водой, тихие затоки рек обычно зарастают ряской, роголистником, ситнягом. Встречаются в водоемах и эндемичные растения, например, водяной орех.

Многие водные растения являются своеобразными индикаторами чистоты воды в водоемах. Они исчезают даже при незначительном загрязнении водоемов.

**Животный мир**. Основу животного мира района составляют широко распространенные виды лесной зоны. Среди них представители таежной фауны: лось, рысь, рябчик, глухарь и др. Более разнообразной является фауна широколиственного леса: косуля, кабан, куница лесная, дятел, соловей и др. Однако встречаются отдельные представители фауны степной зоны (заяц-русак, полевка, жаворонок, и др.).

Животный мир является динамичным компонентом природного комплекса. Особенно сильно он реагирует на результаты хозяйственной деятельности человека.

Животный мир лесов. Наиболее богат и разнообразен животный мир лесов. Обычными обитателями лесов являются лось, косуля, заяц, белка, кабан, лиса, волк. Животный мир этого фаунистического комплекса зависит от типов леса. В сосновых лесах встречаются лиса, белка, заяц-беляк. На границе с болотами живут косуля, лось. Из птиц селятся дятлы, сойки, глухари, тетерева. В сырых заболоченных сосняках много рептилий и земноводных — ужей, ящериц, лягушек.

Значительно богаче животный мир ельников, потому что в них больше кормов и лучшие охранные и микроклиматические условия. Здесь встречаются лесная куница, кабан, лось, волк. Широко распространены в ельниках птицы: клест, рябчик, сойка, дятел.

Еще более разнообразен животный мир широколиственных и смешанных лесов. В них много укрытий и разнообразнее питание. Типичными представителями этих лесов являются кабан, косуля, еж. Встречаются здесь и перечисленные выше представители боров и ельников. В широколиственных лесах проживает много видов птиц. Среди них, синица, кукушка, соловей, тетерев, из хищников — совы, ястреб, коршун, канюк. По видовому составу и количеству особей в широколиственных лесах широко представлена фауна земноводных и пресмыкающихся.

Животный мир полей и лугов. Типичными жителями полей и лугов являются грызуны: полевка серая, мышь полевая, бурозубка. Тут можно встретить зайца, крота, ежа. Из кустарников выходят на охоту лиса, хорек, ласка. Наибольшим разнообразием отличается фауна птиц. Среди них перепела, куропатки серые, жаворонки, чибисы. На полях питаются воробьи, скворцы, вороны, галки, на лугах — белые аисты. Земноводные и пресмыкающиеся представлены ящерицами, лягушками, ужами и змеями. Особенно много на полях и лугах насекомых, в том числе вредителей сельскохозяйственных культур.

Животный мир болот. По видовому составу животный мир болот не богат, потому что условия жизни тут неблагоприятны для млекопитающих. Наиболее широко представлены земноводные и пресмыкающиеся: лягушки, ужи, гадюки. На лесные болота заходят лось, кабан, косуля. Мир птиц сравнительно беден, но очень своеобразен. Типичными его представителями являются цапли, кулики, журавли, утки, болотные совы.

Животный мир водоемов и их побережий. Еще более своеобразен животный мир водоемов и побережий. Природные и искусственные водоемы являются средой обитания рыб, земноводных, берега рек и озер — многих видов птиц и млекопитающих. В водоемах района распространены щука, окунь, плотва, лещ, карась, красноперка, толстолобик.

На берегах водоемов живут такие ценные млекопитающие, как бобры, ондатры, выдры. Они строят свои жилища на берегах, но большую часть жизни проводят в водоемах. Наиболее интересными среди млекопитающих водоемов являются бобры — известные строители плотин на реках.

Мир водоплавающих птиц является разнообразным и многочисленным. По всей территории гнездятся, утки, встречаются цапли, чайки, лебеди. В обрывистых берегах гнездятся береговые ласточки, стрижи.

В водоемах довольно много земноводных: лягушки, тритоны. В наиболее чистых водоемах встречаются раки.

Животный мир поселений человека. Наименьшую группу диких животных составляют те, которые селятся рядом с жильем человека. Типичными представителями являются мыши и крысы. В огородах и садах живут кроты, бурозубки, ежи. Но наиболее широко представлены птицы. Рядом с человеком живут ласточки, воробьи, скворцы, голуби, вороны, сороки, белые аисты. Зимой в поисках еды прилетают снегири и синицы. Широко распространены насекомые — вредители садов и огородов.

