

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
(ФГБОУ ВПО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»)

Кафедра биологии и экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

Биоиндикация пруда города Болохово

Выполнена: студенткой 5 курса группы «БХ»
очной формы обучения факультета естественных наук специальности "Биология" с
дополнительной специальностью "Химия"
Захаровой Анастасией Александровной

Тула – 2013 год

Содержание:

Введение	4
Глава 1. Литературный обзор.....	6
Глава 2. Место и методика проведения работы.....	11
2.1. Характеристика водоёма.....	11
2.2. Методы проведения исследования.....	11
Глава 3. Фауна экосистемы пруда.....	14
3.1. Видовой состав беспозвоночных животных экосистемы пруда.....	16
3.2. Трофические группы беспозвоночных животных пруда.....	20
3.3. Экологические группы беспозвоночных животных пруда.....	26
3.4. Оценка качества экосистемы пруда.....	32
Выводы.....	37
Список используемой литературы.....	38

Введение.

В настоящее время, когда реки и многие искусственные водоёмы Тульской области загрязнены или на них оказывается сильное антропогенное воздействие, особенно важно сохранить те водоёмы, которые не подверглись такому жёсткому воздействию.

Жизнь любого организма во всех формах ее проявления возможна только при постоянном взаимодействии с окружающей средой, в состав которой входит неорганическая и органическая природа. Жизнь животных и других организмов в естественных условиях подчиняется законам, по которым организмы объединяются в биологические системы.

Обитатели любого типа водоема являются определенной жизненной формой – гидробионтами. Они делятся на две группы. Представители первой дышат растворенным в воде кислородом через жабры или поверхность тела. Представители второй, обитая в воде, дышат атмосферным кислородом, имея для этого специальные приспособления. Это группа вторичноводных животных – жуки, клопы, паук-серебрянка, личинки мух и др.

Вода имеет значительно большую плотность, чем воздух, что затрудняет передвижение в ней. Поэтому активные пловцы вырабатывают не только крейсерскую скорость, но и обтекаемую торпедовидную форму тела и другие приспособления.

Скорость течения и глубина подвижной водной среды способствуют выработке адаптивных приспособлений. Чтобы не быть унесенным, животное или растение должны прикрепляться, закапываться и т.д. Глубина создает непреодолимые препятствия для большинства организмов с воздушным типом дыхания, поэтому они живут в прибрежной зоне или в очень мелких водоемах. Пересыхающие водоемы имеют некоторые особенности режима всех факторов абиотической среды, приводящих к временности водного образа жизни. В таких водоемах живут организмы с коротким биологическим циклом и стадиями развития, для которых допустимо отсутствие воды.

Цель работы: изучение беспозвоночных животных пруда Никольский город Болохово.

Задачи:

1. Выявить видовой состав беспозвоночных животных.
2. Определить трофические группы беспозвоночных животных.
3. Выявить экологические группы беспозвоночных животных.
4. Провести оценку качества экосистем водоёма.

Объект-комплекс беспозвоночных животных водоёма.

Предмет - вид, трофические и экологические группы, беспозвоночные животные экосистемы и оценка качества водной среды.

Работа выполнялась на кафедре биологии и экологии ТГПУ им. Л.Н. Толстого, под руководством профессора, к.б.н. Булухто Н.П. В процессе работы автор пользовался консультацией д.б.н, профессора А.А. Коротковой.

Глава 1. Литературный обзор.

Пруд представляет собой небольшой, как правило, неглубокий водоём. Он может возникнуть естественным путём (в результате заполнения водой природных понижений рельефа) либо при создании плотины или запруды на реке, ручье. Пруд интенсивно прогревается и освещается, что обуславливает хороший кислородный режим, развитие фитопланктона и высшей водной растительности, разнообразие и высокую численность водных животных. В прудах, как и в неглубоких озерах, на дне скапливается много органических частиц, поэтому грунты иловые.

Временные водоемы образуются в результате скопления воды в понижениях почвы после таяния снегов, обильных летних дождей, а также заполнения водой колеи лесных дорог, пней и дупел деревьев. Вода в них бывает очень холодной, но затем быстро прогревается. Такие водоёмы, за небольшим исключением, существуют недолго. Помимо кратковременности для таких водоёмов характерно резкое колебание в течение суток температурного и газового режимов, значительное влияние ветрового перемешивания. Во временных водоёмах обитают, прежде всего, виды, способные в неблагоприятный период (пересыхание водоёма и его промерзание зимой) образовывать цисты, яйца, покрытые прочными оболочками.

Методы гидробиологии используются для оценки степени загрязнения воды по наличию определенных индикаторных организмов (биологический анализ качества вод). Изучается значение водных организмов как агентов процесса самоочищения. Пруды обладают хорошо развитой литоралью, и стратификация практически отсутствует; образуются они в различных понижениях, часто временно пересыхают летом или в засушливые годы. Фауна прудов способна переживать сухие периоды в покоящемся состоянии или перебираться в другие водоемы. [1,2].

Водные экосистемы давно являются объектом изучения. Еще до появления такой науки как водная экология водоемы изучали гидрологи, гидрохимики и гидробиологи. Но уже во второй половине двадцатого века стало

очевидным, что изучение водоемов должно быть комплексным-то есть необходимо изучать водоем как целостную систему. Именно водная экология изучает водные организмы во взаимосвязи между собой и окружающей средой. Как и в общей экологии, здесь есть направления, связанные с изучением особей, популяций, сообществ гидробионтов. Некоторые организмы проводят всю свою жизнь в воде и их называют водными, другие организмы проводят в воде только часть своей жизни или определенную стадию развития и их называют амфибийными (земноводные, некоторые насекомые) [6].

