

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
( **Н И У « Б е л Г У »** )

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

КАФЕДРА БИОЛОГИИ

**МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ  
ГОРОДА БЕЛГОРОДА**

Выпускная квалификационная работа  
обучающегося по направлению подготовки 06.04.01 Биология  
очной формы обучения, группы 07001642  
Плотниковой Маргариты Игоревны

Научный руководитель  
к.б.н., доцент  
Воробьева О. В.

Рецензент  
доцент кафедры промэкологии  
БГТУ им. В.Г. Шухова, канд.  
биол. наук, доцент  
Василенко М.И.

БЕЛГОРОД 2018

## Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Литературный обзор.....	5
1.1. Понятие и виды мониторинга.....	5
1.2. Структура, цели и задачи мониторинга.....	7
1.3. Нормирование качества природных вод .....	12
1.3.1. Качество вод и виды водопользования.....	14
1.4. Методы мониторинга.....	21
Глава 2. Физико-географическое описание района исследования.....	25
2.1. Географическое положение территории и рельеф.....	25
2.2. Климат.....	26
2.3. Внутренние воды.....	30
2.4. Почва.....	33
2.5. Растительный и животный мир.....	34
Глава 3. Материал и методы исследования .....	40
3.1. Физико-химические методы исследования.....	41
3.2. Биоиндикационные методы исследования.....	44
Глава 4. Полученные результаты и их обсуждения .....	49
Выводы.....	64
Список использованных источников.....	65
Приложения.....	73

## Введение

В настоящее время ухудшение качества природных вод и состояния водных систем является глобальной проблемой. В результате высокой антропогенной деятельности, накапливаются и рассеиваются вещества, которые ухудшают качество природных вод. Ухудшение экологического состояния водоема неотъемлемо влияет на жизнеспособность многих животных.

Качество воды прямо воздействует на их физиологические поведения, численность, размножения, цикл развития. Поэтому водных организмов можно использовать как биоиндикаторов, которые указывают на экологическое состояние водоема. Метод оценки уровни загрязнения водоема по растительному и животному населению называется биологическим. Также оценка качества воды в водоеме может быть проведена с использованием физико-химических методов, но биологический метод имеет ряд преимуществ: биологический метод не использует каких либо химических веществ, биоиндикаторы-гидробионты очень чувствительны к изменениям физико-химических свойств воды, отсюда биологический метод дает комплексную оценку качества воды с высокой точностью.

Цель исследования: оценить экологическое состояние водоемов в окрестностях города Белгорода.

В соответствии с целью работы ставились и решались следующие задачи:

1. исследовать видовой состав и таксономическую структуру водных и околоводных объектов;
2. определить биотический индекс пресноводных экосистем;
3. дать оценку качества пресноводных водоемов по методу Майера;
4. установить степень загрязнения водоемов по методике С.Г. Николаева.

Объектом исследования являются водные и околоводные беспозвоночные животные.

Предмет исследования экологическое состояние водоемов в окрестностях г. Белгород.

В работе используются биоиндикационные методы исследования.

Научная новизна исследования заключается в получении новых сведений о состоянии рек Северский Донец, Везёлка, Разумная.

Результаты, полученные в настоящем исследовании, могут быть использованы в дальнейших мониторинговых исследованиях рек изучаемой территории с целью определения динамики экологических показателей этих водоемов.

Магистерская диссертация изложена на 73 страницах. Она состоит из оглавления, введения, четырех основных разделов, выводов. Список использованных источников насчитывает 94 наименования. В работе используются 14 таблиц, 7 рисунков и приложение.

## Глава 1. Литературный обзор

### 1.1. Понятие и виды мониторинга

Во второй половине XX века человечество пришло к выводу, что создание системы слежения за состоянием и изменением природной среды на планете Земля стало крайне необходимо. В 1971 г. научным комитетом по проблемам окружающей среды, был рассмотрен вопрос о создании Международной программы глобальных наблюдений за изменениями в окружающей среде. Подготовка к конференции ООН по охране биосферы специалистами осуществлялись довольно серьезнейшее обсуждение вопросов, связанных с образованием глобальной системы мониторинга [Стокгольм, 1972].

Под мониторингом следует понимать систему непрерывного наблюдения, установление и оценки состояния окружающей среды. По окончании конференции была сформулирована референция по разработке и созданию ГСМОС – глобальной системы мониторинга окружающей (Global Environmental Monitoring Systems – GEMS).

Позже понятие мониторинга расширилось и теперь определяется как «систему наблюдений и контроля за состоянием окружающей человека природной среды с целью разработки мероприятий по ее охране, рационального использования природных ресурсов и предупреждения о критических ситуациях, вредных для существования живых организмов» [Герасимов, 1975].

Понятие мониторинга можно рассматривать в двух аспектах. Многие иностранные ученые предлагали осуществлять систему непрерывных наблюдений одного или нескольких компонентами окружающей среды с заданной целью и по специально разработанной программе.

Другая точка зрения предлагала понимать под системой мониторинга только такой комплекс наблюдений, который позволяет выделить изменения состояния биосферы под влиянием антропогенной деятельности (в этом

случае рассматривают мониторинг только антропогенных изменений окружающей природной среды).

По мнению российского эколога И. П. Герасимова объектом мониторинга, а именно, общего мониторинга «является многокомпонентная совокупность природных явлений, подверженная многообразным естественным динамическим изменениям и испытывающая разнообразные воздействия и преобразования ее человеком» [Герасимов, 1975].

Мы можем сделать вывод, что мониторинг окружающей среды – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды. Таким образом, этим термином называют регулярные, выполняемые по единой заданной программе наблюдения природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяющие выделить изменения их состояния и происходящие в них процессы под влиянием антропогенной деятельности.

Экологический мониторинг организуют таким образом, чтобы обеспечить следующие условия:

- во-первых, должна быть обеспечена постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов (к таким объектам можно отнести: растений, животных, микроорганизмов), а также оценка состояния и функциональной целостности экосистем;
- во-вторых, должны быть созданы условия для определения корректирующих действий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются.

Все это позволяет нам считать термины "мониторинг", "мониторинг окружающей среды", "экологический мониторинг" – синонимами [Селезнева 2007].

## 1.2. Структура, цели и задачи мониторинга

Если говорить о структуре мониторинга, то она выглядит следующим образом (табл. 1):

Таблица 1

Структура мониторинга (по К. С. Бурдину, 1985 с изменениями)

Мониторинг		
Наблюдение	Оценка	Прогноз
за состоянием окружающей среды и за факторами, на нее воздействующими	фактического состояния окружающей среды	состояния окружающей среды

К целям мониторинга относятся следующие:

- оценка наблюдаемых природных и антропогенных изменений;
- выявление эффекта хозяйственной деятельности человека;
- прогноз предполагаемых изменений в состоянии окружающей среды;
- принятие решений для предотвращения отрицательных последствий антропогенной деятельности;
- разработка стратегии оптимального отношения общества к окружающей среде, при котором человечество может долгое время использовать ресурсы биосферы и быть ее неотъемлемым компонентом.

Задачами мониторинга окружающей среды являются:

- наблюдение за состоянием и изменением природной среды;
- выявление причин, вызывающих изменения последней.

В настоящее время мониторинг окружающей среды в большинстве случаев осуществляется прежде всего с целью контроля антропогенного воздействия на биосферу [Панин, 2009].

Однако, окружающая среда включает в себя большое количество факторов, способных оказывать влияние на состояние биотической и абиотической компонентов биосферы, то мониторинг состояния окружающей среды должен основываться на следующих независимых

элементах данной системы: мониторинг окружающей природной среды, мониторинг преобразованной и искусственной окружающей среды, а также мониторинг антропосферы. В свою очередь каждый из этих элементов подразделяется, в зависимости от различных критериев, на некоторое число характерных для него составляющих [Лукашевич, 2009].

Так, одним из параметров является размер охватываемого наблюдениями пространства. В зависимости от этого различают следующие типы мониторинга – глобальный (биосферный или фоновый), региональный и локальный.

Глобальный (фоновый) мониторинг всегда устанавливает контроль за общепланетарными изменениями в биосфере, которые, в свою очередь, связаны с деятельностью человека. Этот вид мониторинга определяет наблюдение, контроль и прогноз возможных изменений в отношении биосферы как среды для всего человечества и ее изменений, вызванных деятельностью общества.

Основными принципами фонового мониторинга являются такие качества как комплексность наблюдений и междисциплинарный подход. Программа комплексного мониторинга предусматривает 2 основных блок-компонента: мониторинг загрязнения элементов экосистем и мониторинг экологических последствий [Булгаков, 2002].

Фоновый мониторинг проводится в соответствии с такими программами как Глобальной системой мониторинга окружающей среды, Международной программой ЮНЕСКО «Человек и биосфера», Программой «Наблюдения за планетой», Программой ООН по окружающей среде ЮНЕП, Программой СЭВ в области комплексного фонового мониторинга и другими подобными проектами.

Задачи фонового мониторинга определены в одном из разделов Международной программы «Человек и биосфера». Среди них следует отметить такие, как:



- установление взаимосвязи между загрязнением, структурой и функционированием экосистем, их звеньев, популяций или отдельных организмов;
- определение перечня тех показателей и измерений, которые необходимы для наблюдения и оценки существующего состояния экосистемы и прогноза изменения его в будущем;
- анализ путей и скоростей преобразования загрязняющих веществ в экосистеме;
- определение критических уровней показателей окружающей среды.

Основной задачей глобального мониторинга являются наблюдения за главными параметрами современной биосферы с целью отслеживания периодических и направленных изменений, оценки экологических значений этих изменений прежде всего для существования и жизнедеятельности человека и выявления их причин.

В число параметров, оцениваемых в соответствии с программой глобального мониторинга входят следующие:

- геофизические характеристики (солнечная радиация);
- содержание в атмосфере озона, парниковых газов, аэрозолей;
- мировой водный баланс и глобальный круговорот воды;
- радиоактивность и трансграничные переносы загрязняющих веществ.

Глобальный мониторинг осуществляется на станциях фоновых мониторинга, местом расположения которых являются биосферные заповедники. В этих заповедниках возможно осуществление наблюдений за состоянием тех параметров, которые характеризуют современное состояние биосферы и ее антропогенные изменения. Задачами станций слежения также является выработка научно обоснованных нормативных параметров для контроля состояния окружающей среды, что возможно лишь при проведении соответствующих исследований. Данные, получаемые на станциях фоновых мониторинга позволяют экологам разрабатывать научные основы природопользования [Шамраев, 2014].

Региональный мониторинг (синонимами этого вида мониторинга являются геоэкологический, геосистемный или природно-хозяйственный) дает оценку человеческого влияния на природную среду в ходе обычной хозяйственной деятельности человека, которая обязательно предполагает определенный вид взаимодействия с природой (например, градостроительство, сельское хозяйство, промышленность, энергетика, лесное хозяйство и т.д.). При региональном мониторинге оценивают все проявления взаимодействия человека и природы, дают характеристику общим нарушениям природной среды, изменения биогенного круговорота, которое выражается в изменении приноса и выноса из природных систем вещества и энергии. Основными целями мониторинга данного типа можно рассматривать изучение естественных ресурсов окружающей среды, используемых в хозяйственной деятельности; оценку происхождения и взаимосвязи различных процессов и явлений в окружающей среде; предсказание неблагоприятных для людей и биоты изменений окружающей среды.

Региональный мониторинг своей базой определяет геофизические, гео- и биохимические и биологические методы наблюдений. В эту систему входит вся совокупность тестовых полигонов, на которых отрабатываются геосистемные тесты типа ПДК, БПЭ (биологическая продуктивность природных экосистем), ЕСО (естественная способность природной среды к самоочистке) и др. Кроме того, система данного вида мониторинга через сеть станций локального мониторинга, осуществляет оценку влияния окружающей среды на состояние здоровья человека и всего населения в целом. Региональный мониторинг проводят агро-, гидрометеорологическая, лесохозяйственная, сейсмологическая и иные службы [Горшков, 2010].

Локальный (так называемый, импактный или биоэкологический) мониторинг предполагает в своем содержании контроль над количеством и качеством токсичных для человека химических веществ в атмосфере, природных водах, растительности, почве, подверженных воздействию

конкретных источников загрязнения. При этом выявляют в ходе исследования, как сами источники загрязнения, так и степень загрязнения природной среды. При локальном мониторинге состояние окружающей среды оценивают с точки зрения здоровья человека, что служит наиболее емким, важным и комплексным показателем состояния окружающей среды [Вартанов и др., 2009].

Одним из компонентов мониторинга окружающей природной среды является его частный случай – биологический мониторинг – система наблюдений, оценки и прогноза любых изменений в биоте, вызванных факторами антропогенного происхождения. Структура биологического мониторинга очень сложна, что связано с его структурой: он состоит из отдельных подпрограмм исходя из принципа, основанного на уровнях организации биологических систем. Например, генетический мониторинг соответствует субклеточному уровню организации, экологический мониторинг – популяционному и биоценологическому уровням. Каждому уровню соответствует свой набор биологических переменных.

Первоначальной задачей первого этапа биологического мониторинга заключается в наблюдении за уровнем загрязнения биоты. Отклики или биологические последствия, связанные с воздействием загрязнений, регистрируются в рамках специальных подпрограмм, свойственных этому мониторингу.

Биологический мониторинг способен существенно расширять и углублять систему знаний и методов о способах наблюдении, оценки и прогноза состояния биотической составляющей биосферы в целях создания основы для управления качеством окружающей среды, что особенно важно в настоящей экологической ситуации. В его состав входят: разработка систем раннего оповещения, диагностика и прогнозирование состояния.

Основными шагами при разработке систем раннего оповещения являются отбор подходящих организмов, а также создание автоматизированных систем, которые способны с достаточно большой

точностью выделять сигналы «отклика». Диагностика этих процессов подразумевает обнаружение, идентификацию и определение концентрации загрязняющих веществ в биотической составляющей на основе широкого использования организмов-мониторов (индикаторов). Прогноз состояния биотической составляющей окружающей среды может осуществляться на основе таких методов как биотестирования и экотоксикологии [Евстифеева, 2012].

### **1.3. Нормирование качества природных вод**

В соответствии с законодательством Российской Федерации в части природоохранной деятельности проводится нормирование качества окружающей природной среды с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности. В этом случае под воздействием понимается антропогенная деятельность, связанная с не только с экологической деятельностью, но и с реализацией экономических, рекреационных, культурных интересов и вносящая физические, химические, биологические изменения в природную среду.

Экологическое нормирование успешно учитывает так называемую допустимую нагрузку на экосистемы. При этом, допустимой считается такая нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений, а это, в свою очередь, не влечет за собой отрицательных последствий у живых организмов и не приводит к ухудшению качества среды. К настоящему времени известны лишь некоторые попытки учета нагрузки для растений суши и для сообществ водоемов рыбохозяйственного назначения, в остальных случаях такая нагрузка не просчитывается.

Как экологическое, так и санитарно-гигиеническое нормирование

основано на знании определенных эффектов, которые оказывают разнообразные факторы воздействия на живые организмы. Одним из важных понятий в токсикологии и в нормировании является понятие вредного вещества, которое в различных источниках трактуется по-разному. Обычно, в специальной литературе принято называть вредными все вещества, воздействие которых на биологические системы может привести к отрицательным последствиям. Все ксенобиотики (под ними понимается вся совокупность чужеродные для живых организмов, искусственно синтезированные вещества) рассматривают как вредные [Петин и др., 2006].

Установление нормативов качества окружающей среды и продуктов питания основывается на концепции порогового воздействия.

Под термином порог вредного действия мы будем понимать минимальную дозу вещества, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая патология, связанная с временной компенсацией. Таким образом, пороговая доза вещества (или пороговое действие вообще) вызывает у биологического организма определённый отклик, который не может быть скомпенсирован за счет гомеостатических механизмов, т.е. механизмов поддержания внутреннего равновесия организма.

Нормативы, ограничивающие вредное воздействие, в соответствии с принятым алгоритмом устанавливаются и утверждаются специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды, санитарно-эпидемиологического надзора и совершенствуются по мере развития науки и техники с учетом международных стандартов. В основе санитарно-гигиенического нормирования лежит понятие предельно допустимой концентрации.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) – нормативы, устанавливающие концентрации вредного вещества в единице объема (воздуха, воды), массы (пищевых продуктов, почвы) или поверхности (кожа

работающих), которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства.