В районе созданы гидрологические заказники местного значения «Щиток», «Боровуха», «Заборовское», «В пойме реки Друть». Как памятники местного значения охраняются озера Хотомля, Криница-1 (возле Тетеринской ГЭС), Криница-2 (рядом с д. Тетерино).

Из памятников археологии здесь находятся селища возле д. Варгутьево, курганные могильники Орово, Варгутьево, Шупени, городище возле д. Пригани-1.

Из архитектурных памятников в районе сохранились Покровская церковь (второй половины 19 в.) в д. Дудаковичи, Николаевская церковь (1833 г.) в д. Тубушки.

В д. Лысковщина похоронен русский живописец Н.В. Неврев (1830-1904 гг.), в д. Бурнейко — военный и государственный деятель, генерал-фельдмаршал 19 в. И.В. Рамейко-Гурко, в д. Тубушки родился и похоронен русский генерал, Туркестанский генерал-губернатор М.Г. Черняев (1828-1898 гг.). [17]

Таким образом, рельеф и климат Круглянского района способствуют формированию густой речной сети. Но поскольку реки относятся к категории малых, то для них характерны резкие колебания температурного режима, сезонного изменения гидрологических факторов и гидрохимического состава вод.

**3. Гидрохимические и гидробиологические особенности водотоков Круглянского района**

**Гидрохимический режим**представляет собой закономерное изменение химического состава воды в водном объекте во времени, обусловленное физико-географическими условиями его бассейна и антропогенным воздействием. Гидрохимический режим проявляется в виде многолетних, сезонных и суточных колебаний концентрации компонентов химического состава воды и показателей физических свойств воды, уровня и загрязнения, стока растворенных веществ и др.

Классификация природных вод О.А. Алекина наиболее часто применима в настоящее время. Она сочетает принцип деления химического состава воды по преобладающим ионам с учетом количественного соотношения между ними. Преобладающими считаются ионы с наибольшим относительным содержанием в процентах в пересчете на количество вещества эквивалента. По преобладающему аниону природные воды делятся на три класса [18]

) гидрокарбонатных и карбонатных вод (большая часть маломинерализованных вод рек, озер, водохранилищ и некоторые подземные воды);

) сульфатных вод (промежуточные между гидрокарбонатными и хлоридными водами, генетически связаны с различными осадочными породами);

) хлоридных вод (высокоминерализованные воды океана, морей, соленых озер, подземные воды закрытых структур и др.).

Каждый класс по преобладающему катиону подразделяется на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую. Каждая группа в свою очередь подразделяется на четыре типа вод, определяемых соотношением между содержанием ионов в процентах в пересчете на количество вещества эквивалента:

I.
HCO3— > Ca2+ + Mg2+ (3.1)

II.      HCO3- < Ca2+ + Mg2+ < HCO3- + SO42 — (3.2).         HCO3- + SO42- < Ca2+ + Mg2+ или Сl — >Na+ (3.3)

IV.     HCO3- = 0 (3.4)

Воды типа I образуются в процессе химического выщелачивания изверженных пород или при обменных процессах ионов кальция и магния на ион натрия. Чаще всего они маломинерализованные, исключение составляют воды бессточных озер.

Воды типа II смешанные. Их состав может быть связан генетически как с осадочными породами, так и с продуктами выветривания изверженных пород. К этому типу относится вода большинства рек, озер и подземные воды с малой и умеренной минерализацией.

Воды типа III метаморфизованные. Они включают какую-то часть сильно минерализованных природных вод или вод, подвергшихся катионному обмену ионов натрия на ионы кальция и магния. К этому типу относится вода океанов, морей, лиманов (морских), реликтовых водоемов и др.

К типу IV, характеризуемому отсутствием НСО3, относятся кислые воды — болотные, шахтные, вулканические или воды, сильно загрязненные промышленными сточными водами. Воды типа IV принадлежат только к сульфатному и хлоридному классам, где не может быть вод типа I.

Возможность существования природных вод других классов (нитратный, боратный) не исключена, но крайне маловероятна. Более реально преобладание в некоторых водах кремниевой кислоты, но она почти целиком недиссоциирована и не уравновешивает катионов.

Выделение в отдельный класс природных вод с преобладанием органического вещества невозможно, т.к. органическое вещество природных вод обладает весьма сложным составом.