Реки, озера являются не только источником водоснабжения, зонами отдыха, но и местами сбросов различных стоков и зачастую плохо очищенных. Именно необходимость сохранить данные экосистемы, сберечь сложившиеся биоценозы, в состав которых могут входить эндемичные, редкие виды организмов, диктует необходимость комплексного подхода к изучению водных экосистем, всестороннему изучению взаимосвязей организмов не только со средой обитания, но и друг с другом. Так как вода является окружением организмов, неизбежно ее влияние на гидробионты - это и наличие в воде растворенных питательных веществ, необходимых для нормального развития, кислородный и температурный режимы, наличие токсичных веществ. Но и сами организмы, выделяя в процессе жизнедеятельности и при отмирании различные вещества, меняют окружающую их среду. Основу взаимосвязей водных организмов составляют трофические отношения. Фиксацию минеральных питательных веществ и синтез органического вещества осуществляют водоросли и высшие водные растения, которые потребляются животными. Органические вещества переходят на новые трофические уровни и после отмирания разлагаются с участием бактерий. В свою очередь бактерии потребляются простейшими, которые являются кормовой базой для целого ряда гидробионтов. Именно по трофическим цепям осуществляется передача органических веществ, а также миграция загрязняющих соединений. Но функционирование звена редуцентов (бактерий) и их взаимосвязь позволяет водным экосистемам самоочищаться [4].

История изучения фауны водных экосистем. Фауна водных экосистем отличается большим разнообразием и обилием обитающих видов. Первые гидробиологические исследования начались в конце позапрошлого века. Изучение планктона, проведенное А.С. Скориковым в начале нашего столетия, было первым шагом по одному из основных путей развития гидробиологии – биологической оценке санитарного состояния воды [20].

В 20-х годах изучением планктона разных типов вод во взаимосвязи со средой обитания занимались такие крупнейшие зоологи, как Г.Ю. Верещагин, В.М. Рылов и А.Л. Бенинг. Работы С.С. Смирнова по систематике и географическому распространению низших ракообразных внесли весьма много в изучение этих групп животных. В исследовании низших ракообразных много сделано Н.А. Акатовой, которая изучила зоопланктон ряда рек и описала несколько новых видов веслоногих раков. Изучением хирономид занимались А.А. Черновский и В.Я. Панкратова, а с 1975 года изучение систематики хирономид продолжила Е.В. Балушкина. С 1934 г. к изучению коловраток приступила Е.С. Неизвестнова – Жадина, а с 50-х годов - Л.А. Кутикова, которая в 1970г. публикует определитель коловраток фауны СССР и сопредельных стран [18].

В 60-е годы проводились исследования рек, направленные на выявление изменений под влиянием загрязнений. В 1956 году было организовано экспедиционное обследование реки Оки. Первое исследование этой реки так же под руководством В.И. Жадина выполнено в 1929 году на Окской биологической станции. В 1962-1964 гг. исследование реки Невы и устьевые части ее притоков. Впервые получены подробные сведения о составе фауны и флоры, гидрохимии изученных рек, оценено качество вод отдельных участков по показательным организмам и их сообществам [20]

Функционально – энергетический подход в гидробиологических исследованиях в разной мере эффективен и как методическая основа санитарно – технической гидробиологии. Это показали исследования в 1973-1975 гг. по сравнительной оценке гидробиологических методов определения каче-

ства вод и значение водных организмов в процессах самоочищения загрязненных вод. Первым итогом работ в этом направлении был обзор А.В.Макрушина «Биологический анализ качества вод», ставший для советских гидробиологов необходимым пособием. В 1973-1975 гг. были выполнены экспедиционные исследования на реках Ленинградской, Калининградской областей и на р. Москве. Получены сравнительные данные по методам оценки значения водных организмов и их сообществ как индикаторов загрязнения и как агентов самоочищения вод.

В 1970-90 гг. продолжалось изучение систематики гидробионтов. Систематическое и фаунистическое изучение пресноводных малощетиноквых червей возглавляла Н.П. Финогенова, которая одновременно принимала активное участие в гидробиологических исследованиях продукции пресноводного зообентоса.

Изучение структуры макрозообентоса и определение его индикаторной значимости в оценке качества воды разнотипных водных объектов проведена С.П. Шулепиной. В исследовании Т.И. Кочуровой выявлены взаимосвязи зообентосных сообществ с факторами антропогенного характера [20].

Общая оценка пресноводного водоема дается С. Ю. Вертьяновым. Им описываются трофические связи, развитие, саморегуляция и целостность водных экосистем [17].

На территории Тульской области исследования микрофауны водоемов и оценка сапробности воды с помощью простейших начались с 1993 года. Были изучены беспозвоночные животные как индикаторы экологического состояния р. Упы в работе Булухто Н.П. [7]. Ряд авторов: Булухто Н. П., Домнина В.Л., Короткова А. А., Терехова В. А. [8, 9] исследовали воду в Комаркинском ручье, дигрессию и возможные пути восстановления экосистемы ручья. Фауну гидробионтов стоячих водоемов (Шатское водохранилище, Яснополянский пруд, Центральный парк г. Тулы), а также их использование в качестве индикаторов сапробности воды изучались Булухто Н. П. и Коротковой А. А. [10, 11, 12, 13, 14, 15]. Оценка сапробно-

сти малых рек области с помощью простейших была проведена Булухто Н.П., Коротковой А.А. и Шумиловой Ю.В. [16]. Исследования фауны водных беспозвоночных искусственных водоемов были проведены и Чево-рыкиной Е.Ю. [26] и Лакеевой Т. С. [21]

Глава 2. Место и методика проведения работы.