В некоторых случаях, когда о действии вещества не накоплено достаточной информации, могут устанавливаться временно допустимые концентрации (ВДК) – полученные расчетным путем нормативы, рекомендованные для использования сроком на 2–3 года [Рябов, 2004].

Существуют и другие характеристики загрязняющих веществ. Токсичность – способность веществ вызывать нарушения физиологических функций организма, что в свою очередь приводит к заболеваниям (интоксикациям, отравлениям) или, в тяжелых случаях, к гибели. Фактически токсичность – мера несовместимости вещества с жизнью.

Санитарно-гигиенические и экологические нормативы определяют качество окружающей среды по отношению к здоровью человека и состоянию экосистем, но не указывают на источник воздействия и не регулируют его деятельность. Требования, предъявляемые собственно к источникам воздействия, отражают научно-технические нормативы. К таковым относятся нормативы выбросов и сбросов вредных веществ (ПДВ и ПДС), а также технологические, строительные, градостроительные нормы и правила, содержащие требования по охране окружающей природной среды. В основу установления научно-технических нормативов положен следующий принцип: при условии соблюдения этих нормативов предприятиями региона содержание любой примеси в воде, воздухе и почве должно удовлетворять требованиям санитарно-гигиенического нормирования.

Научно-техническое нормирование предполагает введение ограничений деятельности определенных хозяйственных объектов в отношении загрязнения окружающей среды, т.е. определяет предельно допустимые пороги вредных веществ, которые могут поступать от различных источников воздействия в такие природные компоненты как воздух, воду, почву. Главным образом, от предприятий требуется не собственно

обеспечение тех или иных предельно-допустимых концентраций, а соблюдение пределов выбросов и сбросов вредных веществ (соответственно в атмосферу и в гидросферу), установленных для объекта в целом или для конкретных источников, входящих в его состав. Зафиксированное превышение величин ПДК в окружающей среде, как правило, само по себе не является нарушением со стороны предприятия, хотя, может служить сигналом невыполнения им установленных законодательно научно-технических нормативов (или может свидетельствовать о необходимости их пересмотра) [Ламтюгина, 2010].

Под качеством воды в целом понимается характеристика состава и свойств данного ресурса, что определяет ее пригодность для конкретных видов водопользования, при этом критерии качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДКв) – это концентрация вредного вещества в воде, которая в течение всей жизни человека не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм и, что более значимо, на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДКвр) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых (при этом учитывается способность накопления вредных веществ по пищевым цепям).

Нормирование качества воды состоит в установлении для воды водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта. Правила охраны поверхностных вод устанавливают нормы

качества воды водоемов и водотоков для условий хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Вещество, вызывающее нарушение норм качества воды, называют загрязняющим веществом.

Водопользование – использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства.

Согласно ГОСТ 17.1.1.03-86. «Охрана природы. Гидросфера. Классификация водопользований» водопользование классифицируется по следующим признакам: по целям использования вод, по объектам водопользования, по техническим условиям водопользования, по условиям предоставления водных объектов в пользование, по характеру использования воды, по способу использования водных объектов. Водные объекты используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, сброса сточных вод и (или) дренажных вод, производства электрической энергии, водного и воздушного транспорта, сплава древесины и других целей.

К хозяйственно-питьевому водопользованию относится использование водных объектов или их участков в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для снабжения предприятий пищевой промышленности.

К культурно-бытовому водопользованию относится использование водных объектов для купания, занятия спортом и отдыха населения. Требования к качеству воды, установленные для культурно-бытового водопользования, распространяются на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест, независимо от вида их использования объектами для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

Санитарными правилами СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» установлены гигиенические нормативы состава и свойств воды в водных объектах для двух категорий



водопользования:

- к первой категории водопользования относится использование водных объектов или их участков в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности;
- ко второй категории водопользования относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования. Требования к качеству воды, установленные для второй категории водопользования, распространяются также на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

Качество воды водных объектов должно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 (табл. 2). Содержание химических веществ не должно превышать предельно допустимые концентрации веществ в воде водных объектов по ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», что также отражено в данных таблицы 2.

Таблица 2

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования

№	Показатели	Категории водопользования	
		Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
1	2	3	4
1	Взвешенные вещества*	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на	
		0,25 мг/дм <sup>3</sup>	0,75 мг/дм <sup>3</sup>

## Продолжение табл. 2

1	2	3	
		Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм <sup>3</sup> природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5%. Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются	
2	Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
3	Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
		20 см	10 см
4	Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые:	
		непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
5	Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
6	Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5—8,5	
7	Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм <sup>3</sup> , в т. ч.: хлоридов – 350; сульфатов – 500 мг/дм <sup>3</sup>	
8	Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм <sup>3</sup> в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня.	
9	Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	Не должно превышать при температуре 20 °С	
		2 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
10	Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	Не должно превышать:	
		15 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
11	Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	
12	Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	
13	Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	Не должны содержаться в 25 л воды	

## Продолжение табд. 3

1	2	2	4
4	Термотолерантные колиформные бактерии**	Не более 100 КОЕ/100 мл **	Не более 100 КОЕ/100 мл
5	Общие колиформные бактерии**	Не более 1000 КОЕ/100 мл**	Не более 500 КОЕ/100 мл
6	Колифаги**	Не более 10 БОЕ/100 мл**	Не более 10 БОЕ/100 мл
7	Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии***	$\Sigma (A_i / YB_i) \leq 1$	

## Примечания:

\* Содержание таких веществ как хлопья гидроксидов металлов (они образуются при обработке сточных вод), взвешенных веществ не природного происхождения, микрочастиц асбеста, стекловолокна, базальта, капрона, лавсана и других синтетических материалов в воде не допустимо.

\*\* Этот показатель характерен для централизованного водоснабжения; а при нецентрализованном питьевом водоснабжении – вода подлежит обеззараживанию.

\*\*\* Это связано с теми случаями, когда превышение указанных уровней радиоактивного загрязнения контролируемой воды фиксируется дополнительным контролем загрязнения радионуклидами в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности в нашей стране;  $A_i$  – удельная активность  $i$ -го радионуклида в воде;  $YB_i$  – соответствующий уровень вмешательства для  $i$ -го радионуклида.

Наименьшая из безвредных концентраций по трем (пяти) показателям вредности принимается за ПДК с указанием лимитирующего показателя вредности данного вещества.

Есть также другая категория – рыбохозяйственная. Федеральный закон № 420-ФЗ от 28 декабря 2010 г. предопределяет, что к водным объектам данного назначения относятся водные объекты, которые используются или

могут быть использованы для вылова водных биоресурсов (рыбы). Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, утвержденные Приказом Росрыболовства от 18.01.2010 г. № 20 вступили в силу 16.03.2010 года (они отличаются большей строгостью).

Предельно допустимая концентрация вещества в воде устанавливается:

- для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК<sub>в</sub>) с учетом трех показателей вредности:
  - органолептического;
  - общесанитарного;
  - санитарно-токсикологического.
- для рыбохозяйственного водопользования (ПДК<sub>вр</sub>) с учетом пяти показателей вредности:
  - органолептического;
  - санитарного;
  - санитарно-токсикологического;
  - токсикологического;
  - рыбохозяйственного.
- Органолептический показатель вредности характеризует способность вещества изменять органолептические свойства воды, что сказывается на ее качестве и пригодности использования. Общесанитарный показатель показывает, как вредные вещества влияют на процессы естественного самоочищения вод за счет биохимических и химических реакций с участием естественной микрофлоры, т.е. на саморегуляцию водной экосистемы. Санитарно-токсикологический показатель характеризует вредное воздействие на организм человека, а токсикологический – показывает токсичность вещества не только для человека, но и для любых живых организмов, населяющих данный

объект. Рыбохозяйственный показатель вредности определяет степень порчи качества промысловых рыб.

- Рыбохозяйственные ПДК должны удовлетворять ряду условий, при которых не должны развиваться следующие негативные процессы и явления:
- гибель рыб и элементов пищевых цепей, в которых участвуют рыбы;
- постепенное исчезновение видов рыб и кормовых организмов;
- ухудшение товарных свойств обитающей в водоеме рыбы;
- замена ценных видов рыб на малоценные, которые имеют меньшее значение для человека и могут заполнять водоемы при нарушении в них экосистемного равновесия.

#### **1.4. Методы мониторинга**

В связи с тем, что полнота сведений, получаемых о загрязнении окружающей среды различна, выделяют несколько групп методов:

- качественные методы, они определяют, какое вещество находится в испытываемой пробе;
- количественные методы, они определяют количество содержащихся компонентов в исследуемой среде.

К группе химических методов, используемых в экологическом мониторинге относятся такие методы как гравиметрия и титриметрия.

Гравиметрический метод – его сущность состоит в определении массы и процентного содержания какого-либо элемента, иона или химического соединения, если они находятся в испытываемой пробе (в экологии ученые определяют сухой остаток, взвешенные вещества, сульфаты в воде и нефтепродукты в воде и почве и др.).

Титриметрический (объемный) метод – такой анализ, при котором взвешивание заменяется измерением объемов, как определяемого вещества, так и реагента, используемого при данном определении.

Методы титриметрического анализа разделяют на 4 группы:

- а) методы кислотно-основного титрования (в экологии, например, определяют жесткость, чаще всего, карбонатную);
- б) методы окислительно-восстановительного титрования (в экологии данным методом определяют содержание органических примесей в природной и питьевой воде (перманганатометрия) и в воде, загрязненной сточными водами (хроматометрия));
- в) комплексометрия (в экологии могут определять также показатель жесткость воды, как и в первом методе);
- г) осадительное титрование (определяют содержание таких солей как хлориды в воде и почве).

Физико-химические методы анализа основаны на проведении аналитических реакций, их окончание определяется при помощи показаний приборов, поэтому за ними закрепилось название – инструментальные методы [Бухтояров, 2015].

К физико-химическим методам относят электрохимические, спектральные, хроматографические.

Первая группа методов основаны на существовании строгой зависимости между составом вещества и его электрохимическими свойствами. К наиболее применимым в мониторинговых исследованиях электрохимическим методам анализа относят потенциометрию, поляграфию, кондуктометрию.

В основе потенциометрии лежит такой процесс как измерение электродвижущей силы цепей, составленных из индикаторного электрода и электрода сравнения. В экологии метод применяется для определения кислотности и щелочности воды, вытяжек почвы с использованием стеклянного индикаторного электрода.

Полярографическими называют методы анализа, в основе которых лежит учет возникновения тока и изучении его зависимости при протекании через электролитическую ячейку, от внешнего наложенного напряжения.

Для регистрации этой зависимости используют, как и в потенциометрическом методе, индикаторный электрод и электрод сравнения. В экологии полярографический метод применяется для определения примесей в сточных водах и воздухе предприятий.

Кондуктометрия основана на измерении электрической проводимости систем.

Спектроскопией называется ряд методов определения качественного и количественного состава веществ, в основе которых лежит изучение электромагнитного излучения, поглощенного веществом. Наиболее широко используются следующие методы анализа: эмиссионные, люминесцентные и абсорбционно-спектральные.

Колориметрия – один из наиболее простых и доступных методов абсорбционного анализа. В его основу положено изменение оттенков цвета исследуемого раствора в зависимости от его концентрации. Колориметрические методы можно разделить на визуальную колориметрию и фотоколориметрию, название которых отражают их суть.

Хроматография представляет собой динамический метод анализа, т.к. предполагает многократное повторение процессов сорбции и десорбции. Обязательным условием для ее проведения является наличие двух фаз: неподвижной и подвижной [Бухтояров, 2015].

Биологический контроль окружающей среды включает биоиндикацию и биотестирование, которые отличаются по своему содержанию. Данная работа рассматривает возможности использования в биоиндикации индикаторных видов, которые в силу своих особенностей способны существовать в узком интервале действия какого-либо фактора, указывая своим присутствием на наличие этого фактора в среде. Применение в качестве биоиндикаторов растений, животных и микроорганизмов позволяет проводить биомониторинг различных сред жизни.

Биоиндикация при дословном переводе предполагает обнаружение и определение экологически значимых природных и антропогенных нагрузок

на основе реакций на них живых организмов непосредственно в среде их обитания [Мелехова, 2007].

Биотестирование несколько иное понятие, которое подразумевает процедуру установления токсичности среды с помощью тест-объектов, которые сигнализируют об опасности независимо от того факта, какие вещества и в каком сочетании вызывают подобное изменение жизненно важных функций у тест-объектов [Мелехова, 2007].

Биотестирование осуществляется на различных уровнях организации живой материи: на уровне молекулы, клетки или организма и характеризует возможные последствия загрязнения окружающей среды для биоты в целом, а биоиндикация – действует только на уровне организма, популяции или сообщества и характеризует, как правило, результат загрязнения окружающей среды.

Таким образом, биоиндикация – метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи или отсутствия, особенностям развития организмов-биоиндикаторов [Бубнов, 2007].

Биоиндикаторы – организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. Условия, определяемые с помощью биоиндикаторов, называются объектами биоиндикации.

Биотестирование – метод, позволяющий в лабораторных условиях оценить качество объектов окружающей среды с помощью живых организмов [Бухтояров, 2015].



## **Глава 2. Физико-географическое описание района исследования**

### **2.1. Географическое положение территории и рельеф**

Белгородская область расположена почти в самом центре европейской части России на южных и юго-западных склонах Средне-Русской возвышенности в бассейне рек Днепра и Дона. Площадь области составляет 27,1 тыс. кв. км. Крайние точки области находятся: северная – в Старооскольском районе, южная и восточная – в Ровеньском, западная – в Борисовском районах. Область граничит на севере с Курской, на востоке с Воронежской областями, с южной стороны к ней примыкают Харьковская, с западной – Сумская области Украины.

Белгородская область расположена в умеренных широтах между 49°49' и 51°26' северной широты и 35°20' и 39° 16' восточной долготы.

Наличие равнинных территорий с богатыми черноземными почвами способствует развитию сельского хозяйства [Галимская, 1976].

Положение области в центре европейской части страны создает выгодные условия для экономического развития. Ее территорию пересекают разнообразные транспортные магистрали: железные дороги, автотрассы, газопроводы, линии электропередач, которые способствуют развитию экономических связей со многими районами нашей страны.

Она имеет приграничное положение, что способствует интенсивному развитию внешнеэкономической деятельности. Сложившееся геополитическое положение создает выгодные условия для дальнейшего экономического развития области [Петина, 2007].

Особенность рельефа Белгородской области определяются ее расположением на южных склонах Средне-Русской возвышенности. Она представляет собой возвышенную равнину с пологоволнистыми водораздельными пространствами, расчлененными долинно-балочной и овражной сетью.

Поверхность области приподнята над уровнем океана в среднем почти

на 200 метров. На таком общем фоне равнинности можно выделить отдельные возвышенные или низменные места. Наиболее характерная возвышенная часть территории находится в пределах Губкинского, Чернянского и Новооскольского районов, где кристаллический массив Русской платформы значительно приподнят. Самая высокая часть расположена в Губкинском районе. Между селами Ольховаткой и Истобным, здесь высота над уровнем океана достигает 277 метров.

Ниже всего расположены долины рек Оскола и Северского Донца, высота их над уровнем океана на границе с Украиной равна в среднем 79 и 102 метрам [Белоусова, 2011].

Значительная приподнятость территории области над уровнем океана, рыхлость поверхностных отложений способствуют широкому развитию как склоновой, так и глубинной эрозии. Основными формами рельефа в области являются водоразделы, междуречные плато, речные долины, балки и овраги [Григорьев и др, 2005].

## **2.2. Климат**

Климатом, как известно, называют многолетний режим погоды, формирующийся под влиянием солнечной радиации, циркуляции атмосферы и подстилающей поверхности. Изменение поступления солнечной радиации и продолжительности дня в течение года зависят от высоты солнца над горизонтом. Наибольшая полуденная высота солнца над горизонтом на территории Белгородской области наблюдается в день летнего солнцестояния (22 июня). Продолжительность дня соответственно меняется от 16 ч. 36 мин. до 16 ч. 16 мин. Наименьшая полуденная высота солнца над горизонтом отмечается в день зимнего солнцестояния (22 декабря). Продолжительность дня в это время составляет 7 ч. 54 мин. на севере и увеличивается до 8 ч. 10 мин. на юге небольшая разность продолжительности дня (20 мин.) и высоты солнца над горизонтом по территории области

объясняется географическим положением – протяженность с севера на юг между крайними точками составляет 192 км.