Таблица 3.1. Зарегестрированные максимальные превышения ПДК загрязняющих веществ в поверхностных водах р. Друть [4]

|  |  |
| --- | --- |
| Река | Соотношение между фактическими показателями и ПДК (в долях ПДК) |
|  | Азот аммонийный | Азот нитритный | БПК5 | Марганец | Медь | Железо |  |
| Друть | 1,8 | 2,5 | 2,3 | 8,0 | 8,0 | 2,1 | 4,3 |

Гидрохимические показатели качества воды определены в 23 створах р. Днепр и ее притоков. В каждом створе регистрировалось 33 показателя, из них 10 — тяжелые металлы как во взвешенной, так и в растворенной форме. Характеристика качества поверхностных вод Друти по гидрохимическим показателям приведены в табл. 3.1

Верхний участок р. Друть можно считать относительно чистым. Зарегистрировано превышение ПДК по азоту нитритному и БПК5. Превышение ПДК по марганцу, меди, цинку и железу, в основном, обусловлено природными факторами. Загрязненность вод р. Друть возрастает вниз по течению, отмечено превышение ПДК не только по марганцу и меди, но и по цинку и хрому, а также превышение по азоту аммонийному и азоту нитритному, фенолам и нефтепродуктам, что, безусловно, связано с антропогенным воздействием.

Таким образом, анализ результатов по гидрохимическим показателям поверхностных вод Круглянского района показывает, что участок р. Друть в исследуемый период на территории района в основном относится к категории умеренно загрязненных.

Таблица 3.2. Особенности гидрохимического состава воды в реках бассейна р. Друть [4]

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Количественное содержание |
| pH | 8,06 |
| Кислород, мг/дм3 | 9,65 |
| t, ºC | 10,1 |
| Цветность, градус | 6 |
| Прозрачность, см | 23 |
| Хлориды, мг/дм3 | 12,5 |
| Сульфаты, мг/дм3 | 18,5 |
| Гидрокарбонаты, мг/дм3 | 239 |
| Магний, мг/дм3 | 15,7 |
| Кальций, мг/дм3 | 61,8 |
| Натрий, мг/дм3 | 9,1 |
| Калий, мг/дм3 | 1,7 |
| Минерализация, г/дм3 | 360 |
| Кремний, мг/дм3 | 5,2 |
| N-NH4,мг/дм3 | 0,175 |
| N-NO2, мг/дм3 | 0,040 |
| N-NO3, мг/дм3 | 0,125 |
| Фосфаты, мг/дм3 | 0,13 |
| БПК5, мг O2/дм3 | 1,95 |
| ХПК, мг O2/дм3 | 27,1 |
| СПАВ, мг/дм3 | 0,05 |
| Фенолы, мг/дм3 | 0,002 |
| Нефтепродукты, мг/л | 0,01 |
| Металлы, мг/дм3 | Взвешенные и растворенные формы |
| Железо | 0,005 — 0,027 |
| Марганец | 0,07-0,70 |
| Свинец | 0,02 — 0,001 |
| Алюминий | < п/о |
| Кадмий | 0,002-0,0007 |
| Ртуть | < п/о |
| Медь | 0,005-0,006 |
| Мышьяк | < п/о |
| Хром | 0,005 — 0,01 |
| Цинк | 0,002 — 0,048 |

Таблица 3.3. Концентрация химических веществ и элементов в р. Друть

|  |  |
| --- | --- |
| Вещества и химические элементы, | Концентрация, мкг/кг |
| Альдрин | < 1 |
| Альфа-BHC | < 1 |
| Бета-BHC | < 1 |
| Дельта-BHC | < 1 |
| Гамма-BHC | < 1 |
| Хлордан | < 1 |
| 4,4 DDT | < 1 |
| 4,4 DDD | < 1 |
| 4,4 DDE | < 1 |
| Дикофол | < 1 |
| Диэльдрин | < 1 |
| Эндосульфан I | < 1 |
| Эндосульфан II | < 1 |
| Эндосульфан сульфат | < 1 |
| Эндрин | < 1 |
| Эндрин альдегид | < 1 |
| Гептахлор | < 1 |
| Гептахлорэпоксид | < 1 |
| 4.4-Метоксихлор | < 1 |
| Мирекс | < 1 |
| Стробан | < 1 |
| Токсафен | < 1 |
| Железо | 8307/9450 |
| Марганец | 497/865,3 |
| Свинец | 7,9/5,9 |
| Алюминий | 5139/3255 |
| Кадмий | 1,41/1,40 |
| Ртуть | -/0,22 |
| Мышьяк | 8,9/6,8 |
| Медь | 8,9/6,8 |
| Никель | 5,6 |
| Кобальт | 2,6 |
| Литий | 8,5 |
| Хром | 11,6/14,9 |
| Цинк | 38,2/75,1 |

Представленные в табл. 3.3 результаты обследования донных отложений на содержание пестицидов, фенолов и тяжелых металлов свидетельствует о том, что содержание анализируемых пестицидов не велико и, в основном, находится в пределах области обнаружения используемыми методами. В то же время содержание тяжелых металлов и органических соединений в донных отложениях достаточно велико, что может стать источником вторичного загрязнения. Такие металлы, как железо, марганец, хром, медь, свинец и цинк обнаружены не только в воде и донных отложениях, но и в моллюсках и рыбе, что свидетельствует о продолжительности этого вида загрязнения в природных водных объектах.