2.1. Характеристика водоёма

В качестве места проведения исследования был выбран пруд, расположенный на территории города Болохово Тульской области. Пруд по происхождению является наливным. Протяжённость пруда 500м, ширина – 10 м, площадь водного зеркала - 5000 м². Примерная глубина – до 2 м. Пруд расположен в рекреационной зоне (рис.1).

Береговая растительность пруда представлена следующими видами растений: камыш лесной, осока сближенная, кострец береговой, осина, крушина ломкая, берёза бородавчатая, ольха чёрная, вербейник обыкновенный, зюзник европейский, дербенник иволистный, паслен сладко-горький, иван-чай, ива ломкая .

2.2. Методы проведения исследований

Исследование водоема проводилось с середины июня до середины сентября 2012 года. Отбор проб проводился с периодичностью раз в 10 дней водным (гидробиологическим) сачком. Для получения достоверной информации о водоемах отлов беспозвоночных проводился в нескольких точках в разных участках прудов. Сбор водных беспозвоночных животных проводился на разной глубине прудов: с поверхности, в толще воды, по водной растительности и дну прудов.

Все отловленные беспозвоночные с помощью пинцета были собраны в пробирки, на которые были наклеены этикетки с указанием, откуда были выловлены организмы, и даты сбора, и фиксировались в растворе формалина.

Отловленные беспозвоночные (личинки и имаго) были определены до вида с помощью определителя пресноводной фауны Е. М. Хейсина (1951) Среди отловленных животных были отмечены наиболее часто встречающиеся виды и отряды, доминирующие по видовому обилию.

Также была изучена трофическая и экологическая структура беспозвоночных животных исследуемого водоёма.

Для определения сапробности воды пруда использовался модифицированный индекс Пантле-Букка, который рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{\sum S_j}{\sum J}, \text{ где}$$

S – сапробность каждого найденного в пробе индикаторного таксона (от 0 до 4);

J – его индикаторный вес (от 1 до 4) [20].

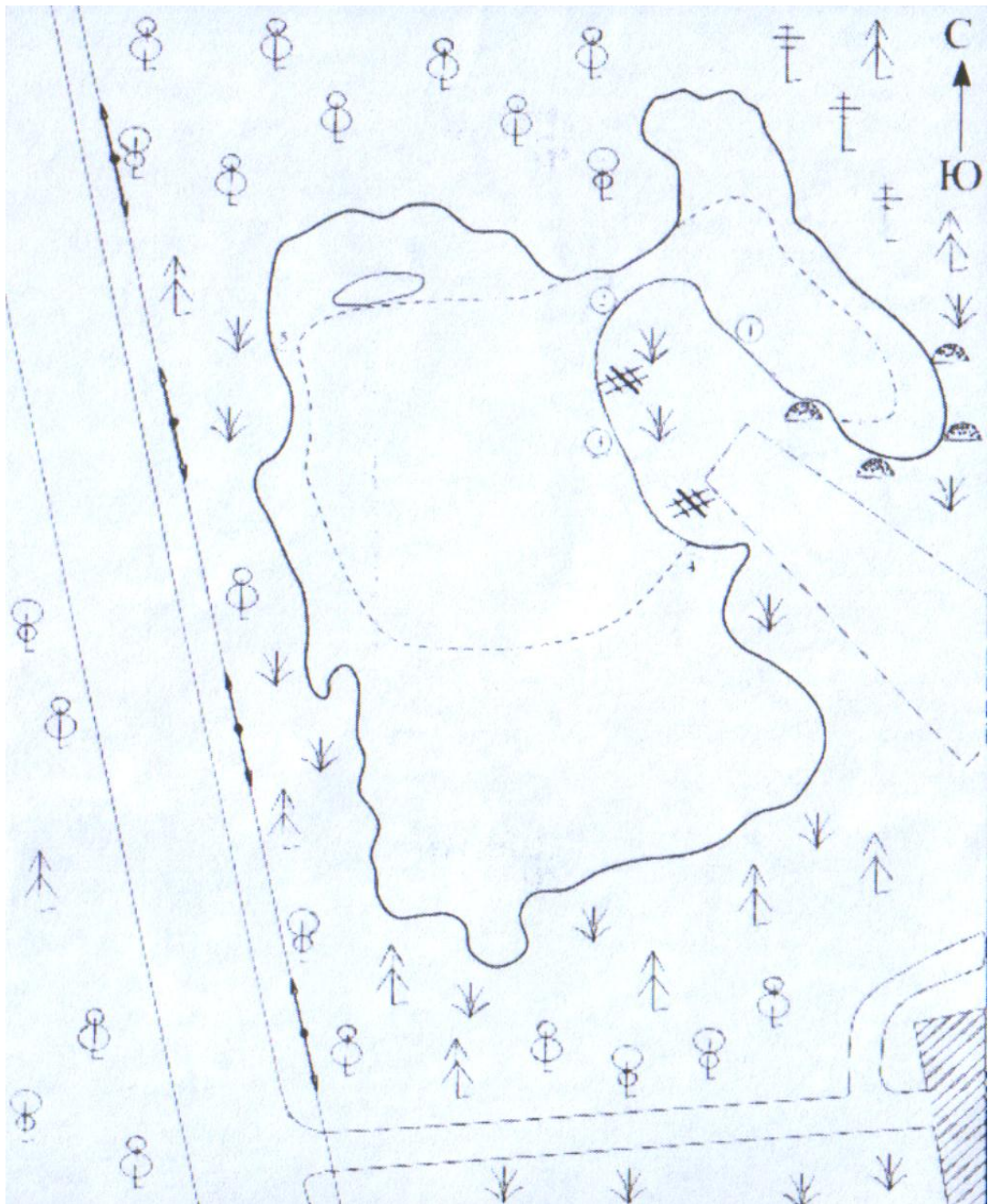


Рис. 1. Схема водоема

Глава 3. Фауна экосистемы пруда

3.1. Видовой состав беспозвоночных животных экосистемы пруда.