Таким образом, удаленность области от экватора в среднем на  $50^\circ$  и ее географическое положение обуславливают значительную величину солнечной радиации, поступающей на 1 кв. метр горизонтальной поверхности при средних условиях облачности – около 4000 МДж (мегаджоулей). Такого количества радиации вполне достаточно, чтобы летом наблюдались высокие температуры, а зимой – отрицательные. То есть, если бы климат нашей области зависел только от поступающей солнечной энергии, то лето было бы жарким, а зима значительно холодней. Между тем летом мы наблюдаем пасмурные и прохладные дни с дождями, а зимой – смену ясных холодных дней пасмурной погодой с оттепелями. Такое изменение погодных условий существенно влияет на формирование температурного режима на территории области и объясняется характером циркуляции воздушных масс, меняющимся по сезонам года [Галимская, 1976].

В зимний период на характер перемещения воздушных масс над территорией области оказывают влияние 2 фактора:

- 1) возрастание давления атмосферы с северо-запада на юго-восток на всей территории Центрально-Черноземной области;
- 2) прохождение полосы высокого давления в ее юго-восточной части.

Первая причина связана с установлением наибольших температурных различий между морем и сушей в результате резкого выхолаживания земной поверхности и образованием горизонтальных потоков

Благодаря этим факторам зимой на территории области преобладают восточные ветры, особенно на юго-восточной части, приносящие континентальный воздух умеренных широт. Вместе с тем, в течение зимы нередко с юго-запада или с юга прорываются циклоны и приносят морской воздух со снегопадами и метелями. В такие дни, как правило, сильно повышается температура воздуха и наблюдаются оттепель. Третьей

воздушной массой, поступающей на территорию области в зимнее время, является арктический воздух. С вторжением арктического воздуха устанавливается тихая ясная или малооблачная погода с сильными морозами.

В летний период над территорией Белгородской области преобладает континентальный воздух умеренных широт, поступающий с западными и северо-западными ветрами. Такой характер атмосферной циркуляции обусловлен тем, что территория области оказывается под влиянием восточной части азорского антициклона смещающегося в летние месяцы на более северные широты вплоть до  $50^{\circ}$  с. ш. [Петин и др., 2005]

Особенность циркуляции атмосферы этого периода заключается в том что летом, благодаря резкому нагреванию поверхности суши, происходит быстрая трансформация воздушных масс, и они почти все приобретают свойства континентального воздуха. Летом на территорию области поступают также континентальные тропические воздушные массы из южных и юго-восточных районов. С приходом этих воздушных масс устанавливается жаркая сухая погода. Необходимо отметить, что летом горизонтальные разности давления меньше, чем зимой, поэтому наблюдаются слабые скорости ветра.

В весенние месяцы сохраняется господство ветров восточного происхождения, а осенью – западного. Осенью наиболее четко такая циркуляция проявляется в северных районах. Вместе с тем, на характер циркуляции весной влияет усиление температурных различий в меридиональном направлении из-за неравномерного схода снежного покрова: на севере еще сохраняется снег, а в южных районах поверхность земли, освободившаяся от снега, быстро начинает прогреваться. Поэтому весьма вероятны вторжения арктического воздуха с севера, а тропических воздушных масс с юга. При поступлении тропического воздуха южными и юго-восточными потоками часто наблюдаются суховеи, т. е. ветры, приносящие нагретые массы воздуха с низким влагосодержанием. При таких ветрах очень сильно высыхает почва и в ней появляются трещины.

Анализ перемещающихся над территорией нашей области воздушных масс показывает, что здесь господствуют воздушные массы, формирующиеся в умеренных широтах как западнее (морской воздух), так и восточнее (континентальный воздух).

В условиях Белгородской области влияние рельефа на климатические особенности выражено не столь заметно, как в горных регионах. Здесь оно проявляется в усилении ветра над возвышенностями, неравномерном нагревании склонов разных экспозиций, водоразделов и балок, что приводит к формированию значительных температурных различий [Шаповалов, 2002].

В Белгородской области отчетливо выделяются все четыре сезона года: весна, лето, осень и зима. Весна в среднем начинается 22 марта и через 58 дней переходит в лето. Продолжительность лета составляет 110 дней – с 18 мая по 5 сентября. В этот период среднесуточная температура воздуха выше 15°C. Осень длится 66 дней – с 6 сентября по 11 ноября, когда среднесуточные температуры воздуха постепенно снижаются от 15 до 0°C. Самый длинный сезон – зима, продолжительностью 131 день. В этот период среднесуточная температура воздуха меньше 0°C.

Разные сезоны года сильно отличаются количеством осадков: наименьшее их количество выпадает в феврале-марте – 5-6% от годовой суммы, наибольшее – приходится на июль [Петин и др., 2002].

Первый снег выпадает в октябре-ноябре. Средняя дата выпадения снега на севере области – 9 ноября, а на юго-востоке – 13 ноября. Устойчивый снежный покров образуется на севере 9 декабря и сохраняется до 27 марта. Продолжительность периода со снежным покровом составляет 120 дней. В южных и юго-восточных районах число дней со снежным покровом – около 100, а средняя дата образования устойчивого снежного покрова – 18 декабря, разрушения – 16 марта.

Надо отметить, что распределение снежного покрова зависит от рельефа местности, особенностей подстилающей поверхности, от защищенности местности и других факторов. Поэтому высота снежного

покрова колеблется в больших пределах, а иногда на открытых участках снега вовсе может не быть [Григорьев и др., 1996].

Анализируя особенности климата Белгородской области, можно сделать следующие выводы:

1. На всей территории области лето жаркое, зима холодная.
2. Количество атмосферных осадков уменьшается в направлении с северо-запада на юго-восток.
3. Большая часть осадков выпадает в теплый период года. Но высокие температуры воздуха увеличивают испарение, это ведет к недостаточному увлажнению почвы.
4. Континентальность климата возрастает при движении с запада на восток. Наиболее ярко это выражено на юго-востоке области, где недостаточное увлажнение сочетается с низкими температурами зимой и более высокими летом.
5. Для зимнего периода характерны частые оттепели, для весенне-летнего – засухи.

### **2.3. Внутренние воды**

Сочетание климатических условий, геологического строения и рельефа обусловило основные черты гидрографической сети Белгородской области. Она представлена разными естественными и искусственными водоемами: реками, ручьями, временными водотоками, озерами, болотами, прудами и водохранилищами. Среди всех водных объектов наиболее широкое распространение имеют реки, которые не только составляют основу гидрографической сети, но и располагают основными водными ресурсами [Григорьев и др., 1996].

Белгородская область относится к малообеспеченным водным регионам России. Менее 1 % территории занято поверхностными водами, из них большая доля приходится на реки. Реки Белгородской области образуют

сравнительно густую сеть, но водность их невелика. По ее территории протекают 480 рек и ручьев общей протяженностью более 5 тыс. км. Преобладающая часть рек относится к категории малых, имеющих протяженность от 10 до 100 км. Рек длиной более 100 км в области четыре: Оскол (220 км), Ворскла (118 км), Северский Донец (110 км) и Тихая Сосна (105 км). Все реки, дренирующие территорию области, за исключением р. Оскол, берут начало внутри нее на южном склоне Среднерусской возвышенности и располагаются здесь своим верхним и средним течением. Более 90 рек являются притоками р. Дон и относятся к бассейну Азовского моря, 39 рек – притоки р. Днепр, относятся к бассейну Черного моря. Реки области типично равнинные, отличаются плавными продольным профилем, малыми уклонами, хорошо разработанными долинами с широкими поймами. На склонах долин большинства рек прослеживаются надпойменные террасы, уступы которых четко выражены в рельефе. У многих рек верховья представляют собой разветвленную балку; долины ниже по течению углубляются, склоны принимают асимметричный вид. Для рек области характерна правосторонняя асимметрия: таковы долины Оскола, Северского Донца, Ворсклы, Псела и других, более мелких рек. Чаще всего их правые склоны, обращенные к югу и востоку, круче и выше, часто обрывисты, левые же склоны, напротив, пологие и террасированные [Шаповалов, 2002].

Незначительные уклоны продольного профиля рек обуславливают медленное и спокойное их течение – в среднем 0,3–0,5 м/с, и только на перекатах скорость может возрастать до 0,8–1,0 м/с.

Наибольшей густотой речной сети отличаются западные и центральные районы области (западнее р. Оскол), где в среднем на 1 км<sup>2</sup> водосборной площади приходится около 0,2 км водотоков, а в отдельных местах – до 1,6–1,2 км/км<sup>2</sup>. Восточнее р. Оскол густота речной сети уменьшается до 0,15–0,10 км/км<sup>2</sup>. Глубина эрозионного вреда составляет в среднем 50 м, а местами превышает 100–120 м.

Главная роль в питании рек области принадлежит талым снеговым

водам. Снеговое питание дает 55–60% годового стока, около 35–40% годового стока приходится на долю грунтового питания и лишь незначительную часть годового стока (10–15%) составляют дождевые воды [Петин и др., 2002].

Ворскла – самая крупная река в западной части области, приток Днепра. Она берет начало в Ивнянском районе. Общая длина реки 464 км, в том числе в пределах области – 115 км. Ворскла течет с северо-востока на юго-запад. Ее берега чаще пологие, но в некоторых местах правый берег возвышенный и обрывистый. В целом река маловодна, впадающие в нее притоки имеют малую протяженность. Ширина ее нарастает от 10 до 40 м, глубина – до 2–2,5 м, лишь в отдельных местах может достигать 4–5 м. Скорость течения 0,1–0,2 м/с, а средний расход на границе области составляет 5,37 м<sup>3</sup>/с.

Северский Донец – самый крупный приток Дона. В пределах области он меньше по протяженности, чем Оскол и Ворскла, хотя за пределами области Оскол впадает в Северский Донец. Река берет начало в Прохоровском районе, течет на юго-запад, а затем поворачивает на юго-восток. Ее общая длина – 1053 км, а площадь бассейна – 99 600 км<sup>2</sup>, в том числе в пределах области – 110 км и 6630 км<sup>2</sup>. Правыми притоками Северского Донца в пределах области являются Сажновский Донец, Липовый Донец, Везелка, Топлинка, левыми – Разумная и Нежеголь. Ширина реки в верхнем течении достигает 20 м, а глубина – от 1–2 до 2–3 м, южнее г.Белгорода она плавно переходит в Белгородское водохранилище. Скорость течения – 0,2–0,3 м/с. Средний годовой расход воды – 5,52 м<sup>3</sup>/с. Правый берег почти на всем протяжении возвышенный, сложен меловыми породами, местами покрыт лесом, представленным преимущественно нагорными дубравами. Левый берег низменный, террасирован, сложен аллювиальными отложениями, часто закреплен посадками сосны или с сохранившимися реликтовыми меловыми борами, имеющими важное рекреационное значение [Осыков, 2012].

Устье реки Разумная находится в 982 км по левому берегу реки



Северский Донец. Длина реки составляет 40 км. По данным государственного водного реестра России относится к Донскому бассейновому округу, водохозяйственный участок реки – Северский Донец от истока до границы РФ с Украиной без бассейнов рек Оскол и Айдар, речной подбассейн реки – Северский Донец (российская часть бассейна). Речной бассейн реки – Дон (российская часть бассейна).

Озер в Белгородской области сравнительно немного. В основном они находятся в поймах рек и по своему происхождению относятся к озерам-старицам. В долинах Ворсклы, Северского Донца, Тихой Сосны, Оскола и других рек насчитывается несколько сотен преимущественно малых пойменных озер-стариц. Они имеют вид узких и вытянутых полос длиной от нескольких десятков метров до нескольких километров. Пойменные озера в период весеннего половодья соединяются с реками, и после паводка их чаши наполняются талыми водами. Летом в результате испарения они теряют много воды, а наиболее мелкие – вовсе пересыхают. Осенью уровень воды заметно повышается за счет атмосферных осадков.

В Белгородской области довольно много искусственных водоемов, которые представлены прудами и водохранилищами. Кроме двух крупных водохранилищ – Старооскольского на р. Оскол и Белгородского на р. Северский Донец, имеется более 1100 прудов и водохранилищ. Наиболее крупные из них: Старооскольское на р. Оскол объемом 95 млн. м<sup>3</sup>; Белгородское на р. Северский Донец объемом 76 млн. м<sup>3</sup>; Корочанское на р. Короча объемом 6,8 млн. м<sup>3</sup>; Ураевское на р. Ураева объемом 8 млн. м<sup>3</sup>. Они предназначены для производства товарной рыбы, полива сельскохозяйственных культур, обеспечения водой промышленных предприятий, являются местами культурного и спортивного отдыха населения.

Болота. Заболоченность территории Белгородской области невелика. Болота распространены главным образом по пониженным днищам речных долин, в местах выхода ключей, по краям прудов и пойменных озер. Это

преимущественно низменные болота, поросшие травянистой растительностью. Встречаются и верховые (или сфагновые), наиболее известное из которых – так называемое Моховатое болото, расположенное близ города Грайворон. Его покрывает белый торфяной мох сфагнум [Дегтярь, 2016].

#### 2.4. Почвы

Благодаря своему расположению на стыке двух природных зон (степной и лесостепной) и пестроты местных особенностей факторов почвообразования в пределах области сложились предпосылки для формирования различных почв. Они включают 10 типов и 18 подтипов закономерно сменяющих друг друга с севера на юг и с запада на восток, подчиняясь наиболее общим законам географического распространения почв.

Основным типом почв в области является чернозем – 77% площади. На долю серых лесных почв приходится около 15% территории. Среди почв, занимающих в области более 1% площади, представлены также пойменные луговые, дерново-намытые и пойменные, лугово-болотные и черноземно-луговые. Другие типы почв (лугово-черноземные, солонцы, солоди, песчаные) встречаются небольшими участками [Авраменко и др. 2007].

Все черноземы подразделяют на черноземы лесостепи (оподзоленные, выщелоченные и типичные) и черноземы степи (обыкновенные и южные). В Белгородской области встречаются все подтипы черноземов, за исключением южных. При этом по площади лидируют типичные (около 36% территории области) и выщелоченные (более 23%).

Если оценить различные почвы области по совокупности их свойств, влияющих на плодородие, т. е. по содержанию и запасам гумуса, механическому составу, то наиболее плодородными являются черноземы типичные, выщелоченные и обыкновенные несмытые и слабосмытые тяжелого механического состава. Наиболее плодородным является не

типичный чернозем, а один из представителей черноземов выщелоченных: среднегумусный мощный легкоглинистый и тяжелосуглинистый. Наименее плодородны дерновые слаборазвитые почвы и слабогумусированные пески.

По характеру почвенного покрова всю территорию Белгородской области разделяют на три части: Западную лесостепную (около 25% территории); Центральную и Восточную лесостепную (49%); Юго-восточную степную (26%) [Соловиченко и др., 2005].

Западная часть располагается на юго-западных склонах Среднерусской возвышенности до Северского Донца и верховьев р. Сейм. Здесь преобладают черноземы типичные (39% площади) и выщелоченные (27% площади). Они мощные и среднемошные, но малогумусные. Комплекс балочных почв составляет 13%. Незначительную территорию (3,5%) занимают карбонатные черноземы.

Центральная и восточная лесостепная часть области протягивается примерно до р. Тихая Сосна. Здесь уменьшается доля типичных и выщелоченных черноземов (соответственно 27 и 22%), но возрастает доля оподзоленных черноземов и серых лесных почв. Нарастает расчленение овражно-балочной сетью, поэтому до 16% увеличивается площадь, занятая комплексом балочных почв. На выходах палеоген-неогеновых глин сформировались черноземы солонцеватые (3% территории), а на меловых обнажениях – черноземы остаточнок-карбонатные (6%). Черноземные почвы в этой части области являются среднемошными средне- и малогумусными. На террасах р. Оскол встречаются массивы песчаных почв [Петин и др., 2002].

## **2.5. Растительный и животный мир**

По особенностям геоботанических условий и характеру основных растительных группировок территория Белгородской области разделяется на две неравные части: большую (северо-западную), входящую в состав лесостепной зоны, и меньшую (юго-восточную), лежащую в степной зоне

европейской части России.

Степные участки на территории области относятся к двум типам: крайний юго-восток области – это узколистно-ковыльные степи, а вся остальная часть – южный вариант разнотравных степей [Петин и др., 2002].

В настоящее время разнотравные степи еще можно увидеть в заповедной «Ямской степи», где они представлены мозаикой растительных ассоциаций из большого количества видов (32–87 на 1 м<sup>2</sup>). Типичными представителями луговых разнотравных степей являются тысячелистник обыкновенный, одуванчик лекарственный, подорожник средний, полынь австрийская. Часто встречаются бобовые: люцерна серповидная, лядвенец рогатый, клевер белый. Злаки в луговых степях занимают подчиненное место. Кроме типчака и костра здесь встречаются пырей ползучий, мятлик луговой и узколистный, ежа сборная и др.