**Гидробиология.**Одним из основных условий создания репрезентативной системы гидробиологического мониторинга является наличие достаточно обширных баз данных, содержащих объективную информацию о таксономическом составе, биоразнообразии, количественном развитии, сезонной динамике, биотопической приуроченности и других характерных чертах основных групп гидробионтов контролируемого региона. Особое внимание должно быть обращено на ранжирование исходной информации по основным типам и (или) участкам водных объектов.

В процессе исследования были решены следующие основные задачи:

получены материалы для формирования базы данных по биоразнообразию и количественному развитию зоопланктона водотоков Круглянского района;

произведена оценка состояния поверхностных вод посредством стандартных методов гидробиологического контроля;

получены данные для выбора оптимального пространственного и временного параметров формируемой системы мониторинга.

В результате проведенных исследований установлено, что в летний период 2010 г. видовое богатство водного населения было представлено 53 таксонами, среди которых преобладали коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные. Распределение количества видов зоопланктона по станциям представлено в табл. 3. 4. Как правило, речной планктон представлен преимущественно представителями различных родов коловраток, а в стоячих водоемах заметно возрастает доля рачкового планктона. Их распределение было неравномерным по станциям.

Таблица 3.4. Число видов зоопланктона в водных объектах Круглянского района в летний период 2010 г.

|  |  |
| --- | --- |
| Станции | Дата |
|  | 10.08.10 | 15.08.10 | 20.08.10 | 25.08.10 |
| 1 | 20 | 26 | 7 | 9 |
| 2 | 10 | 5 | 14 | 18 |
| 3 | 10 | 23 | 12 | 13 |
| 4 | 17 | 21 | 14 | 12 |

Численность зоопланктона колебалась в довольно широких пределах, что связано прежде всего с погодными условиями и особенностями проточности. Минимальные значения численности, которые флуктурировали в пределах 15-67 экз/л в течение всего летнего периода, выявлены в р. Друть, выше города (табл. 3.5).

Таблица 3.5. Общая численность зоопланктона (экз/л) в водных объектах Круглянского района в летний период 2011 г. по станциям

|  |  |
| --- | --- |
| Станции | Дата |
|  | 10.08.10 | 15.08.10 | 20.08.10 | 25.08.10 |
| 1 | 185 | 106 | 26 | 25 |
| 2 | 29 | 15 | 67 | 61 |
| 3 | 79 | 450 | 36 | 48 |
| 4 | 599 | 325 | 79 | 65 |

В планктоне р. Друть выше города отмечается относительно стабильная численность водных организмов в течение второй половины летнего периода, которая колеблется от 61 до 67 экз/л, а ниже города в первую половину — от 106 до 185 экз/л. Наиболее значительные изменения численности характерны для Тетеринского водохранилища и р. Ситня, где их размах достигает 9-кратного и 12-кратного превышения соответственно.

В летний период 2011 г. видовое богатство водного населения было представлено 41 таксонами. Распределение количества видов зоопланктона по станциям представлено в табл. 3.6. Как правило, речной планктон представлен преимущественно представителями различных родов коловраток, а в стоячих водоемах заметно возрастает доля рачкового планктона. Их распределение было неравномерным по станциям (табл. 3. 7)

Таблица 3.6. Число видов зоопланктона в водных объектах Круглянского района в летний период 2011 г.

|  |  |
| --- | --- |
| Станции | Дата |
|  | 02.08.11 | 09.08.11 | 16.08.11 | 23.08.11 |
| 1 | 7 | 8 | 9 | 4 |
| 2 | 13 | 13 | 13 | 18 |
| 3 | 13 | 11 | 12 | 12 |
| 4 | 13 | 14 | 21 | 18 |

Видовое обилие водного населения в летний период остается относительно постоянным на всех станциях отбора проб и колеблется в среднем в диапазоне значений от 11 до 14 таксонов (табл. 3.6).