За период исследования в экосистеме пруда нами было выявлено 26 видов беспозвоночных животных, относящихся к 8 отрядам, 5 классам и 3 типам. (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

Видовой состав беспозвоночных животных экосистемы пруда Никольский

Систематическая принадлежность	Название вида
Тип Кольчатые черви Annelida	
Класс малощетинковые черви Oligochaeta	1. Трубочник обыкновенный Tubifex tubifex
Тип Моллюски Mollusca	
Класс брюхоногие Gastropoda	2. Прудовик обыкновенный Limnaea stagnalis
	3. Прудовик яйцевидный Limnaea ovata
Класс двустворчатые Bivalvia	4. Беззубка обыкновенная Anodonta cygnea
Тип Членистоногие Arthropoda	
Класс ракообразные Crustacea	
Отряд ветвистоусые ракообразные Соперода	5. Бокоплав Amphipoda
	6. Дафния Daphnia
Отряд веслоногие ракообразные Cladocera	7. Циклоп Cyclops
Класс паукообразные Arachnida	
Отряд клещи Acarina	8. Водяной клещик Hydrachnidae
Класс насекомые Insecta	
Отряд стрекозы Odonata	9. Личинки отряда стрекоз Odonata
	10. Коромысло Aeshna
Отряд ручейники Trichoptera	11. Личинки отряда ручейники Trichoptera
Отряд подёнки Ephemeroptera	12. Личинки отряда подёнки

	Ephemeroptera
Отряд полужесткокрылые, или клопы Heteroptera	13. Большая водомерка <i>Gerris rufoscutellatus</i>
	14. Личинка гребляка Hemiptera
	15. Гребляк Corixidae
	16. Гладыш Notonectidae
	17. Водяной клоп Cryptocerata
Отряд жесткокрылые, или жуки Coleoptera	18. Вертячка Gyrginus
	19. Плавунец окаймленный <i>Dytiscus</i>
	20. Личинки плавунца окаймленного <i>Dytiscus margina</i>
	21. Комар-дергун Chironomidae
	22. Личинки обыкновенных комаров <i>Culex, Aedes</i>
	23. Личинки комаров-долгоножек <i>Pedicia rivosa</i>
	24. Личинки комара-толкунчика <i>Tanyptus monilis</i>
	25. Личинки бородатого комарика <i>Ceratopogon</i>
	26. Пузанчик <i>Hyphydrus ferrugineus</i>

3.1. . Видовой состав беспозвоночных животных экосистемы пруда

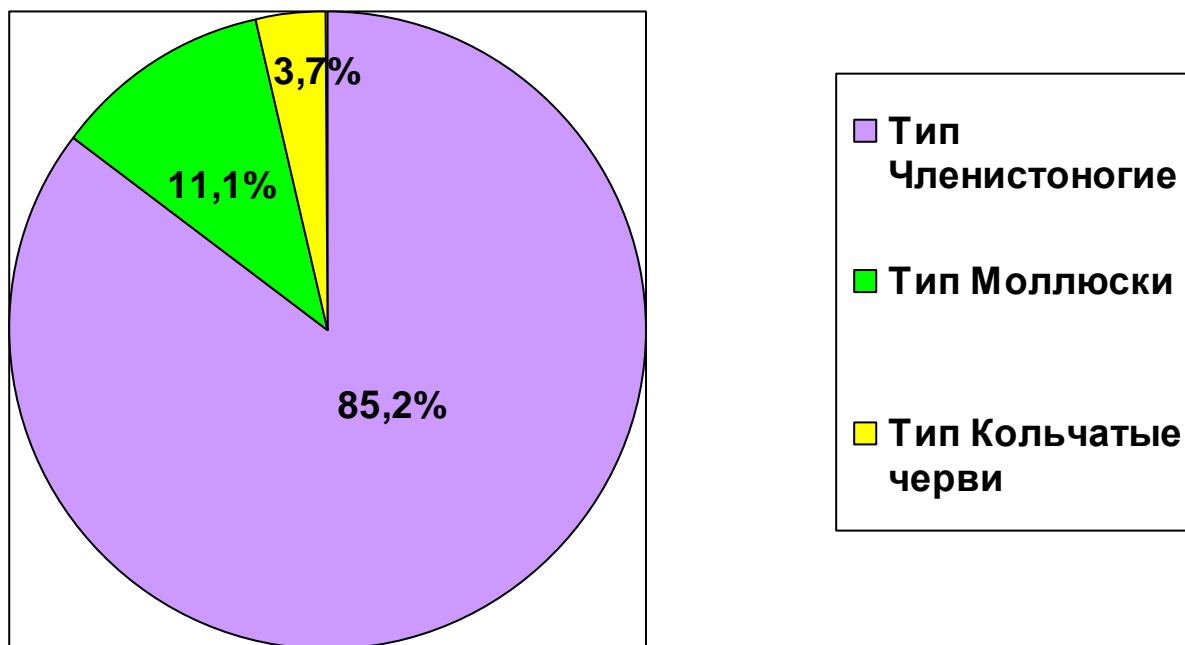


Рис. 2. Видовой состав беспозвоночных животных пруда

Среди беспозвоночных, населяющих пруд, было выявлено 26 видов, относящихся к 8 отрядам, 5 классам и 3 типам беспозвоночных животных. Из них к Типу Членистоногие относятся 85,2 %, к Типу Кольчатые черви - 3,7%, к Типу моллюски - 11,1%.