Узколистно-ковыльные степи, впервые описанные у пос. Вейделевка, в настоящее время сохранились лишь в отдельных балках [Милькова, 1980].

По данным Ю. Г. Чендева, на 50–60% лесной площади за последние 50 лет хотя бы один раз происходила полная вырубка леса с последующим самовосстановлением [Чендев, 1998].

Видовой состав флоры области составляет около 1300 видов. По сообществам они распределены следующим образом: лесные фитоценозы – более 17% общего числа видов, луговые – более 18%, степные – около 16%, водно-болотные и прибрежные – более 14%, кустарников и опушек – более 12%, меловых отложений – более 7%, синантропные виды, т.е. нашедшие особо благоприятные для себя условия обитания близ жилья человека, – около 15%. Редкие и охраняемые виды растений во флоре области составляют около 8% (101 вид), в том числе реликты – 40 видов.

В современный период на месте степей и многих дубрав господствуют сельскохозяйственные угодья с посевами зерновых и технических культур. Видоизмененная естественная растительность осталась лишь на склонах и днищах балок и в поймах рек, используемых в качестве пастбищ и сенокосов.

Природные кормовые угодья области представлены обедненными по флористическому составу и кормовому достоинству зональными типами травянистой растительности. Продуктивность кормовых угодий низкая и в среднем составляет 2,4 ц/га; качество корма среднее и плохое. В результате интенсивной эксплуатации этих угодий наблюдается явление пастбищной дигрессии (вытаптывания растительного покрова) [Дегтярь и др., 2010].

Большинство зооценозов области отличаются высокой степенью уязвимости под воздействием ряда факторов: 1) антропогенных изменений ландшафтов, включающих сокращение площадей и разнообразия естественных биогеоценозов; 2) загрязнения среды обитания, выжигания сухой растительности, нарушения режима сенокосения и выпаса скота; 3) мелиоративных и агротехнических работ, нарушений мест обитания, т. е. факторов беспокойства.

Но несмотря на это разнообразие животного мира достаточно широко.

Почвообразователи представлены: простейшие, нематоды, дождевые черви, клещи, кивсяки, ногохвостки, некоторые жуки и др. Фитофаги, т. е. питающиеся на корнях сорных или культурных растений – круглые черви, личинки шелкоунов, майского и других хрущей, медведка, слепыш и др. Хищники – клещи-краснотелки, пауки волки, сенокосцы, жуки жужелицы, мертвоеды, амфибии – лсабы и чесночницы и др. [Ситник, 1994].

На поверхности почвы обитают, виды животных поедающие наземные части растений. К ним относятся полевые и домовые мыши, полевые и домовые воробьи, луговые мотыльки, зеленые кузнечики, сверчки, голые слизни и др. С 1997 г. вновь появился один из наиболее опасных многоядных вредителей культурных растений – перелетная саранча.

Известно также множество «специализированных фитофагов», т. е. поедающих определенные культуры. Например, на злаковых – вредная черепашка, на крестоцветных – капустная совка, а на пасленовых – колорадский жук и др [Петин и др., 2002].

По оценкам, в области насчитывается от 10 до 15 тыс. видов животных,

из которых 50 видов включено в Красную книгу России, около 10% нуждается в особой охране, около 5% отнесены к числу «вредителей».

Среди энтомофагов (поедающих насекомых) и хищников для области характерны лисы, канюки, луны, обыкновенный и хохлатый жаворонки, белая и желтая трясогузки, прыткая ящерица, зеленая жаба, божьи коровки, клопы-охотники и др. [Ситник, 1994].

В период массового цветения растений широко распространяются насекомые-опылители: пчелы, шмели, бабочки, цветочные мухи. В садах и парках встречаются летучие мыши, ежи, сони, белки и много птиц – мухоловки, пеночки, синицы, скворцы, дрозды, поползни, дятлы и др. В целом по области зарегистрировано 280 видов птиц, в том числе 152 вида гнездящихся.

На газонах часто встречаются коньки, цикадки, полевые клопы, жужелицы, бабочки-белянки и др. В условиях городской среды хорошо размножаются животные, которые питаются кровью человека или домашних животных – мокрицы, мошки. Они, в свою очередь, привлекают в населенные пункты насекомоядных птиц – стрижей, ласточек, синиц и др.

В населенных пунктах из-за загрязнения пищевыми отходами, экскрементами обитают жуки-мертвоеды, трупоеды и могильщики, жуки-кожееды, синие и зеленые мясные мухи, комнатные мухи, мухи-навозницы, жуки-калоеды, серые и черные крысы, домовые мыши, черный и рыжий тараканы, садовые муравьи и др. Постоянными спутниками остаются человеческие паразиты и паразиты домашних или содержащихся в неволе животных – лямблии, трихомонады, сосальщики, цепни, аскариды, острицы детские, чесоточные клещи, вши, блохи и др.

Изменение условий среды привело к исчезновению или сокращению ряда видов. За последние 50 лет полностью исчезли на территории области более 20 видов беспозвоночных животных [Присный, 1999].

Из птиц, занесенных в Красную книгу, на территории области встречаются дрофы, скопы, балобаны, сапсаны, змеяеды, могильники,

беркуты, орланы-белохвосты. В связи с сокращением мест обитания практически исчезли стрепеты, степные тиркушки, стали малочисленными журавли и серые гуси, снизилась численность скворцов и городских ласточек [Присный, 1999].

Некоторые виды животных (сурок, бобр, европейский олень), ранее истребленных, вновь появились в области. За последние 30 лет фауна области претерпела существенные изменения: естественным путем живут лоси, кабаны, косули, бобры; с помощью человека расселены благородный и пятнистый олени, сурки-байбаки.

В рыбохозяйственных и естественных водоемах области насчитывается около 30 видов рыб, среди которых преобладают плотва, окунь, щука, карась, лещ, карп.

Присный А.В. отмечает что, амфибии и рептилии безусловно полезные животные, которые подлежат охране. Отмечается снижение численности амфибий на пойменных лугах, особенно там, где пасется скот. Явное уменьшение численности наблюдается у жаб серой и зеленой, чесночницы, тритона обыкновенного, гадюки обыкновенной. Крайне редкими стали квакша, тритон гребенчатый, веретеница, степная гадюка, медянка, уж водяной [Присный, 1999].

### Глава 3. Материал и методы исследования

Сбор материала проводился на реках: Северский Донец в 4 точках (Зеленая поляна, центральный пляж, ул. Костюкова, пляж пескарьер), Везёлка в 4 точках (с. Пушкарное, Кошары, конпрок, устье) и Разумная в 3 точках (с. Мясоедово, с. Беловское, пр-т Ленина) (рис. 1; рис. 1–8, приложение). Исследования проводились в трех повторностях и на трех уровнях (поверхность водоема, толщина воды и дно) в период с мая 2017 г. по сентябрь 2017 г., один раз в месяц. Камеральная обработка собранного материала проводилась на базе ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», институт инженерных технологий и естественных наук, кафедра биологии.

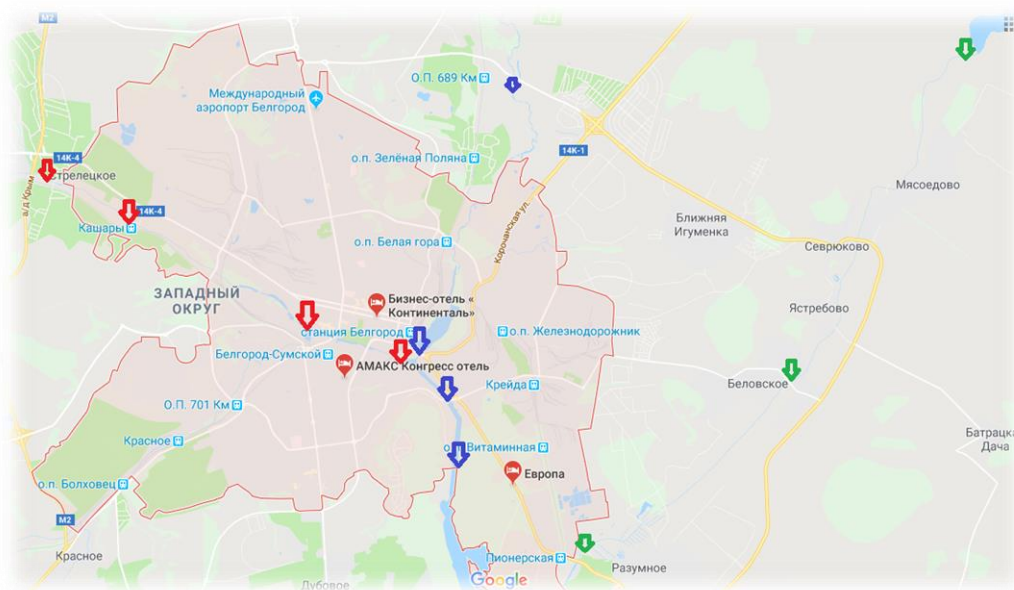


Рис. 1. Исследуемые участки рек: красные стрелки – р. Везёлка, синие стрелки – р. Северский Донец, зеленые стрелки – р. Разумная

Оборудование для гидробиологических исследований: водный сачок, скребок, клеёнчатые пакеты, сито, пластмассовые емкости, диск Секки, походная лопатка, лакмусовая бумага, градусник, световой микроскоп, пинцеты, чашки Петри, стеклянные палочки, спирт, дистиллированная вода,



фиксирующая жидкость, цилиндр, колба, иглы препаровальные, термометр водный, определители.

### 3.1. Физико-химические методы исследования

Органолептические показатели воды:

1. Цвет или прозрачность воды. Мерой прозрачности может служить высота столба воды в сантиметрах, при которой можно различить на белой бумаге стандартный шрифт с высотой букв 3,5 мм.

Исследуемый образец воды хорошо перемешали и налили в высокий цилиндр с внутренним диаметром 2–5 см и дном из плоско отшлифованного стекла. После чего установили цилиндр неподвижно над стандартным шрифтом на высоте 4 см. Сливая и приливая воду в цилиндр, просматриваем шрифт сверху через столб. Определяем оптимальную для просмотра шрифта шкалу. Прозрачность воды зависит от нескольких факторов: количества взвешенных частиц ила, глины, песка, микроорганизмов, от содержания химических веществ. Цвет воды также можно определить высотой столбца воды в цилиндре. Для водоемов цвет воды не должен обнаруживаться в столбике высотой 10 см [Ашихмина, 2000].

2. Запах воды обусловлен наличием в ней пахнущих веществ, которые попадают в нее естественным путем и со сточными водами. Запах воды водоемов не должен превышать 2 баллов. Для оценки запаха применяют органолептическое исследование характер и интенсивность запаха воды исследуют при 20°C и повышенной 60°C. Запах воды следует определять в помещении, где воздух не имеет постороннего запаха [Ашихмина, 2012].

Берем 100 мл исследуемой воды при комнатной температуре налили в колбу вместимостью 150–200 мл с широким горлом, накрыли стеклом, встряхнули вращательным движением, сдвинули стекло и быстро определили характер и интенсивность запаха. Затем колбу нагрели до 60°C на водяной бане и тоже оценили запах. По характеру запахи делятся на две

группы:

1. Запахи естественного происхождения (от живущих в воде и отмерших организмов, от влияния почв и т.п.).
2. Запахи искусственного происхождения (от промышленных выбросов, смыва почвы с полей и т.п.).

Характер и интенсивность запаха определили по классификации Т. Я. Ашихминовой (табл. 3).

Таблица 3

Характер и род запаха воды естественного происхождения

Характер запаха	Примерный род запаха
Ароматический	Огуречный, цветочный
Болотный	Илистый, тинистый
Гнилостный	Фекальный, сточной воды
Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
Землистый	Прелый, глинистый, свежевспаханной земли
Плесневый	Затхлый, застойный
Рыбный	Рыбы, рыбьего жира
Сероводородный	Тухлых яиц
Травянистый	Скошенной травы, сена
Неопределенный	Не подходящий под предыдущие определения

Интенсивность запаха оценивают по 5-балльной системе (табл. 4).

Таблица 4

Интенсивность запаха воды

Интенсивность запаха	Характер появления запаха	Оценка интенсивности запаха, баллы
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагревании воды)	1
Слабая	Запах замечается, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о качестве воды	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от употребления	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

4. Водородный показатель. Большинство природных вод имеет реакцию среды от 4,5 до 8,5 единиц. Более низкие значения рН (до 3) могут наблюдаться в кислых болотных почвах за счет повышенного содержания гуминовых кислот. Чем больше в окружающем воздухе диоксида углерода, тем ниже рН в контактирующей с воздухом воде. Летом при интенсивном фотосинтезе (особенно в период цветения) рН может повышаться до 8–9. На величину рН влияет содержание карбонатов, гидроксидов, солей, подвергающихся гидролизу, гуминовых веществ и т. д. Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для внутреннего употребления человека относительно безопасной считается вода с рН от 6,5 до 8,5; питьевая вода должна быть нейтральной ( $\text{pH} \pm 7$ ), кислотность поверхностных вод не должна выходить за пределы 6,5–8,5. Для всего живого в воде (за исключением некоторых кислотоустойчивых бактерий) минимально возможная величина  $\text{pH}=5$ .

В результате происходящих в воде химических и биологических процессов и потерь углекислоты рН воды может быстро изменяться, поэтому его следует определять сразу же после отбора пробы, желательно на водоеме.

Определили рН с помощью универсальной индикаторной бумаги, сравнивая ее окраску со шкалой [Куриленко, 2007].

### **3.2. Биоиндикационные методы исследования**

О чистоте воды природного водоема можно судить по видовому разнообразию и обилию животного населения. Чистые водоемы заселяют пресноводные моллюски, личинки веснянок, личинки поденок, вислокрылок и ручейников. Они не выносят загрязнения и быстро исчезают из водоема, как только в него попадают сточные воды. Умеренно загрязненные водоемы заселяют водяные ослики, бокоплавы, личинки мошек (мокрецов), двустворчатые моллюски шаровики, битинии, лужанки, личинки стрекоз и пиявки. Чрезмерно загрязненные водоемы заселяют малощетинковые

кольчецы (трубочники), личинки комара – звонца (мотыли) и ильной мухи (крыска) [Бубнов и др., 2007].

В данном исследовании были использованны следующие биоиндикационные методы:

1. Метод Вудивисса. Для биологического анализа загрязненных вод по составу донных животных наиболее простым и достаточно удобным представляется метод Вудивисса. Он основан на уменьшении разнообразия фауны в условиях загрязнения и на характерной последовательности исчезновения из водоема разных групп животных по мере увеличения загрязнения. Этот метод предполагает сбор только качественных проб, без учета обилия животных и допускает определение животных до отрядов и семейств (табл. 5).

Таблица 5

## Вычисление индекса Вудивисса

Найденные группы	Всего найдено групп				
	0–1	2–5	6–10	11–15	> 15
Веснянки > 1 вида	–	7	8	9	10
1 вид	–	6	7	8	9
Поденки > 1 вида	–	6	7	8	9
1 вид	–	5	6	7	8
Ручейники > 1 вида	–	5	6	7	8
1 вид	4	4	5	6	7
Бокоплав	3	4	5	6	7
Водяной ослик	2	3	4	5	6
Трубочник или мотыль	1	2	3	4	–
Виды с воздушным дыханием	0	1	2	–	–

К списку групп Вудивисса можно отнести следующие: планарии *Tricladida* из типа Плоские черви (каждый вид), малощетинковые черви *Oligochaeta* и пиявки *Hirudinea* из типа Кольчатые черви, моллюски *Mollusca*, из типа Членистоногие: высшие ракообразные *Malacostraca*, веснянки *Plecoptera*, поденки *Ephemeroptera*, ручейники *Trichoptera* (каждое семейство), вислокрылка *Sialis*, личинки хирономид *Chironomidae*, личинки мошек *Simuliidae*, прочие личинки двукрылых *Diptera*, водные жуки

*Coleoptera*, водные клопы *Heteroptera*, водные клещи *Hydracarina*. Кроме того, Вудивисс предложил считать отдельными группами олигохету *Nais*, поденку *Baetis rhodani* и хирономиду *Chironomus thummi*; однако их определение для неспециалиста затруднительно. Значение индекса Вудивисса изменяется от 0 (наиболее загрязненная вода) до 10 (вода высшего качества). Для вычисления индекса нужно найти подходящую строку в (табл. 5) (двигаясь по ней сверху вниз – т. е. самую верхнюю из подходящих строк). Затем остается подсчитать общее число найденных групп из прилагаемого списка и по правой части таблицы найти значение индекса. Например, в пробе не встречено личинок веснянок, но обнаружен один вид личинок поденок. Значит, нас интересует четвертая сверху строка в таблице. Допустим, что, кроме этого, в пробе найдены пиявки, улитки, водяной ослик, два семейства ручейников и хирономиды. Всего имеем (считая поденку) 7 групп. Соответственно, индекс Вудивисса равен 6. Потенциально число групп Вудивисса довольно велико (за счет неограниченного числа видов планарий и большого числа семейств ручейников). На практике, однако, число этих групп редко превышает 15. При невозможности определения семейств ручейников и видов планарий можно считать отдельно каждую их новую форму (в частности, планарий разных цветов и ручейников с разными типами домиков). Метод Вудивисса довольно чувствителен к объему пробы. В общем случае рекомендуется выловить не менее 50 животных, в противном случае значение индекса может быть занижено [Боголюбов, 1999].