Таблица 3.7. Встречаемость видов зоопланктона в водоемах Круглянского района (2010-2011 гг.)

|  |  |
| --- | --- |
| Виды | Станции |
|  | 2010 г. | 2011 г. |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Alona quadrangularis | + |  | + |  | + |  |  |  |
| Acroperus harpae |  |  |  |  | + | + |  |  |
| Alonopsis elongata | + | + |  | + |  |  |  |  |
| Anuraeiopsis fissa | + | + |  | + |  | + |  | + |
| Anostracta |  |  |  |  |  |  | + |  |
| Ascomorpha ecaudis |  | + | + |  | + | + | + | + |
| Asplanchna priodonta |  |  |  |  |  |  | + | + |
| Bdelloida | + | + | + | + |  | + | + | + |
| Bosmina longirostris | + | + | + | + |  |  | + | + |
| Brachionus calyciflorus |  | + | + | + |  | + |  | + |
| Brachionus quadridentatus | + | + | + |  |  |  |  |  |
| Cephalodella gibba |  |  | + |  |  |  |  |  |
| Cephalodella ventripes | + | + |  |  |  |  | + |  |
| Ceriodaphnia quadrangula | + |  | + | + | + | + |  | + |
| Chaetogaster limnaei | + |  | + | + |  |  |  |  |
| Chironomida | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Chydorus sphaericus | + | + | + | + | + | + | + |  |
| Collotheca pelagica | + |  |  |  |  | + | + |  |
| Colurella colurus |  |  |  |  | + | + |  | + |
| Cyclops strenuus |  | + | + | + |  | + |  | + |
| Daphnia cucullata |  | + |  |  |  |  |  | + |
| Diaphanosoma brachyurum |  | + |  | + |  |  |  | + |
| Ephemeroptera | + |  |  |  |  | + | + |  |
| Euchlanis dilatata | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Eurycercus lamellatus |  |  |  |  |  | + |  | + |
| Filinia longiseta | + | + | + |  |  |  | + | + |
| Harpacticoida | + | + | + | + |  |  |  |  |
| Hirudinea |  |  |  | + |  |  |  |  |
| Insecta |  |  |  | + |  |  |  |  |
| Keratella cochlearis cochlearis | + |  |  |  |  |  |  | + |
| Keratella cochlearis tecta | + |  | + | + | + | + | + | + |
| Keratella quadrata quadrata | + |  |  |  |  |  | + |  |
| Lecane constricta | + |  |  |  |  |  |  |  |
| Lecane luna |  |  |  | + | + | + |  | + |
| Lepadella patella |  |  | + |  |  |  |  |  |
| Leptodora kindtii |  |  |  | + |  |  |  |  |
| Monommata pseudophoxa | + |  |  |  |  | + |  |  |
| Mytilina mucronata | + |  | + |  |  | + | + |  |
| nauplii Copepoda | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Nematoda | + | + | + | + |  |  |  |  |
| Notholca acuminata | + |  |  | + |  |  |  |  |
| Ostracoda | + |  | + | + |  |  |  | + |
| Peracantha truncata | + |  |  | + |  | + | + |  |
| Plecoptera | + | + | + | + |  | + |  |  |
| Pleuroxus striatus | + |  | + |  |  |  |  |  |
| Polyarthra dolychoptera |  | + |  |  |  |  |  |  |
| Polyarthra minor |  |  | + |  |  |  |  |  |
| Polyarthra vulgaris | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Polyphemus pediculus |  |  | + |  | + |  | + | + |
| Pompholux sulcata |  | + | + | + |  |  |  |  |
| Scapholeberis mucronata | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Scaridium longicaudum | + |  |  |  |  | + | + | + |
| Simocephalus vetulus |  | + | + |  |  |  |  |  |
| Stylaria lacustris | + | + | + | + |  | + |  | + |
| Synchaeta pectinata |  |  |  |  |  |  | + |  |
| Testudinella patina | + |  |  |  |  |  |  |  |
| Trichocerca elongata | + | + | + | + |  | + |  | + |
| Trichotria pocillum | + |  |  |  | + |  |  |  |
| Trichotria truncata | + |  |  |  |  |  |  |  |
| Graptoleberis testudinaria |  |  |  |  |  | + |  |  |

Минимальные значения численности, которые флуктурировали в пределах 13-28 экз/л в течение всего летнего периода, выявлены в р. Друть, ниже города (табл. 3. 8).