Соотношение видового обилия гидробионтов отображено в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2

Соотношение видового обилия беспозвоночных животных

Систематическая принадлежность	Количество видов	
	Абсолютное	Относительное (%)
Кл. Малощетинковые черви	1	3,8 %

Кл. Брюхоногие моллюски	2	7,7 %
Кл. Двустворчатые моллюски	1	3,8 %
Кл. Паукообразные	1	3,8 %
Кл. Ракообразные	3	11,6 %
Кл. Насекомые	18	69,3 %
Всего	26	100 %

Среди видового обилия беспозвоночных животных пруда доминируют представители класса Насекомые, что объясняется большим видовым разнообразием данной систематической группы. Следующими по численности стоят представители класса Ракообразные, Паукообразные, Двустворчатые моллюски, Брюхоногие моллюски и Малощетинковые черви.

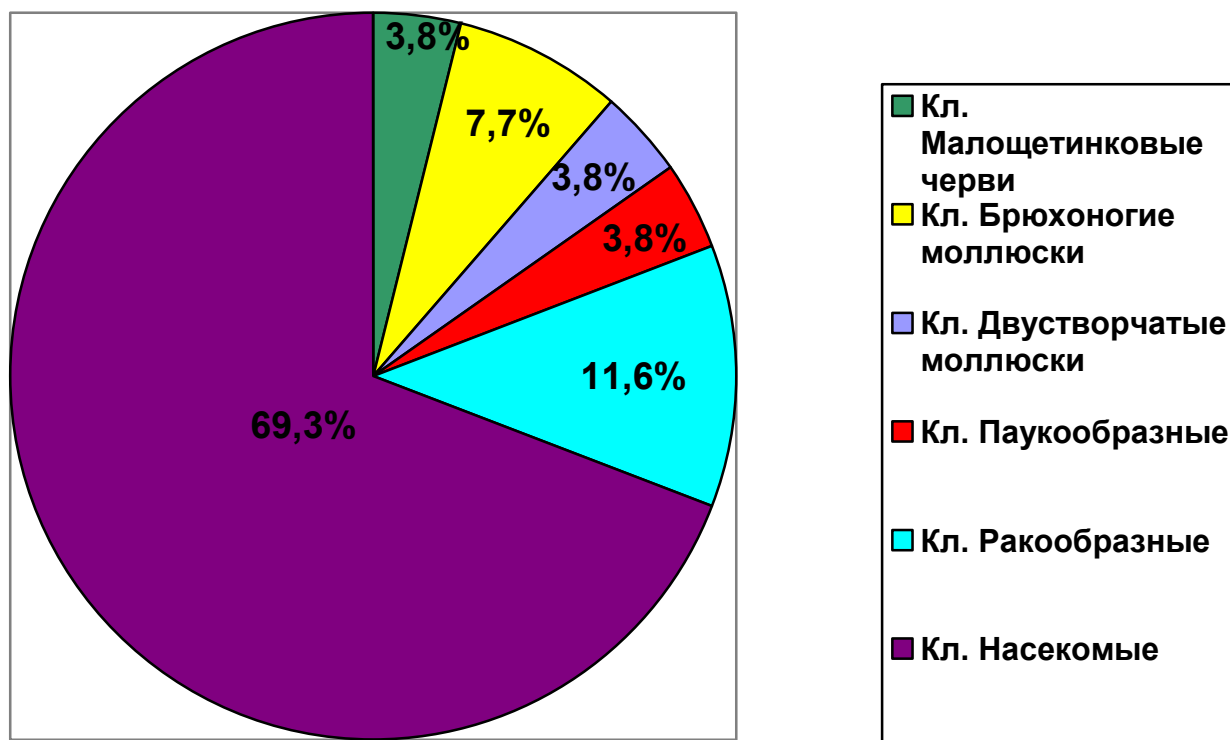


Рис. 3. Соотношение видового обилия беспозвоночных животных

В летний период 2012 года нами изучена встречаемость беспозвоночных животных в экосистеме пруда (табл. 3).

Таблица 3

Встречаемость беспозвоночных животных в пруду

№ п/п	Название вида	Июнь		Июль			Август			Сентябрь
		III	I	II	III	I	II	III	I	
1.	Трубочник обыкновенный						+	+	+	
2.	Прудовик обыкновенный				+	+	+		+	

3.	Прудовик яйцевидный			+	+	+			
4.	Беззубка обыкновенная	+	+		+	+			
5.	Водяной клещик		+						
6.	Бокоплав		+	+					
7.	Дафния			+	+				
8.	Циклоп		+		+				
9.	Личинки стрекоз	+				+	+	+	
10.	Коромысло			+	+				+
11.	Личинки ручейников	+							
12.	Личинки поденок			+	+	+	+	+	+
13.	Большая водомерка	+	+	+	+				+
14.	Личинка гребляка			+			+		
15.	Гребляк				+	+	+	+	
16.	Гладыш		+	+	+				+
17.	Водяной клоп					+	+		
18.	Вертячка				+				
19.	Плавунец			+	+	+	+		
20.	Личинки плавунца окаймленного			+	+			+	
21.	Личинки комара-дергуна	+	+	+					
22.	Личинки обыкновенных комаров	+	+	+	+				
23.	Личинки комаров-долгоножек		+	+	+	+			
24.	Личинки комара-толкунчика	+	+	+	+				
25.	Личинки борода-того комарика		+	+	+	+			
26.	Пузанчик						+	+	

Наибольшая встречаемость отмечена в летние месяцы, что связано с биологическими циклами гидробионтов.

3.2. Трофические группы беспозвоночных животных пруда.

Трофическая структура сообщества формируется в зависимости от характера пищевых взаимоотношений между особями (Алимов, 2001). В соответствии с количеством и характером поступления органических веществ в водную экосистему в нормально функционирующих сообществах насчитывается от двух до пяти трофических уровней, а трофическая структура включает группировки из видов с узким или с широким спектром состава потребляемой пищи [1].