Сильно загрязненный водоем 0-2 балла, водное сообщество находится в угнетенном состоянии, относится к полисапробной зоне. От 3–5 баллов, говорит о средней загрязненности водоема и зона у него бета-мезосапробная. Олигосапробные т. е. чистые водоемы получают оценку 8–10 баллов. [Куриленко, 2007].

2. Определение степени загрязнения водоема по индексу Майера. Это более простая методика, основные преимущества которой: 1) никаких

беспозвоночных не нужно определять с точностью до вида; 2) методика годится для любых типов водоемов. Метод использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности. Организмы-индикаторы отнесены к одному из трех разделов (табл. 6).

Таблица 6

## Индекс Майера

Обитатели чистых вод	Организмы средней чувствительности	Обитатели загрязнённых водоемов
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 индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела – на 2, а из третьего – на 1. Получившиеся цифры складывают. Значение суммы и характеризует степень загрязненности водоема.

Если сумма более 22 – вода относится к 1 классу качества. Значения суммы от 17 до 21 говорят о втором классе качества (как и в первом случае, водоем будет охарактеризован как олигосапробный). От 11 до 16 баллов – 3 класс качества (бета-мезосапробная зона). Все значения меньше 11 характеризуют водоем как грязный (альфа-мезосапробный или же полисапробный) [Ашихмина, 2000].

4. Метод Николаева. Для малых и средних рек Европейской России известна шкала и метод оценки качества вод Николаева. Это – упрощенный вариант оценки сапробности по Пантле-Буку. Метод предполагает сбор качественных данных со всех донных субстратов реки и определение беспозвоночных до родов или семейств. По Николаеву, речные воды делятся на 6 классов по качеству, приблизительно соответствующих градациям

сапробности: очень чистые (ксеносапробные), чистые (олигосапробные), умеренно загрязненные (b-мезосапробные), загрязненные (a-мезосапробные), грязные (b-полисапробные), очень грязные (a-полисапробные).

При оценке по методу Николаева нужно для каждого класса качества вод в (табл. 7) подсчитать число найденных таксонов, умножить его на значимость таксона (последняя строка) и выбрать класс качества вод, набравший наибольшее число очков. Особняком стоит 6-й класс, критерием принадлежности к которому является полное отсутствие макробентоса.

По методике Николаева, речные воды делятся на 6 классов:

По методике Николаева, речные воды делятся на 6 классов:

- 1 – очень чистые (их обозначают как ксеносапробные);
- 2 – чистые (их обозначают как олигосапробные);
- 3 – умеренно загрязненные (их обозначают как b-мезосапробные);
- 4 – загрязненные (их обозначают как a-мезосапробные);
- 5 – грязные (их обозначают как b-полисапробные);
- 6 – очень грязные (их обозначают как a-полисапробные).

Таблица 7

### Определение качества вод по Николаеву

Таксоны	Классы качества воды				
	1	2	3	4	5
Ручейник <i>Rhyacophila</i>	*	*			
Веснянки, кроме <i>Nemoura</i>	*	*			
Личинки мухи <i>Atherix</i>	*	*			
Бокоплав <i>Gammarus</i>	*	*	*		
Губки		*	*		
Беззубки ( <i>Anodonta</i> , <i>Pseudoanodonta</i> )		*			
Жаберные улитки ( <i>Viviparus</i> , <i>Bithynia</i> , <i>Valvata</i> )		*	*		
Речные раки ( <i>Astacus</i> , <i>Pontastacus</i> )		*	*		
Ручейники: <i>Neureclipsis</i> , <i>Molanna</i> , <i>Brachycentrus</i>		*	*		
Стрекозы: <i>Calopteryx</i> , <i>Plathycnemis</i>		*	*		

Продолжение табл. 7

Поденки: <i>Ephemera</i> , <i>Polymitarcys</i>		*	*		
Пиявки: <i>Glossiphoniidae</i>		*	*	*	
Перловицы ( <i>Unio</i> , * <i>Crassiana</i> )		*	*	*	
Водные клопы		*	*	*	
Поденки: <i>Heptageniidae</i>		*	*	*	
Вислокрылка <i>Sialis</i>		*	*	*	
Мошки <i>Simuliidae</i>		*	*	*	
Ручейники: <i>Hydropsyche</i> , <i>Anabolia</i>			*	*	
Стрекозы: <i>Gomphidae</i>			*	*	
Пиявки: <i>Erpobdella</i> , <i>Haemopis</i> , <i>Piscicola</i>			*	*	
Горошинки и шаровки ( <i>Pisidiidae</i> )			*	*	
Водяной ослик <i>Asellus</i> <i>aguaticus</i>			*	*	*
Трубочник ( <i>Tubificidae</i> ), в массе				*	*
Мотыль ( <i>Chironomus</i> ), в массе				*	*
Личинка мухи <i>Eristalis</i> (крыска)				*	*
Значимость каждого таксона	25	6	5	7	20

Метод Николаева удовлетворительно работает для рек шириной 7–10 м и более, для средних и сильных загрязнений. К слабым загрязнениям он малочувствителен. Не рекомендуется применять его и для стоячих водоемов, в которых большинство использованных таксонов-индикаторов не встречаются вообще [Тахмина, 2014].



## Глава 4. Полученные результаты и их обсуждение

Видовое разнообразие является важным свойством экосистемы (табл. 8). С ним связана устойчивость экосистемы к неблагоприятному воздействию. Это свойство обеспечивает устойчивость экосистемы. Вид, присутствующий в числе единичных экземпляров, при неблагоприятных условиях для широко представленного вида, в том числе и доминантного, может резко увеличить свою численность и таким образом заполнить освободившееся пространство (экологическую нишу), сохранив экосистему как единое целое.

Таблица 8

### Список исследуемых беспозвоночных

№	Беспозвоночные животные	р. Везёлка	р. Северский Донец	р. Разумная
1	2	3	4	5
	Тип <i>Annelida</i>			
	Класс <i>Oligochaeta</i>			
	Отряд <i>Haplotaxidae</i>			
1	Сем. <i>Tubificidae</i>	+	+	
	<i>Tubifex tubifex</i> (Muller 1774)	+	+	
	Класс <i>Hirudinea</i>			
	Отряд <i>Rhynchobdellida</i>			
2	Сем. <i>Glossiphoniidae</i>	+	+	+
	<i>Glossiphonia complanata</i> (L. 1758)	+	+	
	<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)			+
	Отряд <i>Arhynchobdellida</i>			
3	Сем. <i>Erpobdellidae</i>	+	+	+
	<i>Haemopis sanguisuga</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
	Тип <i>Mollusca</i>			
	Класс <i>Gastropoda</i>			
	Отряд <i>Ectobranchia</i>			
4	Сем. <i>Valvatidae</i>	+	+	+
	Отряд <i>Architaenioglossa</i>			
5	Сем. <i>Viviparidae</i>	+	+	+
	<i>Viviparus viviparus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
	<i>Viviparus connectus</i> (Millet 1813)	+	+	+
	Отряд <i>Discopoda</i>			
6	Сем. <i>Bithyniidae</i>	+	+	+

Продолжение табл. 8

	<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
	<i>Bythinia troscheli</i> (Paasch, 1842)	+	+	+
	Отряд <i>Hygrophila</i>			
7	Сем. <i>Lymnaeidae</i>	+	+	+
	<i>Lymnaea auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	
	<i>Lymnaea corvus</i> Gmelin.	+	+	+
	<i>Lymnaea berlani</i> (Bourguignat, 1870)	+	+	
	<i>Lymnaea intermedia</i> (Lamarck, 1822)	+	+	+
	<i>Lymnaea glutinosa</i> (Muller, 1774)	+	+	
	<i>Lymnaea ovata</i> (Draparnaud, 1805)	+	+	+
	<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
8	Сем. <i>Physidae</i>	+	+	+
9	Сем. <i>Bulinidae</i>	+	+	+
10	Сем. <i>Planorbidae</i>			
	<i>Planorbis planorbis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
	Класс <i>Bivalvia</i>			
	Отряд <i>Actinodontida</i>			
11	Сем. <i>Unionidae</i>	+	+	
	<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	
12	Сем. <i>Sphaeriidae</i>		+	
	Тип <i>Arthropoda</i>			
	Класс <i>Crustacea</i>			
	Отряд <i>Amphipoda</i>			
13	Сем. <i>Gammaridae</i>	+	+	+
	<i>Gammarus pulex</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
	Отряд <i>Isopoda</i>			
14	Сем. <i>Asellidae</i>	+	+	+
	<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
	Отряд <i>Cladocera</i>			
15	Сем. <i>Daphniidae</i>	+	+	+
	Отряд <i>Cyclopoida</i>			
16	Сем. <i>Cyclopidae</i>	+	+	+
	Класс <i>Arachnida</i>			
	Отряд <i>Acarina</i>			
17	Сем. <i>Hydrachnidae</i>	+	+	
18	Сем. <i>Agelenidae</i>	+	+	+
	<i>Argyroneta aquatica</i> (Clerck, 1757)	+	+	+
	Класс <i>Insecta</i>			
	Отряд <i>Trichoptera</i>			
19	Сем. <i>Hydropsychidae</i>	+	+	+

Продолжение табл. 8

20	Сем. <i>Ecnomidae</i>	+	+	+
	Отряд <i>Ephemeroptera</i>			
21	Сем. <i>Siphonuridae</i>	+	+	+
22	Сем. <i>Caenidae</i>	+	+	
23	Сем. <i>Ephemerellidae</i>	+		
24	Сем. <i>Baetidae</i>	+	+	
	Отряд <i>Odonata</i>			
25	Сем. <i>Achnidae</i>	+	+	
26	Сем. <i>Calopterygidae</i>	+	+	+
27	Сем. <i>Lestidae</i>	+	+	+
	<i>Sympycna fusca</i> (Vander Linden, 182)	+	+	+
28	Сем. <i>Coenagrionidae</i>	+	+	+
29	Сем. <i>Coenagrion</i>	+	+	
30	Сем. <i>Gomphidae</i>	+	+	+
	<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linneus, 1758)	+	+	+
31	Сем. <i>Libellulidae</i>	+	+	+
	Отряд <i>Heteroptera</i>			
32	Сем. <i>Corixidae</i>	+	+	+
	<i>Corixa sp.</i> (Geoffroy, 1762)	+	+	+
33	Сем. <i>Gerridae</i>	+	+	+
34	Сем. <i>Nepidae</i>	+	+	+
	<i>Nepa cinerea</i> (Linneus, 1758)			
35	Сем. <i>Notonectidae</i>	+	+	
	<i>Notonecta glauca</i> (Linneus, 1758)	+	+	+
36	Сем. <i>Naucoridae</i>	+	+	+
	<i>Llyocoris cimicoides</i> (Linneus, 1758)	+	+	+
	Отряд <i>Coleoptera</i>			
37	Сем. <i>Dytiscidae</i>	+	+	
38	Сем. <i>Hydrophilidae</i>	+	+	+
	<i>Cercion sp.</i> (Leach 1817)	+	+	+
	Отряд <i>Diptera</i>			
39	Сем. <i>Chironomidae</i>	+	+	+
40	Сем. <i>Limoniidae</i>	+	+	+
	<i>Dicranota bimaculata</i> (Schummel 1829)	+	+	+
41	Сем. <i>Tipulidae</i>	+	+	
	<i>Tipula couckeii</i> (Tonn 1921)	+	+	+
42	Сем. <i>Tabanidae</i>	+	+	+
	<i>Tabanus sp.</i> (Linne, 1761)	+	+	+
43	Сем. <i>Gyrinidae</i>	+	+	+
	<i>Drectochilus villosus</i> (Muller, 1776)	+	+	+
	Отряд <i>Neuroptera</i>			
44	Сем. <i>Sisyridae</i>	+	+	+
	Отряд <i>Megaloptera</i>			

Продолжение табл. 8

45	Сем. <i>Sialidae</i>		+	+
	Личинки			
	Поденок	+	+	+
	Ручейников	+	+	+
	Вислокрылок		+	+
	Стрекоз	+	+	+
	Комаров-звонцов	+	+	+

Представленный для анализа список беспозвоночных животных включает 3 типа (Annelida, Mollusca, Arthropoda), 7 классов (Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Crustacea, Arachnida, Insecta) и 45 семейств.

Исходя из данных в исследуемых водоемах органолептические показатели в норме (табл. 9). Показатели температуры благоприятны для исследуемых животных. Водородный показатель соответствует нормам качества природных вод и равен 7. В данных водоемах вода прозрачная, цвет имеет нейтральный. Запах болотный, интенсивность 3 балла, что свидетельствует о норме показателей.

Таблица 9

#### Органолептические показатели

Название реки	Ср. t °С воды	Ср. t °С воздуха	pH	Прозрачность	Запах Интенсивность	Цвет
Северский Донец	20	23	7	Прозрачная	Болотный 3	Нет
Везёлка	20	23	7	Прозрачная	Болотный 3	Нет
Разумная	20	23	7	Прозрачная	Болотный 3	Нет

Биоиндикационные методы:

1. Определения экологической чистоты водоема, использовался метод Вудивисса (табл. 10).

В реках Северский Донец и Везёлка индекс Вудивисса равен 9 баллам, а в реке Разумная 8 баллам (рис. 2). По полученному индексу Вудивисса можно

утверждать, что все водоемы олигосапробные, т.е. чистые.