Таблица 3.8. Общая численность зоопланктона (экз/л) в водных объектах Круглянского района в летний период 2011 г. по станциям

|  |  |
| --- | --- |
| Станции | Дата |
|  | 02.08.11 | 09.08.11 | 16.08.11 | 23.08.11 |
| 1 | 28 | 14 | 16 | 13 |
| 2 | 103 | 48 | 68 | 83 |
| 3 | 98 | 106 | 87 | 93 |
| 4 | 686 | 481 | 668 | 964 |

В планктоне р. Друть выше города отмечается относительно стабильная численность водных организмов в течение летнего периода, которая колеблется от 48 до 103 экз/л, а ниже города — от 13 до 28 экз/л. Наиболее значительные изменения численности характерны для Тетеринского водохранилища, где их размах достигает 2-кратного превышения.

**4. Экологическое состояние водных объектов Круглянского района**

В связи с постоянным воздействием человека на природные экосистемы наблюдается ухудшение состояния окружающей среды. Особенно остро эти проблемы стали проявляться в последние десятилетия. В настоящее время наблюдения за изменениями, происходящими в природных экосистемах, контроль за выбросами вредных веществ в атмосферу, охрана особо ценных природных территорий являются необходимыми мероприятиями для каждого административного района Беларуси. Речные воды как наиболее активная часть гидросферы служат самым тонким индикатором природных условий на водосборе. Поэтому в целях сохранения их природных свойств осуществляется постоянный контроль за качеством поверхностных вод, поскольку они вызывают изменения пространственно-временной структуры водного населения и отражают антропогенную нагрузку на территории их бассейна.

Круглянский район расположен в верховье р. Друть и ее притоков, которые представляют собой на его территории небольшие водотоки с довольно изменчивым водным режимом вследствие незначительных морфометрических параметров. В первую очередь это касается ширины и глубины водотоков (особенно в летнюю межень).

Для оценки экологического состояния р. Друть и р. Ситня в пределах Круглянского района проведено исследование видового разнообразия и продукционно-биологических характеристик зоопланктона на 4 станциях. В связи с этим в летний период (с 10.08 по 25.08 и 02.08 по 23.08) 2010-2011 гг. соответственно, отбирались пробы воды в р. Друть выше и ниже г. п. Круглое, в Тетеринском водохранилище и в р. Ситня преимущественно в первую половину дня. Отбор проб проводился в 4-кратной повторности с интервалом в 5-7 дней. В каждую пробу объемом 1 л было добавлено 30 мл 40%-го формалина.

Станция 1 расположена на р. Друть в 2 км к югу ниже г. п. Круглое. Станция 2 выбрана в 3 км выше г. п. Круглое на р. Друть. Станция 3 расположена на р. Ситня — левом притоке Друти, в г.п. Круглое. Станция 4 располагается в д. Шупени, в 7 км от Круглого, на Тетеринском водохранилище.

Важнейшим показателем экологического состояния водных объектов является развитие в них органической жизни. Ее структура отражает конкретные экологические условия, сложившиеся в водоеме под влиянием факторов окружающей среды. Поэтому наиболее показательным выступает индекс видового разнообразия Шеннона, отражающий стурктурированность сообществ зоопланктона в водных объектах. В результате проведенных исследований установлено, что индекс Шеннона флуктуировал в диапазоне значений от 1,17 до 2,67 бит/экз. При этом наиболее стабильные его значения характерны для Тетеринского водохранилища, где размах колебаний значений индекса был минимальным в течении летнего периода, изменяясь от 1,65 до 1,95 бит/экз, что указывает на относительно стабильную экологическую обстановку. На остальных станциях изменения данного индекса были более значительны (табл. 4. 1).

Таблица 4.1. Значение индекса видового разнообразия Шеннона (бит/экз.) в водных объектах Круглянского района в летний период 2010 г.

|  |  |
| --- | --- |
| Станции | Дата |
|  | 10.08.10 | 15.08.10 | 20.08.10 | 25.08.10 |
| 1 | 1,93 | 2,67 | 1,38 | 1,79 |
| 2 | 1,73 | 1,17 | 2,09 | 2,41 |
| 3 | 1,57 | 1,56 | 2,01 | 2,05 |
| 4 | 1,66 | 1,8 | 1,91 | 1,95 |

Рассматривая особенности пространственно-временного распределения индекса видового разнообразия Шеннона, отражающего структурированность сообществ водных беспозвоночных животных в р. Друть на территории Круглянского района (рис. 4. 1), следует отметить, что его максимальные значения зарегистрированы на станции, расположенной на р. Ситня (рис. 4.2). Пик численности здесь отмечен в середине августа.

Рисунок 4.1. Динамика индекса видового разнообразия зоопланктона (бит/экз.) в водных объектах Круглянского района в 2010 г.