Трофические группы:

- *Фитофаги* — растительноядные организмы. В водных экосистемах основными фитофагами являются мелкие организмы зоопланктона (так называемый растительноядный планктон).

- *Хищники* — организмы, питающиеся другими беспозвоночными организмами.

- *Паразиты* — организмы, длительное время живущие внутри или на теле другого организма — хозяина и питающиеся за его счет.

- *Сапрофаги* (от греч.(греческий) *sarphós* — гнилой и *phágos* — пожира- тель), животные, питающиеся трупами других животных. Главным образом это некоторые ракообразные (особенно донные бокоплавцы, речные раки). Частичными сапрофагами являются многие хищники и всеядные животные. Уничтожая гниющие остатки, сапрофаги выполняют роль санитаров.

- *Миксофаги* - организмы со смешанным питанием.

Несмотря на внешнюю простоту пресноводного водоема, его трофическая структура (система пищевых отношений) достаточно сложна. Высшими растениями питаются личинки насекомых, амфибий, скоблящие брюхоногие моллюски, растительноядные рыбы. Многочисленные простейшие (жгутиковые, инфузории, голые и раковинные амебы), низшие ракообразные (дафнии, циклопы), фильтрующие двустворчатые моллюски, личинки насе-

комых (поденок, стрекоз, ручейников) поедают одноклеточные и многоклеточные водоросли.

Рачки, черви, личинки насекомых служат пищей рыбам и амфибиям (лягушкам, тритонам). Хищные рыбы охотятся за растительноядными, а крупные хищники - за более мелкими.

Органические остатки оседают на дно, на них развиваются бактерии, потребляемые простейшими и фильтрующими моллюсками. Бактерии, жгутиковые и водные виды грибов разлагают органику на неорганические соединения, вновь используемые растениями и водорослями [4].

Причиной слабого развития жизни в некоторых водоемах является низкий уровень содержания минеральных веществ (соединений фосфора, азота и пр.) или неблагоприятная кислотность воды. Внесение минеральных удобрений и нормализация кислотности известкованием способствует развитию пресноводного планктона — комплекса мелких взвешенных в воде организмов (микроскопических водорослей, бактерий и их потребителей: инфузорий, рачков и пр.). Планктон, являясь основанием пищевой пирамиды, питает различных животных, потребляемых рыбами. В результате восстановительных мер продуктивность рыбных хозяйств значительно возрастает [20]

Гидробионты исследуемого водоёма представлены в таблице 4 и на рисунке 4.

Трофические группы беспозвоночных животных пруда Никольский

№ п/п	Систематическая принадлежность	Трофическая специализация				
		Фитофаги	Хищники	Миксофаги	Сапрофаги	Паразиты
1.	Тип Кольчатые черви Класс Малощетинковые черви Трубочник обыкновенный				+	
2.	Тип Моллюски Класс Брюхоногие моллюски Отряд Лёгочные моллюски Прудовик обыкновенный	+				
3.	Отряд Лёгочные моллюски Прудовик яйцевидный	+				
4.	Отряд Лёгочные моллюски Беззубка обыкновенная	+				
5.	Тип Членистоногие Класс Высшие ракообразные Отряд Бокоплавы Бокоплав			+		
6.	Отряд Веслоногие Дафния			+		
7.	Отряд Ветвистоусые			+		

	Циклоп					
8.	Класс Паукообразные Отряд Клещи Водяной клещик					+
9.	Отряд Стрекозы Настоящая стрекоза		+			
10.	Отряд Стрекозы Коромысло		+			
11.	Класс Насекомые Отряд Ручейники Личинки отряда ручейники	+				
12.	Отряд Подёнки Личинки отряда подёнки			+		
13.	Отряд Полужесткокрылые Водяной клоп		+			
14.	Отряд Полужесткокрылые Большая водомерка		+			
15.	Отряд Полужесткокрылые Гладыш		+			
16.	Отряд Полужесткокрылые Гребляк		+			
17.	Отряд Полужесткокрылые Личинки гребляка		+			
18.	Отряд Жесткокрылые Плавунец		+			
19.	Отряд Жесткокрылые		+			

	Пузанчик					
20.	Отряд Жесткокрылые Вертячка		+			
21.	Отряд Жесткокрылые Личинка плавуна окаймлённого		+			
22.	Отряд Жесткокрылые Личинки комар-толкунчика				+	
23.	Отряд Жесткокрылые Личинка комара-дергуна				+	
24.	Отряд Жесткокрылые Личинка обыкновенного комара				+	
25.	Отряд Жесткокрылые Личинка комара-долгоножки				+	
26.	Отряд Жесткокрылые Личинка бородатого комарика				+	
	Итого	5	11	3	6	1