Таблица 10

Оценка экологического состояния рек в окрестностях г. Белгорода по  
индексу Вудивисса

Название реки	Индикаторные группы	Количество групп Вудивисса	Биотический индекс
Северский Донец	Поденки 4 семейства: <i>Siphonuridae</i> , <i>Caenidae</i> , <i>Ephemerellidae</i> , <i>Baetidae</i> . Ручейников 2 семейства: <i>Hydropsychidae</i> , <i>Ecnomidae</i> . Стрекозы Бокоплав Водяной ослик Трубочник Пиявки, улитки Водяной клещ Сетчатокрылые Жуки Двукрылые	16	9
Везёлка	Поденки 4 семейства: <i>Siphonuridae</i> , <i>Caenidae</i> , <i>Ephemerellidae</i> , <i>Baetidae</i> . Ручейников 2 семейства: <i>Hydropsychidae</i> , <i>Ecnomidae</i> . Стрекозы Бокоплав Водяной ослик Трубочник Пиявки Улитки Водяной клещ Сетчатокрылые Жуки Двукрылые Вислокрылки	17	9
Разумная	Поденки 4 семейства: <i>Siphonuridae</i> , <i>Caenidae</i> , <i>Ephemerellidae</i> , <i>Baetidae</i> . Ручейников 2 семейства: <i>Hydropsychidae</i> , <i>Ecnomidae</i> . Стрекозы Бокоплав Водяной ослик Пиявки, улитки Сетчатокрылые Жуки, двукрылые Вислокрылки	15	8

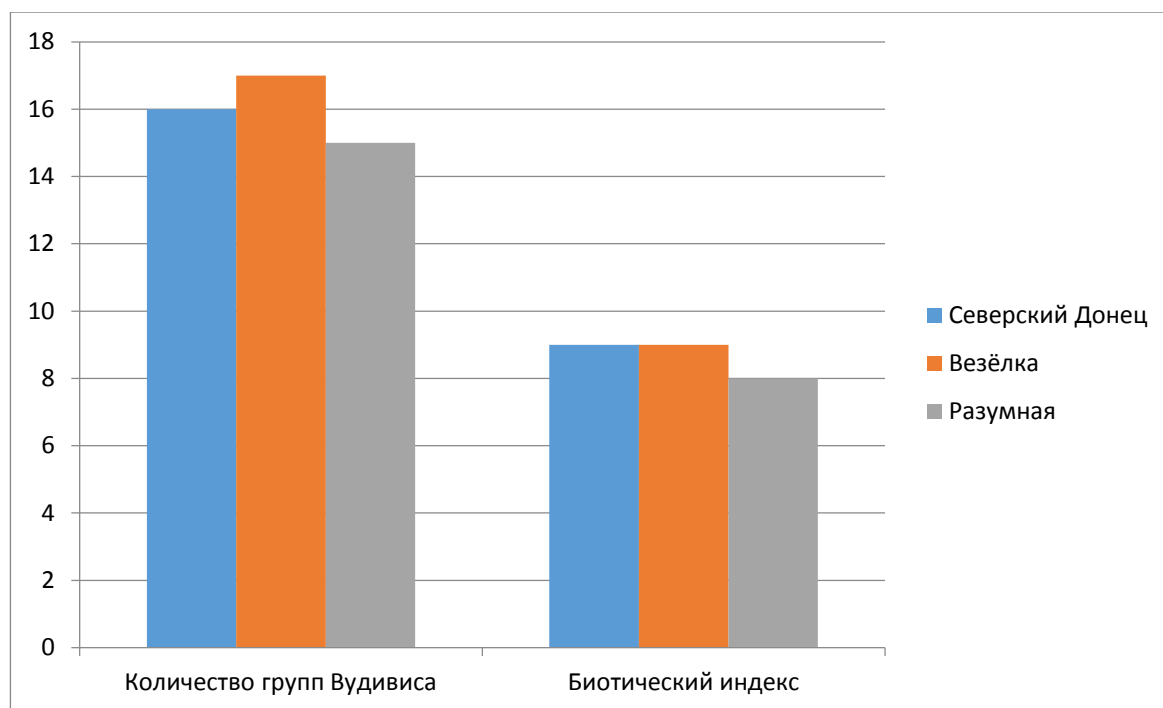


Рис. 2. Оценка экологического состояния рек в окрестностях г. Белгорода методом Вудивисса

## 2. Определение степени загрязнения водоема по индексу Майера.

Река Северский Донец. Из обнаруженных в реке организмов (см. табл. 8) четыре группы (личинки поденок, личинки ручейников, двустворчатые моллюски) указаны в первом разделе таблицы, четыре (бокоплав, личинки стрекоз, моллюски-катушки, моллюски живородки, – во втором и пять (личинки комаров-звонцов, пиявки, водяной ослик, прудовики, трубочник) – в третьем. Исходя из этого, значение индекса Майера равно 22.

Река Везелка. В водоеме обнаружены организмы (см. табл. 8), из которых четыре группы (личинки поденок, личинки вислокрылок, личинки ручейников, двустворчатые моллюски) указаны в первом разделе таблицы, четыре (бокоплав, личинки стрекоз, моллюски-катушки, моллюски живородки, – во втором и пять (личинки комаров-звонцов, пиявки, водяной ослик, прудовики, трубочник) – в третьем. Значение индекса Майера равно 25.

Река Разумная. В данном водоеме обнаруженные организмы (см. табл. 8)

распределились следующим образом: три группы (личинки поденок, личинки ручейников, личинки вислокрылок, двустворчатый моллюски) указаны в первом разделе таблицы, пять (бокоплав, личинки стрекоз, моллюски-катушки, моллюски живородки, – во втором и четыре (личинка комара-звонца, водяной ослик, пиявки, прутовики) – в третьем. Значение индекса Майера равно 24.

Полученные значения индекса Майера больше 22 баллов, что свидетельствует о первом классе качества воды (рис. 3). Водоемы с такими показателями будут охарактеризованы как олигосапробные.

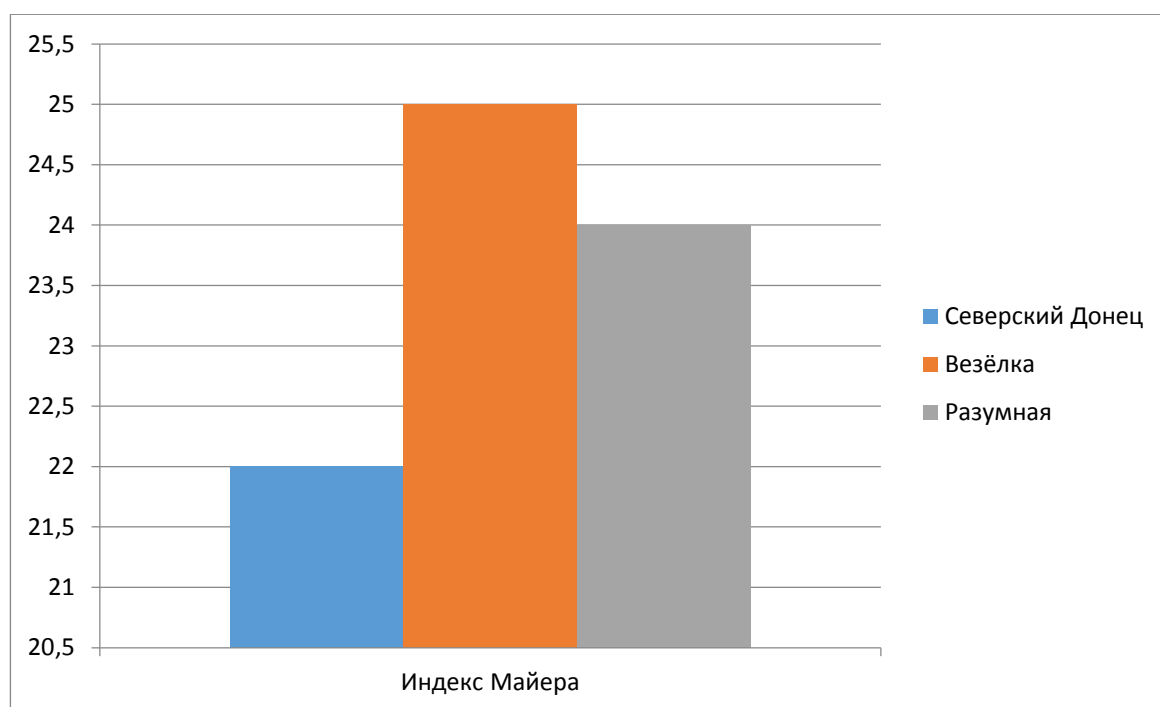


Рис. 3. Результаты степени загрязнения водоемов по индексу Майера

### 3. Оценка качества вод по методике С. Г. Николаева.

Определили количество найденных таксонов и умножили на значимость таксона, полученные данные соотнесли с классами чистоты (табл 11).

Таблица 11

## Результаты ценки качества вод по методу Николаева

Классы чистоты	р. Северский Донец	р. Везёлка	р. Разуменка
Ксенозапробные	25	25	25
Олигозапробные	54	60	48
б-мезозапробные	60	65	55
а-мезозапробные	70	77	56
б-полизапробные	60	60	40

Исходя из полученных данных, реки являются загрязненными, так как относятся к 4 классу чистоты – а-мезозапробные.

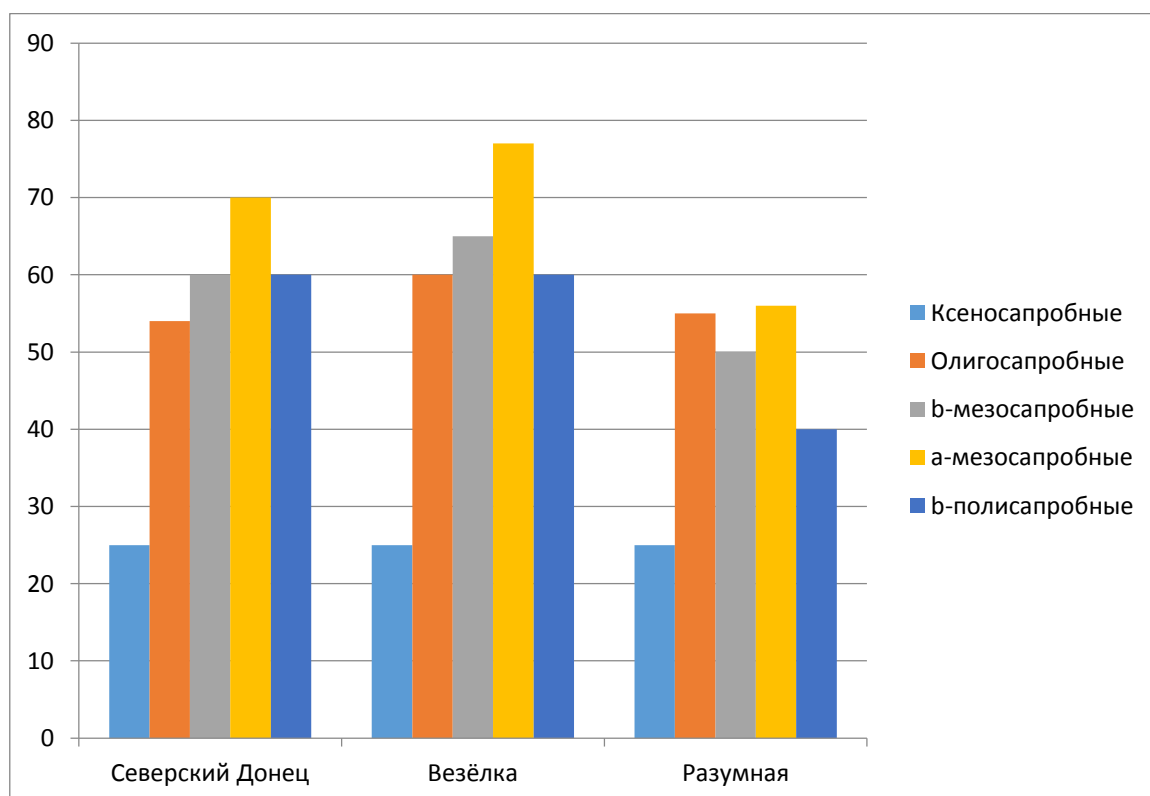


Рис. 3. Результат оценки качество вод по Николаеву

Рассмотрим количество семейств беспозвоночных животных в каждом пункте сбора исследуемых водоемов (Северский Донец, Везёлка, Разуменка) по отдельности (табл. 12, 13, 14).



Таблица 12

Количество экземпляров беспозвоночных животных по семействам в пунктах  
учетов реки Северский Донец

№	Беспозвоночные животные	Пункты сбора животных			
		Зеленая поляна	Центральный пляж	Ул. Костюкова	Пескарьер
1.	Сем. <i>Tubificidae</i>	+			
2.	Сем. <i>Glossiphoniidae</i>	+		+	
3.	Сем. <i>Erpobdellidae</i>	+		+	+
4.	Сем. <i>Valvatidae</i>		+		
5.	Сем. <i>Viviparidae</i>		+	+	+
6.	Сем. <i>Bithyniidae</i>		+		
7.	Сем. <i>Lymnaeidae</i>	+	+	+	+
8.	Сем. <i>Physidae</i>			+	
9.	Сем. <i>Bulinidae</i>	+			
10.	Сем. <i>Planorbidae</i>		+	+	+
11.	Сем. <i>Unionidae</i>			+	+
12.	Сем. <i>Sphaeriidae</i>		+		
13.	Сем. <i>Gammaridae</i>			+	
14.	Сем. <i>Asellidae</i>	+	+	+	+
15.	Сем. <i>Daphniidae</i>	+		+	
16.	Сем. <i>Cyclopidae</i>	+			
17.	Сем. <i>Hydrachnidae</i>	+			
18.	Сем. <i>Agelenidae</i>			+	+
19.	Сем. <i>Hydropsychidae</i>	+		+	
20.	Сем. <i>Ecnomidae</i>				+
21.	Сем. <i>Siphonuridae</i>	+	+		
22.	Сем. <i>Caenidae</i>			+	+
23.	Сем. <i>Ephemerellidae</i>	+		+	
24.	Сем. <i>Aechnidae</i>			+	+
25.	Сем. <i>Calopterygidae</i>	+			
26.	Сем. <i>Lestidae</i>	+	+	+	+
27.	Сем. <i>Coenagrionidae</i>			+	
28.	Сем. <i>Coenagrion</i>	+			+
29.	Сем. <i>Gomphidae</i>		+		
30.	Сем. <i>Corixidae</i>	+	+	+	+
31.	Сем. <i>Gerridae</i>	+	+	+	+
32.	Сем. <i>Nepidae</i>			+	
33.	Сем. <i>Notonectidae</i>		+		
34.	Сем. <i>Naucoridae</i>	+	+	+	+
35.	Сем. <i>Dytiscidae</i>		+		+
36.	Сем. <i>Hydrophilidae</i>	+			
37.	Сем. <i>Chironomidae</i>	+	+	+	+
38.	Сем. <i>Limnionidae</i>	+			
39.	Сем. <i>Tabanidae</i>	+		+	+
40.	Сем. <i>Gyrinidae</i>			+	
41.	Сем. <i>Sisyridae</i>	+			

Очевидно, что биоразнообразие в пункте ул. Костюкова самое высокое – 24 семейства, среднее – в пункте зеленая поляна – 23 семейства и пескарьер – 18 семейств, а самое низкое – в пункте центральный пляж – 16 семейств (рис. 4). Главная причина такого различия – это место расположение данной точки сбора. Пункт центральный пляж находится возле железнодорожного вокзала, живых массивов и дорог. С этим связано не высокое биоразнообразие. Точка сбора ул. Ленина находится в местах удаленных от живых массивов, заводов и предприятий. Здесь биоразнообразие беспозвоночных намного выше. Пункты Зеленая поляна и Пескарьер расположены на окраине города. Влияние городского населения в этих пунктах не так сильны.

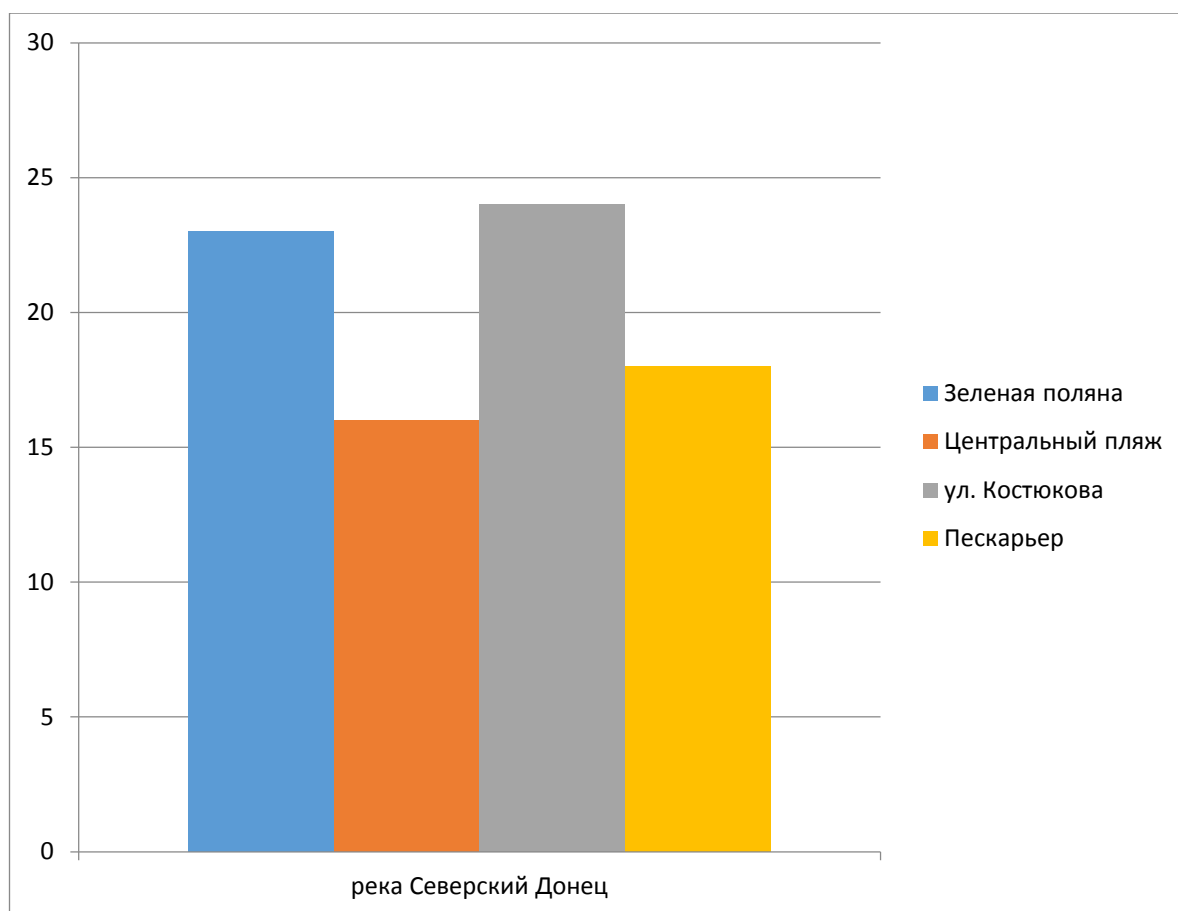


Рис. 4. Количество семейств беспозвоночных животных в каждом пункте сбора по отдельности