Таким образом, значения численности зоопланктона в водных объектах Круглянского района в 2010 г. не превышали 185 экз./л в р. Друть, 450 экз/л — р. Ситня и 599 экз./л — в Тетеринском водохранилище. В лотических системах численность водных беспозвоночных оказалась на порядок ниже, чем в лентических.

Рисунок 4.2. Динамика индекса видового разнообразия зоопланктона (бит/экз.) в водных объектах Круглянского района в 2010 г.

В целом, расчет видового разнообразия зоопланктона показал, что структурированность сообществ водных беспозвоночных в водоемах Круглянского района довольно высока, поскольку данный индекс редко снижается ниже 1,5 бит/экз, а это говорит о благоприятной экологической ситуации в р. Друть и ее притоке р. Ситня.

В летний период 2011 г. видовое богатство водного населения было представлено 41 таксонами. Распределение количества видов зоопланктона по станциям представлено в табл. 4.2. Как правило, речной планктон представлен преимущественно представителями различных родов коловраток, а в стоячих водоемах заметно возрастает доля рачкового планктона. Их распределение было неравномерным по станциям.

В результате проведенных исследований установлено, что индекс Шеннона флуктуировал в диапазоне значений от 1,03 до 1,98 бит/экз. При этом наиболее стабильные его значения характерны для течения р. Друть выше города, где размах колебаний значений индекса былминимальным в течении летнего периода, изменяясь от 1,6 до 1,97 бит/экз., что указывает на относительно стабильную экологическую обстановку.

Таблица 4.2. Значение индекса видового разнообразия Шеннона (бит/экз.) в водных объектах Круглянского района в летний период

|  |  |
| --- | --- |
| Станции | Дата |
|  | 02.08.11 | 09.08.11 | 16.08.11 | 23.08.11 |
| 1 | 1,8 | 1,95 | 1,98 | 1,03 |
| 2 | 1,6 | 1,89 | 1,89 | 1,97 |
| 3 | 1,83 | 1,07 | 1,16 | 1,09 |
| 4 | 1,36 | 1,59 | 1,76 | 1,26 |

Рассматривая особенности пространственно-временного распределения индекса видового разнообразия Шеннона, отражающего структурированность сообществ водных беспозвоночных животных в р. Друть на территории Круглянского района, следует отметить, что его максимальные значения зарегистрированы на станции, расположенной на Тетеринском водохранилище. Пик численности здесь отмечен в конце августа.

Рисунок 4.3. Динамика индекса видового разнообразия зоопланктона (бит/экз.) в водных объектах Круглянского района в 2010 г.

Таким образом, значения численности зоопланктона в водных объектах Круглянского района не превышали 103 экз./л в р. Друть, 106 экз./л — р. Ситня и 964 экз./л — в Тетеринском водохранилище. В лотических системах численность водных беспозвоночных оказалась на порядок ниже, чем в лентических.

Рисунок 4.4. Динамика индекса видового разнообразия зоопланктона (бит/экз.) в водных объектах Круглянского района в 2010 г.

Расчет видового разнообразия зоопланктона в 2011 г. показал, что структурированность сообществ водных беспозвоночных в водоемах Круглянского района осталось довольно высока (индекс редко снижается ниже 1,5 бит/экз.), а это говорит о благоприятной экологической ситуации в р. Друть и ее притоке р. Ситня.

Однако стоит отметить, что на всех станциях, где отбирались пробы, индекс видового разнообразия Шеннона снизился, по сравнению с 2010 г. (рис. 4. 5). Это говорит об увеличении антропогенного воздействия на воды района

Рисунок 4.5. Динамика максимального значения индекса Шеннона (бит/экз.) в водотоках Круглянского района за 2010-2011 гг.

Таким образом можно сделать вывод, что в период за 2010-2011 гг. в водотоках Круглянского района произошли некоторые изменения. Произошло обеднение видового состава, если в 2010 г. видовое разнообразие было представлено 53 таксонами, то в 2011 уже только 41. Это в свою очередь привело к снижению индекса видового разнообразия Шеннона, что говорит о возрастании антропогенного воздействия на воды района. И хотя экологическая обстановка еще остается довольно благоприятной, наблюдается тенденция к ухудшению.

Для более точного определения экологического состояния водного объекта требуется изучение большего числа интегральных показателей качества как биологических, так и характеристик по совокупности физико-химических, микробиологических и биологических параметров. Для этого требуется накопление многолетней базы данных интегральных индексов качества водных объектов с целью отслеживания их динамики и тенденций развития процессов экологического состояния водных экосистем. Также необходимо провести мониторинг и оценить влияние отдельных факторов, воздействующих на водный объект в целом, а также на значения тех или иных индексов для более грамотного подбора критериев выбора расчёта комплексной оценки экологического состояния водного объекта.