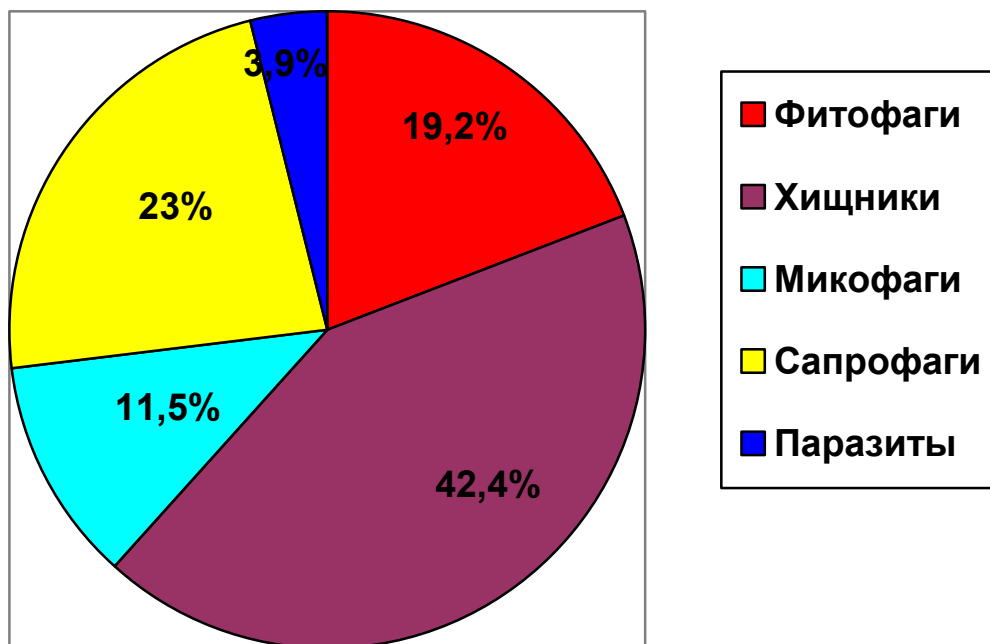


Рис. 4. Трофические группы беспозвоночных животных

Беспозвоночные животные относятся к 5 трофическим группам среди которых доминируют хищники, составляющие 42,4% видов. К этой трофической группе относятся 11 видов беспозвоночных.

Следующей по численности являются сапрофаги. К этой группе относятся 6 видов беспозвоночных, что составляет 23 % видового обилия.

Фитофаги составляют 5 видов беспозвоночных, что составляет 19,2 %. Миксофаги представлены 3 видами беспозвоночных животных - 11,5%.

Наименьшее количество видов относится к паразитам – 1 вид, что составляет 3,9 % видового обилия.

Таким образом, трофическая структура беспозвоночных животных экосистемы пруда демонстрирует классическое соотношение для пирамид численности водных экосистем, преобладают консументы, а не продуценты.

3. 3. Экологические группы водных животных.

Биотопом называется местообитание организма. Существуют четыре принципиально различных группы биотопов: на границах – воздух/вода, вода/дно, воздух/вода/дно и собственно толща воды.

Толщу вод населяют две группы организмов- планктон и нектон. Планктон составляют организмы слишком мелкие, чтобы противостоять силам движения воды и противостоять силам движения воды и контролировать своё положение в воде. Они парят в толще воды и переносятся ею. Растительные организмы планктона составляют фитопланктон – это, главным образом, одноклеточные микроскопические водоросли. Животные, представленные в планктоне - зоопланктон. В эту группу входит множество простейших, коловраток, мелких рачков. Кроме того, в зоопланктон включаются личинки насекомых, рыб, многих организмов бентоса, слишком мелкие и слабые для самостоятельного передвижения в толще воды. Организмы, проводящие в планктоне лишь часть своего жизненного цикла, называются меропланктоном, в отличие от голопланктона – постоянных планктонов.

Активные же пловцы, такие как рыбы, амфибии, рептилии, крупные насекомые и их личинки в пресных водах составляют нектон.

Обитатели биотопа вода/дно составляет бентос. Животные- обитатели дна именуется зообентосом и отличаются большим, как правило, разнообразием, чем планктоны. Здесь можно встретить моллюсков, ракообразных, личинок насекомых, самых различных червей и др.

Биотоп граница воздух/вода населён своеобразными организмами, составляющими целое сообщество, удерживающееся в поверхностной плёнке воды, за счёт силы поверхностного натяжения. Это - нейстон. В нём выделяют эпинейстон (организмы, живущие над плёнкой) и гипонейстон (под плёнкой). В состав нейстона, представленного сравнительно небольшим числом видов, входят некоторые простейшие, одноклеточные. По типу местообитания и об-

разу жизни водные организмы объединяются в следующие группы: нейстон, планктон, нектон и бентос.

Нейстон – живые организмы использующие для передвижения поверхностное натяжение воды (насекомые, моллюски и т.д.). У нейстонных организмов развиваются специальные приспособления для использования физических особенностей поверхностной пленки воды: подвешивание к пленке снизу, дыхание воздухом через пленку и т. п. [19]

Планктон — представляет собой массу растений и животных, большинство из которых имеют микроскопические размеры. Многие из них способны к самостоятельному активному передвижению, однако недостаточно хорошо плавают для того, чтобы противостоять течениям, поэтому планктонные организмы передвигаются вместе с водными массами.

Нектон отличается от планктона тем, что его представители совершают значительные передвижения, а не просто парят в воде. У планктонных организмов, есть органы передвижения, однако они не могут следовать по определенному курсу, и полностью подвластны течению воды. Нектонные организмы в противоположность планктонным приобрели ряд приспособлений, позволяющих им двигаться, плыть, скользить по воде, а иногда даже летать по воздуху на десятки метров (летучие рыбы, кальмары). Чаще всего движение в воде осуществляется за счет изгибания тела (например, пиявки). Представители нектона используют силу реактивной струи. Личинки насекомых, таких как стрекоза, втягивают и выбрасывают воду из задней кишки. У многих нектонных организмов для уменьшения сопротивления воды выработалась обтекаемая форма, при которой наблюдается наименьшее сопротивление.

Бентос — Организмы, живущие на дне, приобрели ряд приспособлений к удержанию на твердом грунте и выработали эффективные способы передвижения как по поверхности грунта, так и внутри грунта. Почти все гидробионты, входящие в бентос, приспособлены временно выходить в толщу воды, и переходить в нектонное состояние. Для удержания на грунте бентосные

организмы увеличили свой удельный вес за счет тяжелого скелета и развили различные органы прикрепления к грунту [23]

Беспозвоновые животные Никольского пруда представлены 4 экологическими группами, которые отражены в таблице 5 и на рисунке 5.