Таблица 13

Количество экземпляров беспозвоночных животных по семействам в пунктах  
учетов реки Везёлка

№	Беспозвоночные животные	Пункты сбора животных			
		с. Пушкарное	Кошары	Конпрок	Устье
1	2	3	4	5	6
1.	Сем. <i>Tubificidae</i>			+	
2.	Сем. <i>Glossiphoniidae</i>		+		
3.	Сем. <i>Erpobdellidae</i>				+
4.	Сем. <i>Valvatidae</i>				+
5.	Сем. <i>Viviparidae</i>	+	+	+	+
6.	Сем. <i>Bithyniidae</i>	+	+	+	+
7.	Сем. <i>Lymnaeidae</i>	+	+	+	+
8.	Сем. <i>Physidae</i>			+	+
9.	Сем. <i>Bulinidae</i>				+
10.	Сем. <i>Planorbidae</i>		+	+	+
11.	Сем. <i>Unionidae</i>		+		
12.	Сем. <i>Sphaeriidae</i>		+		
13.	Сем. <i>Gammaridae</i>		+		
14.	Сем. <i>Asellidae</i>		+	+	+
15.	Сем. <i>Daphniidae</i>		+		+
16.	Сем. <i>Cyclopidae</i>	+	+	+	+
17.	Сем. <i>Hydrachnidae</i>		+		
18.	Сем. <i>Agelenidae</i>	+			+
19.	Сем. <i>Hydropsychidae</i>		+		+
20.	Сем. <i>Ecnomidae</i>			+	
21.	Сем. <i>Siphonuridae</i>				+
22.	Сем. <i>Caenidae</i>		+		+
23.	Сем. <i>Ephemerellidae</i>				+
24.	Сем. <i>Baetidae</i>	+	+	+	
25.	Сем. <i>Achnidae</i>		+		
26.	Сем. <i>Calopterygidae</i>				+
27.	Сем. <i>Lestidae</i>	+	+	+	+
28.	Сем. <i>Coenagrionidae</i>	+	+	+	+
29.	Сем. <i>Coenagrion</i>				+
30.	Сем. <i>Gomphidae</i>			+	
31.	Сем. <i>Libellulidae</i>				+
32.	Сем. <i>Corixidae</i>		+	+	+
33.	Сем. <i>Gerridae</i>	+	+	+	+
34.	Сем. <i>Nepidae</i>	+		+	
35.	Сем. <i>Notonectidae</i>		+		
36.	Сем. <i>Naucoridae</i>				+
37.	Сем. <i>Dytiscidae</i>				+
38.	Сем. <i>Hydrophilidae</i>		+	+	
39.	Сем. <i>Chironomidae</i>	+			
40.	Сем. <i>Limonniidae</i>	+			

1	2	3	4	5	6
41.	Сем. <i>Tabanidae</i>	+	+		
42.	Сем. <i>Gyrinidae</i>				
43.	Сем. <i>Sisyridae</i>		+		
44.	Сем. <i>Sialidae</i>				+

Исходя из полученных данных самое высокое биоразнообразие семейств беспозвоночных животных в пункте устье – 25 семейств. Устье находится в центре г. Белгород, где находится большое количество населения, офисов, заводов и предприятий. Устье является местом впадения реки Везёлки в Северский Донец, из-за этого по руслу Везёлки дополнительно проникают новые виды водных беспозвоночных. С чем связано высокое биоразнообразие в данном пункте учета. Самое низкое в пункте с. Пушкарное – 14 семейств. Среднее количество беспозвоночных в точках Кошары – 24 семейства и Конпрок – 17 семейств. Поверхностные сточные воды из Белгородского консервного комбината попадают в этот пункт сбора материала, но количество семейств водных беспозвоночных больше чем в пункте с. Пушкарное.

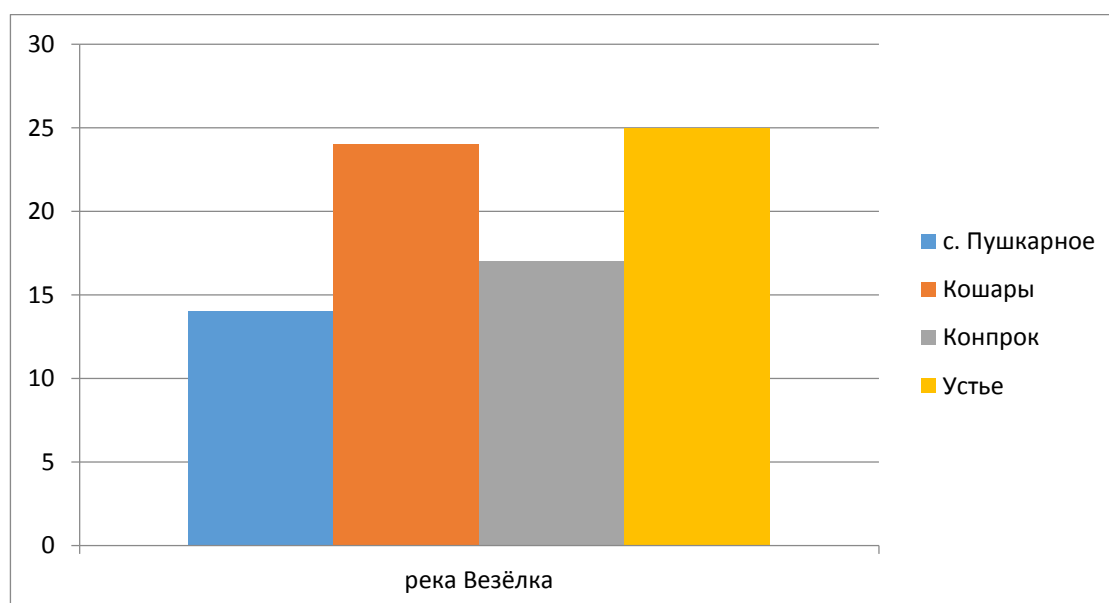


Рис. 5. Количество семейств беспозвоночных животных в каждом пункте сбора по отдельности

## Список исследуемых беспозвоночных реки Разумная

№	Беспозвоночные животные	Пункты сбора животных		
		с. Мясоедово	с. Беловское	Пр-т Ленина
1	2	3	4	5
1.	Сем. <i>Glossiphoniidae</i>	+		
2.	Сем. <i>Erpobdellidae</i>			+
3.	Сем. <i>Valvatidae</i>		+	
4.	Сем. <i>Viviparidae</i>	+	+	+
5.	Сем. <i>Bithyniidae</i>		+	+
6.	Сем. <i>Lymnaeidae</i>	+	+	+
7.	Сем. <i>Physidae</i>	+		
8.	Сем. <i>Bulinidae</i>		+	
9.	Сем. <i>Planorbidae</i>	+	+	+
10.	Сем. <i>Gammaridae</i>	+		+
11.	Сем. <i>Asellidae</i>	+	+	+
12.	Сем. <i>Daphniidae</i>	+		
13.	Сем. <i>Cyclopidae</i>		+	
14.	Сем. <i>Hydrachnidae</i>	+		+
15.	Сем. <i>Agelenidae</i>	+	+	+
16.	Сем. <i>Hydropsychidae</i>	+		+
17.	Сем. <i>Ecnomidae</i>	+	+	
18.	Сем. <i>Siphonuridae</i>	+		+
19.	Сем. <i>Caenidae</i>	+		+
20.	Сем. <i>Baetidae</i>	+	+	
21.	Сем. <i>Calopterygidae</i>	+		+
22.	Сем. <i>Lestidae</i>	+	+	+
23.	Сем. <i>Coenagrionidae</i>		+	+
24.	Сем. <i>Gomphidae</i>	+		
25.	Сем. <i>Libellulidae</i>	+		+
26.	Сем. <i>Corixidae</i>		+	
27.	Сем. <i>Gerridae</i>	+	+	+
28.	Сем. <i>Nepidae</i>	+	+	
29.	Сем. <i>Naucoridae</i>	+		+
30.	Сем. <i>Hydrophilidae</i>		+	+
31.	Сем. <i>Chironomidae</i>	+	+	+
32.	Сем. <i>Limnionidae</i>	+		
33.	Сем. <i>Tabanidae</i>	+	+	+
34.	Сем. <i>Gyrinidae</i>	+		
35.	Сем. <i>Sisyridae</i>			+
36.	Сем. <i>Sialidae</i>	+		

Исходя из полученных данных видно, что самое большое разнообразие семейств беспозвоночных животных в пункте с. Мясоедово – 27 экземпляров. Низкое в точке с. Беловское – 19 семейств, и среднее в пункте

проспект Ленина – 22 семейства. Село Мясоедово находится по прямой 15 км. от Белгорода и расположено по левому краю р. Разумная. Это одна из главных причин высокого биоразнообразия в этом пункте сбора. На территории пункта сбора нет городских антропогенных факторов, которые прямо или косвенно влияют на экологическую чистоту водоема.

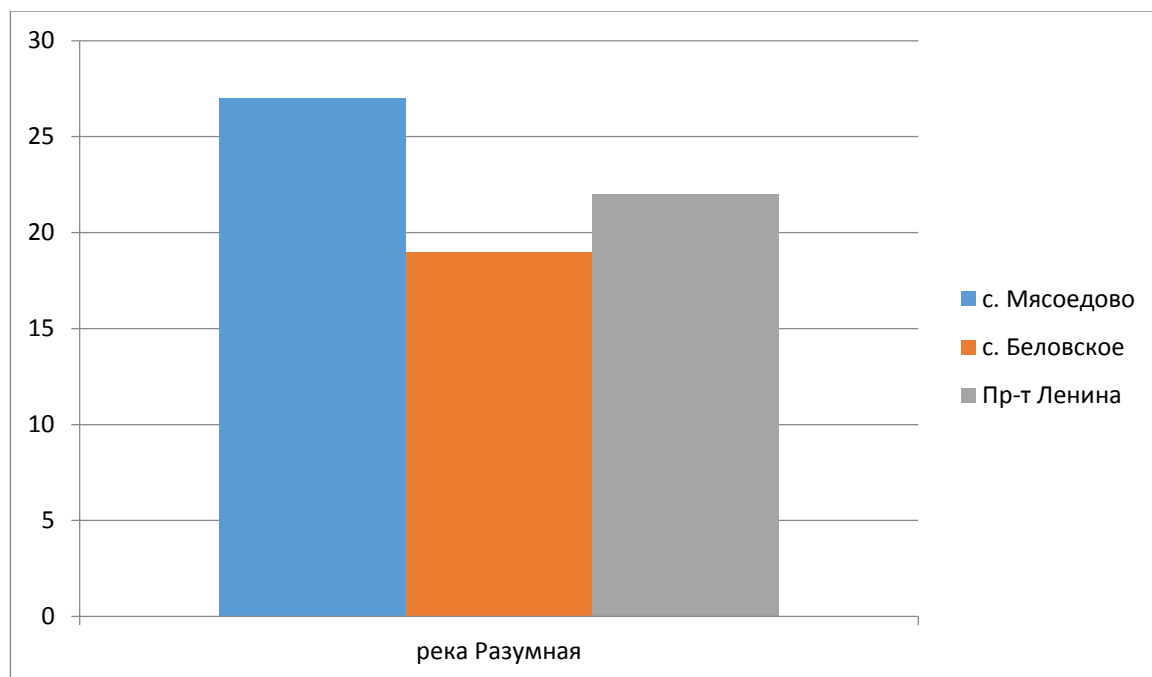


Рис. 6. Количество семейств беспозвоночных животных в каждом пункте сбора по отдельности

Сравнение результатов исследования с результатами аналогичных исследований, проведенных кафедрой биологии за 2001 и 2011 год.

В 2001 и 2011 году были проведены исследования реки Везёлка. В 2001 году состав материала составил 50 видов, которые относятся к 25 семействам и 11 отрядам, 5 классам и 3 типам (см. приложение 1). В 2011 году список беспозвоночных включает 115 видов, относящихся к 3 типам (Annelida, Mollusca, Arthropoda), 7 классам (Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Crustacea, Arachnida, Insecta), 23 отряда и 55 семейств [Нгуен Тхи Лан, 2012].

Исходя из данных видовое разнообразие (на примере семейства) на реке Везёлка, по сравнению с 2001 годом увеличилось 28,5 %. А по сравнению с 2011 годом уменьшилось на 10 % (рис. 7).

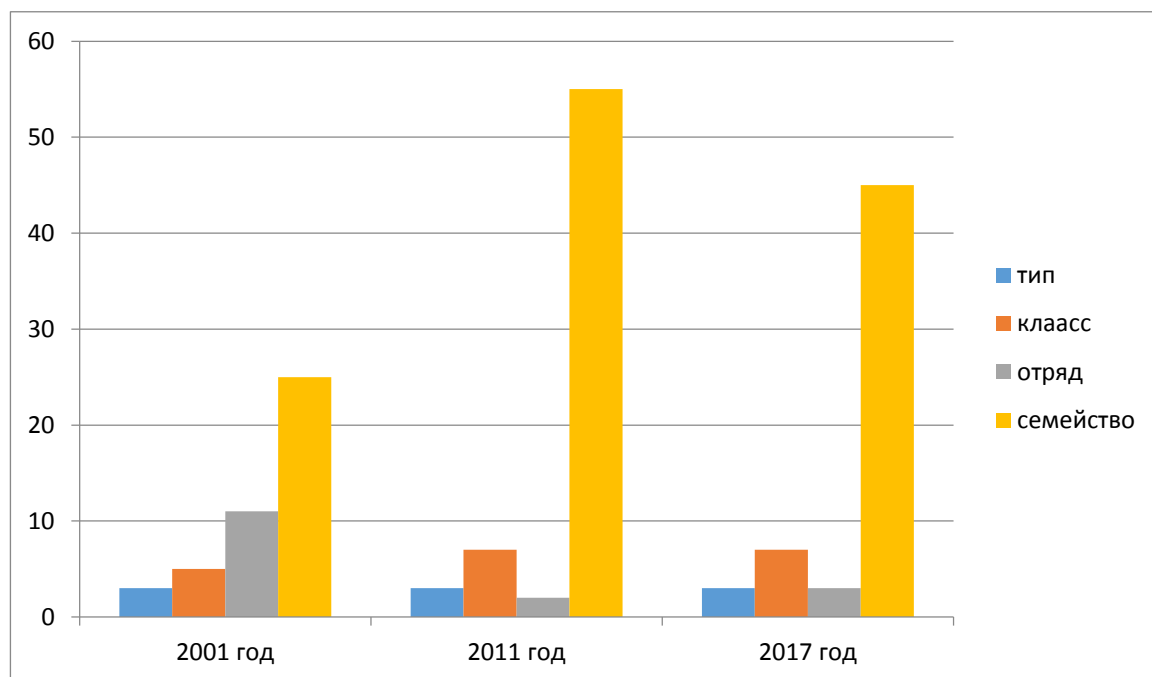


Рис. 7. Изменение количества таксонов за 2001-2017 года.

Количество экземпляров водных беспозвоночных за 2001–2017 года сильно изменился. По сравнению с 2001 годом на 20 семейств беспозвоночных больше. Но на 10 семейств меньше чем в 2011 году. За последние 17 лет вода в реке Везёлка улучшилась и видовое разнообразие увеличилось. А за последние 6 лет видовое разнообразие снизилось.