**Заключение**

В последнее время особую важность приобрели планомерные, поддающиеся эффективному анализу экологические исследования, складывающиеся в мониторинг, — систему долгосрочных наблюдений, оценки, контроля и прогноза состояния и изменения объектов. Данная работа является одной из них по оценке экологического состояния водных объектов Круглянского района.

Для определения химического и биологического состава воды используются различные методы. Они различны по сложности и точности полученного результата, но, как правило, в гидроэкологических исследованиях эти методы используются совместно или комплексно.

Рельеф и климат способствуют формированию густой речной сети в районе. Но поскольку реки относятся к категории малых, то для них характерны резкие колебания гидрохимического состава вод и численности зоопланктона.

Вследствие незначительных глубин и ширины русла малые реки Круглянского района испытывают значительные сезонные колебания климатических, гидрологических и биологических показателей. В летний период 2010-2011 гг. видовое богатство и численность водного населения флуктуировала в довольно широких пределах. Расчет видового разнообразия зоопланктона в 2010-2011 гг., основанный на продукционно-биологических характеристиках зоопланктона, показал, что структурированность сообществ водных беспозвоночных в водоемах Круглянского района довольно высока (индекс редко снижается ниже 1,5 бит/экз), а это говорит о благоприятной экологической ситуации в р. Друть и ее притоке р. Ситня.

Наиболее явным проявлением процессов нарушения экологического состояния водоёма, является антропогенное эвтрофирование, приводящее к вторичному загрязнению воды. В Круглянском районе оно связано прежде всего с интенсивным ведением сельского хозяйства, в результате чего смыв с полей попадает в водотоки.

Для более точного определения экологического состояния водного объекта, требуется изучение большего числа интегральных показателей качества как биологических, так и характеристик по совокупности физико-химических и биологических параметров. Требуется накопление базы данных интегральных индексов качества водных объектов с целью отслеживания их изменения. Также необходимо провести поиск и оценить влияние различных факторов, воздействующих на водный объект, на значения тех или иных индексов для более гибкого подбора критериев выбора расчёта комплексной оценки экологического состояния водного объекта.

**Список использованных источников**

1.     Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. — Санкт-Петербург, 1983. — 173 с.

2.       Блакiтная кнiга Беларусi. — Мн: Бел. энц., 1994. — 416 с.

.        Блакiтны скарб Беларусi. — Минск: Бел. Энц., 2007. — 480 с.

.        Колобаев А.Н., Скрипниченко Л.Н., Тищиков Г.М. Результаты специализированных экспедиционных исследований качества поверхностных вод в бассейне Днепра. — Минск, 2004. — 79 с.

.        Константинов А.С. Общая гидробиология. — Москва: Высш. школа, 1986. — 467 с.

.        Логинов В.Ф. Оценка климатических ресурсов и их изменение под воздействием естественных и антропогенных факторов. — 709 с.

.        Логинов В.Ф., Волчек А.А., Парфомук С.И. Современные изменения водных ресурсов Республики Беларусь. — Минск, 2008. — 154 с.

.        Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология. — Минск: БГУ, 2011. — 257 с.

.        Логинова Е.В., Лопух П.С., Макаревич А.С. Гидрографическая характеристика водных объектов. — Минск, 2011. — 30 с.

.        Махнач А.А. Введение в геологию Беларуси. — Минск, 2004. — 192 с.

.        Национальный атлас Беларуси. — Минск: Белкартография, 2002. — 292 с.

.        Никаноров А.М. Гидрохимия. — Санкт-Петербург, 2001. — 442 с.

.        НСМОС: Мониторинг поверхностных вод, результаты наблюдений, 2007

.        Общегеографический атлас Республика Беларусь, Могилевская область. — Минск, 2003. — 24 с.

.        Охраняемые природные территории и памятники природа Беларуси. Минск, 1985. — 102 с.

.        Республика Беларусь. Энциклопедия в 6 т. Т. 1. — Мн: БелЭнц., 2005. — 1040 с.

.        Рэспублiка Беларусь: Вобласцi и раёны. Мiнск: БелЭнц., 2004. — 568 с.

.        Справочник по гидрохимии. — Л: Гидрометеоиздат, 1986. — 398 с.

.        Фащевский Б.В. Основы экологической гидроэкологии. — Минск, 1996. — 239 с.