## Выводы

1. Установили видовой состав и таксономическую структуру исследуемых водоемов, из беспозвоночных животных нами отмечено 45 семейств, что свидетельствует о высоком биоразнообразии. Самое высокое биоразнообразие наблюдение в пункте с. Мясоедово р. Разумная и составило 27 семейств. Самое низкое количество оказалось в пункте с. Пушкарное и составило – 14 семейств.
2. Биотический индекс составляет в реках Северский Донец и Везёлка – 9 баллов, в реке Разумная – 8 баллов.
3. Степень загрязнения водоемов по индексу Майера показал, что значение суммы больше 22 баллов свидетельствует о первом классе качества воды. Водоемы с такими показателями будут охарактеризованы как олигосапробные.
4. На основе методики С. Г. Николаева оценили качество вод исследуемых рек – они относятся к 4 классу чистоты (загрязненные водоемы) – а-мезосапробные.



## Список литературы

1. Атлас природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области. Белгород: правительство Белгородской области; государственная экологическая инспекция Белгородской области; БГУ; управление Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по Белгородской области. 2005. 180 с.
2. Атлас Белгородской области. Москва: Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР. 1982. 32 с.
3. Ахтырцев Б. П., Соловиченко В. Д. Почвенный покров Белгородской области: структура, районирование и рациональное использование. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1984. 267 с.
4. Ашихмина Т. Я. Экологический мониторинг / под общ. ред. Т. Я. Ашихминой, И. М. Зарубиной, Л. В. Кондаковой, Е. В. Рябовой. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка». 2012. 95 с.
5. Безматерных Д. М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири: аналит. обзор / Гос. публич. науч.-техн. библиотека Сиб. отделения Рос. акад. наук, Ин-т вод. и экол. проблем. Новосибирск. №85. 2007. 87с.
6. Безматерных Д. М. Водные экосистемы: состав, структура, функционирование и использование. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2009. 97 с.
7. Белгородоведение: Учебник для общеобразовательных учреждений / под ред. В. А. Шаповалова. Белгород: Изд-во БелГУ, 2002. 410 с.
8. Белоусова Л. Н. Эколого-геоморфологический анализ экзоморфогенеза староосвоенного региона (на примере Белгородской области): дис. ... на соис. уч. степ. канд. геогр. наук. Астрахань. 2011. 192 с.
9. Бельдеева Л. Н. Экологический мониторинг. Барнаул: изд-во АлтГТУ, 1999. 122 с.
10. Белюченко И. С., Славгородская Д. А., Ткаченко Л. Н. Биомониторинг состояния окружающей среды. Краснодар: Кубанский государственный

аграрный университет, 2014. 154 с.

11. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем // Сборник материалов международной конференции. Санкт-Петербург: ЛЕМА, 2007. 338 с.
12. Биологические методы определения качества воды. Методические разработки отдела биологии СПб, ГДТЮ. 2002. 317 с.
13. Боголюбов А. С., Засько Д. Н. Изучение водных беспозвоночных реки и оценка ее экологического состояния. М.: Экосистема, 1999. 8 с.
14. Биотестный анализ – интегративный метод оценки качества объектов окружающей среды / А. Г. Бубнов [и др.]; под общей ред. В. И. Гриневича. Иваново, 2007. 112 с.
15. Бубнов А. Г., Буймова С. А., Гушин А. А., Извекова Т. В. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды / под общ. редакцией В. И. Гриневича. Иваново. 2007. 112 с.
16. Булгаков Н. Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды. Обзор существующих подходов // Успехи современной биологии. 2002. Т. 122. С. 115–135.
17. Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга. М.: Изд-во МГУ, 1985. 158 с.
18. Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности: учебное пособие / О. И. Бухтояров [и др.]. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. 239 с.
19. Вартанов А. З., Шкураткин В. Л., Рубан А. Д. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг: учебник / под ред А. Д. Рубана. М.: изд-во МГГУ, 2009. 647 с.
20. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74–ФЗ.7.
21. Вудивисс Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л. 1977. С. 132–161.

22. Галецева В. В., Дмитриев, В. В. Практикум по водной экологии и мониторингу состояния водных систем. СПб: Изд-во СПб гос.ун-та, 2004. 448 с.
23. Галимская К. К. География Белгородской области. Белгород, 1964. 86 с.
24. Галимская К. К. География Белгородской области. Воронеж: Центр. Черноземное кн. изд-во, 1976. 104 с.
25. Гальцева В. В., Дмитриев, В. В. Практикум по водной экологии и мониторингу состояния водных систем. СПб: Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2007. 364 с.
26. Гелашвили Д. Б. Экологический мониторинг. Методы биомониторинга. Часть I. / под ред. проф. Гелашвили Д. Б. Нижний Новгород: Изд-во ИНГУ, 1995. 192 с.
27. Герасимов И. П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды // Известия АН СССР. Серия география. 1975. № 3. С. 13–25.
28. Голицын А. Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды. М.: Изд-во ОНИКС, 2010. 335 с.
29. Горшков М. В. экологический мониторинг. Владивосток: изд-во ТГЭУ, 2010. 313 с.
30. ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения (с Изменениями N 1, 2). Дата введения 01.07.1978.
31. ГОСТ 17.1.1.03-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Классификация водопользований. Дата введения 01.07.1986.
32. Григорьев Г. Н., Козырин Н. А., Петин А. Н. География Белгородской области: учебное пособие / под общ. ред. Г. Н. Григорьева. Белгород: БГУ, 1996. 144 с.
33. Дегтярь А. В., Григорьева О. И., Татаринцев Р. Ю. Экология Белогорья в цифрах. Белгород: КОНСТАНТА, 2016. 122 с.
34. Декларация Конференции Организации Объединенных Наций по

проблемам окружающей человека среды. Стокгольм, 1972 год.

35. Душенков В. М., Макаров К. В. Летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных. М.: Издательский центр «Академия», 2000. 256 с.

36. Евстифеева Т. А., Фабарисова А. Г. Биологический мониторинг. Оренбург: ОГУ, 2012. 119 с.

37. Жадин В. И. Моллюски пресных вод СССР. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1952а. 376 с.

38. Жадин В. И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. Определитель по фауне СССР. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1952б. 376 с.

39. Жадин В. И. Семейство Unionidae. Фауна СССР. Моллюски. Т. 4, вып. 1. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1938. 170 с.

40. Зилов Е. А. Гидробиология и водная экология. Иркутск: Иркут. ун-т, 2008. 120 с.

41. Иофин З. К. Мировой водный баланс, водные ресурсы Земли, водный кадастр и мониторинг. Вологда: ВоГТУ, 2009. 141 с.

42. Климентова Е. Г., Ермолова С. В., Рассадина Е. В. Поливная практика по экологии. Ульяновск: Изд-во УГУ, 2012. 78 с.

43. Клюев Н. Н. Эколого-географическое положение России и ее регионов. М.: ИГРАН, 1996. 161 с.

44. Козлов М. А., Олигер И. М. Школьный атлас-определитель беспозвоночных. М.: Просвещение, 1991. 207 с.

45. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / общ. науч. ред. А. В. Присный. Белгород, 2004. 532 с.

46. Куриленко В. В. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования / под ред. проф. В. В. Куриленко. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007а. 364 с.

47. Кутиковой Л. А., Старобогатова Я. И. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 512с.

48. Ламтюгина В. А. Нормирование качества окружающей среды. Ульяновск: УлГТУ, 2010. 39 с.

49. Липин А. Н. Пресные воды и их жизнь. М.: Учпедгиз, 1950. 347с.
50. Лукашевич О. Д., Колбек М. В., Филичев С. А. Практические работы по экологии и охране окружающей среды. Томск: Изд-во Том. гос. архит. строит. ун-та, 2009. 80 с.
51. Лукин Е. И. Пиявки. Т.1. Пиявки пресных и солоноватых водоемов: Фауна СССР. Л.: Наука. 1976. 484с.
52. Ляндзберг А. Р. Биоиндикация состояния пресного водоема с помощью донных организмов // Исследовательская работа школьников. 2004. № 1 и № 2. С. 14–23.
53. Ляшенко О. А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды. СПб.: Изд-во СПб ГТУРП, 2012. 67 с.
54. Мамаев В. М. Определитель насекомых по личинкам. М.: Просвещение, 1972. 417с.
55. Мамаев В. М. Школьный атлас – определитель насекомых. М.: Просвещение, 1985. 160 с.
56. Мелехова О. П., Егорова Е. И., Евсеева Т. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. М.: Академия, 2007. 288с.
57. Молчанова Я. П., Заика Е. А., Бабкина Э. И. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. М.: Форум-Инфрам, 2007. 189 с.
58. Нгуэт Тхи Лан. Реакция животных-гидробионтов на некоторые антропогенные факторы. Маг. дис... соис. акад. степ. магистра. Белгород. 2012. 88 с.
59. Никитенков Б. Ф., Лагутина Н. В. Мониторинг водных объектов и геоинформационные системы. М.: изд-во Моск. гос. ун-та природообустройства, 2007. 117 с.
60. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С. Я. Цалолихина. СПб.: Наука. Т.1. 1994; Т.2. 1995; Т.3. 1997; Т.4. 1999; Т.5. 2001.
61. Осыков Б. И. Города и реки Белгородчины / Б. И. Осыков, Белгородское

отделение Все-российского общества охраны памятников истории и культуры; худож. В. В. Козьмин. Белгород: Обл. тип., 1990. 55 с.

62. Осыков Б. Н. Реки Белогорья: краеведческие очерки и материалы; стихи о реках Белгородской области. Белгород: Константа, 2012. 52 с.

63. Панин В. Ф. Теоретические основы защиты окружающей среды. Томск: ТПУ, 2009. 115с.

64. Пашкевич М. А. Шуйский, В. Ф. Экологический мониторинг. СПб: Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2002. 89 с.

65. Петин А. Н., Лебедева И. Г., Крымская О. В. Анализ и оценка качества поверхностных вод. Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. 252 с.

66. Петина В. И., Гайворонская Н. И., Белоусова Л. И. Техногенные формы рельефа как объекты познавательного туризма // Проблемы региональной экологии. 2007. № 6. С. 128–130.

67. Петина В. И., Гайворонская Н. И., Белоусова Л. И. Экзогенные геологические процессы юго-западного склона Среднерусской возвышенности // РЕГИОН-2009: стратегия оптимального развития материалы Межнар. научно-практич. конф. Харьков, 2009. С. 451–456.

68. Поосколье / под ред. Ф. Н. Милькова. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980. 188 с.

69. Постановление Совета Министров-Правительства Российской Федерации от 24 ноября 1993 года № 1229 "О создании Единой Государственной Системы Экологического Мониторинга".

70. Практические работы школьников по экологии. Ч. 4. Красная книга Белгородской области и Земли Северный Рейн-Вестфалия / науч. ред. А. В. Присный. Белгород: Изд-во БелГУ, 1999.

71. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / П. М. Авраменко [и др.]; под ред. проф. С. В. Лукина. Белгород, 2007. 556 с.

72. Растительный мир Белгородской области / Чернявских В. И. [и др.]. Белгород: Белгородская областная типография, 2010. 472 с.

73. Рябов А. А. Нормирование качества окружающей природной среды. // Вестник ТИСБИ. 2004. №13. С. 21–29.

74. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод Дата введения 2001-01-01.
75. Селезнева А. В. От мониторинга к нормированию антропогенной нагрузки на водные объекты. Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2007. 105 с.
76. Семенченко В. П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Минск: Орех, 2004. 124 с.
77. Словарь-справочник по экологии / К. М. Сытник [и др.]. Киев: Наукова думка, 1994. 666 с.
78. Состояние окружающей природной среды Белгородской области в 2008 году / справочное пособие / П. М. Авраменко, под ред. С. В. Лукина. Белгород: Константа, 2009. 248 с.
79. Практикум по общей экологии. Учебное пособие для студентов строительного направления технических ВУЗов и слушателей центров повышения квалификации / Суржко О. А. [и др.]. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2010. 113 с.
80. Тахмина Х. Ш., Чуйков Ю. С. Экологические основы Биоиндикационных исследований. Астрахань: Астраханский государственный университет, 2014. С. 157–164.
81. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 года №7-ФЗ // Российская газета, 2002. № 6.
82. Федеральный закон. О внесении изменений в Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 28.12.2010 N 420-ФЗ (последняя редакция).
83. Цховребцов Э. С. Проблемы охраны поверхностных водных объектов. ЭКОС-информ. Федеральный вестник экологического права. 2008. №12. С. 50–54.
84. Цюра Д. В., Ямлеева Э. У. Методы и технические средства контроля качества воды. Ульяновск: УлГТУ, 2006. 135 с.
85. Чернова Н. М. Основы экологии. М.: Просвещение, 1995. 416 с.

87. Чертопруд М. В., Чертопруд Е. С. Краткий определитель пресноводных беспозвоночных центра Европейской России М. МАКС Пресс. 2003. 196 с.
86. Чертопруд М. В., Чертопруд Е. С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. М.: МАКС Пресс, 2011. 219 с.
88. Чеснокова С. М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды. Ч. 1. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. 84 с.
89. Шалапёнок Е. С. Мелешко Ж. Е. Краткий определитель водных беспозвоночных животных. Минск: БГУ, 2005. 243с.
90. Шамраев. А. В. экологический мониторинг и экспертиза. Оренбург: ОГУ, 2014. 141 с.
91. Экология Белгородской области /А. Н. Петин [и др.]. М.: Изд-во МГУ, 2002. 288 с.
92. Якунина И. В., Попов Н. С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. 188 с.
93. Westerlund C. A. Fauna der in der Palaarktischen Region lebenden Binnencouchylien. H.5. Succineidae, Auriculidae, Limnaeidae, Cyclophoridae und Hydrocenidae. Lund, 1885. 135p.
94. Westerlund C. A. Fauna der in der Palaarktischen Region lebenden Binnencouchylien. Supplement. Karlshamn. 1890. 179p.



**ПРИЛОЖЕНИЕ**



Рис. 1. Река Северский Донец, Зеленая поляна



Рис. 2. Река Северский Донец, центральный пляж



Рис. 3. Река Северский Донец, ул. Костюкова



Рис. 4. Река Везёлка, с. Пушкарное



Рис. 5. Река Везёлка, Кошары

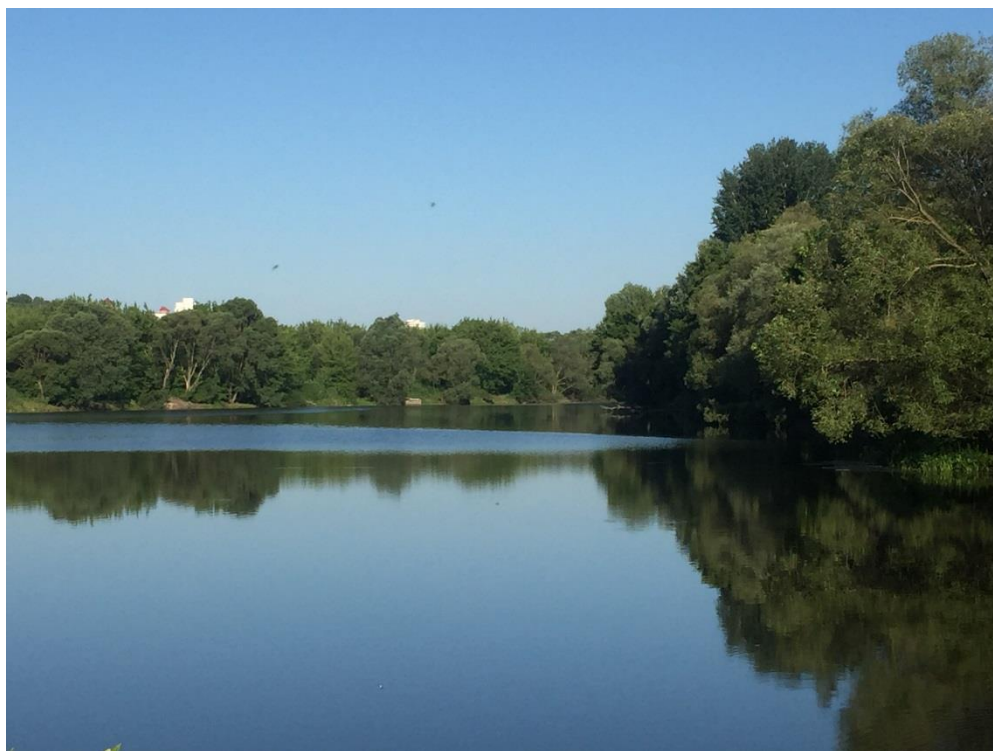


Рис. 6. Река Везёлка, устье



Рис. 7. Река Разумная, с. Мясоедово



Рис. 8. Река Разумная, проспект Ленина