Таблица 5

Экологические группы гидробионтов пруда

№ п/п	Систематическая принадлежность	Нейстон	Планктон	Нектон	Бентос
1.	Тип Кольчатые черви Класс Малощетинковые черви Трубочник обыкновенный				+
2.	Тип Моллюски Класс Брюхоногие моллюски Отряд Лёгочные моллюски Прудовик обыкновенный				+
3.	Отряд Лёгочные моллюски Прудовик яйцевидный				+
4.	Отряд Лёгочные моллюски Беззубка обыкновенная				+
5.	Тип Членистоногие Класс Ракообразные Отряд Десятиногие ракообразные Бокоплав				+
6.	Отряд Ветвистусые ракообразные Дафния		+		
	Отряд Веслоногие		+		

7.	ракообразные Циклоп				
8.	Класс Паукообразные Отряд Клещи Водный клещик				+
9.	Класс Насекомые Отряд Стрекозы Настоящая стрекоза				+
10.	Отряд Стрекозы Коромысло				+
11.	Отряд Ручейники Личинки отряда ручейники				+
12.	Отряд Подёнки Личинки отряда подёнки				+
13.	Отряд Полужесткокрылые Водяной клоп			+	
14.	Отряд Полужесткокрылые Большая водомерка	+			
15.	Отряд Полужесткокрылые Гладыш			+	
16.	Отряд Полужесткокрылые Гребляк			+	
17.	Отряд Полужесткокрылые Личинки гребляка			+	
18.	Отряд Жесткокрылые Вертячка		+		
19.	Отряд Жесткокрылые Пузанчик			+	
20.	Отряд жесткокрылые Плавунец			+	
21.	Отряд Жесткокрылые				+

	Личинка плавунца окаймлённого				
22.	Отряд Жесткокры- лые Личинка комара- дергуна				+
23.	Отряд жесткокры- лые Личинки комара- толкунчика				+
24.	Отряд Жесткокры- лые Личинка обыкно- венного комара				+
25.	Отряд Жесткокры- лые Личинка комара- долгоножки				+
26.	Отряд Жесткокры- лые Личинка бородато- го комарика				+
	Итого	1	3	6	16

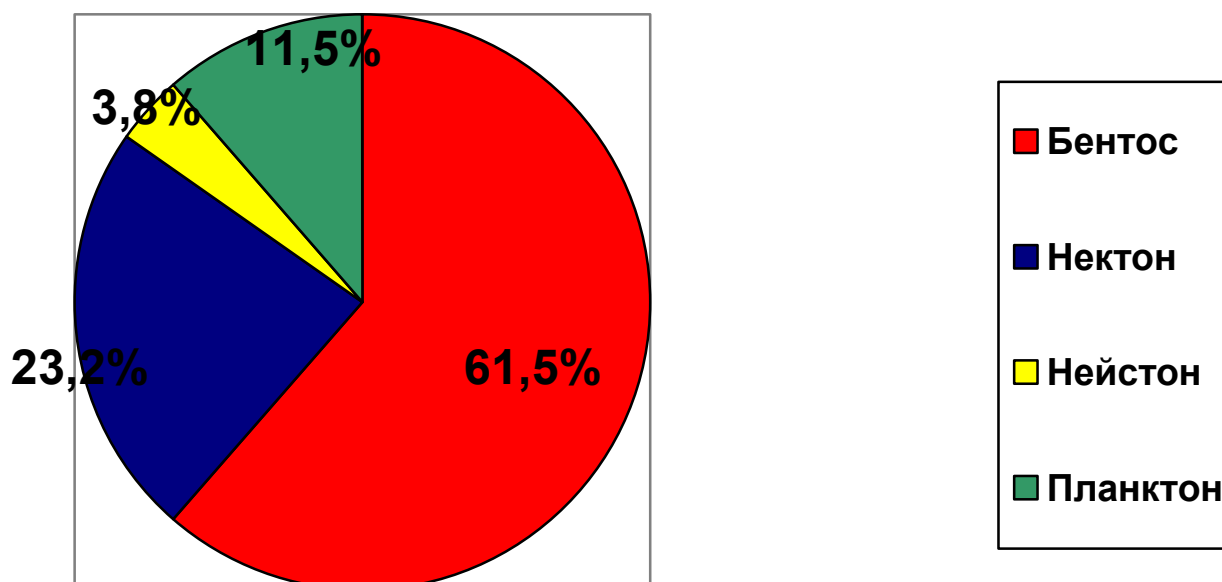


Рис. 5. Экологические группы беспозвоночных животных

Среди беспозвоночных, населяющих пруд, доминируют бентосные животные. К этой экологической группе относятся 61,5% (16 видов) видового обилия гидробионтов. Следующей по численности из экологических групп является нектон - 23,2 % видового обилия или 6 видов беспозвоночных. На долю планктона приходится 11,5% (3 вида), нейстона – 3,8 % (1 вид) видового обилия гидробионтов.

3.4. Оценка качества экосистемы пруда.

Важнейшей комплексной характеристикой состояния водоема является уровень его сапробности.

Сапробность — характеристика водоема, показывающая уровень его загрязненности органическими веществами и продуктами их распада. По нарастанию количества органических веществ различают водоемы:

- *олигосапробные* (практически незагрязненные) - практически чистые водоемы: цветения не бывает, содержание кислорода и углекислоты не колеблется. На дне мало детрита, автотрофных организмов и бентосных животных (червей, моллюсков, личинок хирономид). Встречаются коловратка *Notholka longispina*, ветвистоусые рачки *Daphnia longispina* и *Bythotrephes longimanus*, личинки поденок, веснянок, рыбы стерлядь, голянь, форель.

- *бета-мезосапробные* (слабо или умеренно загрязненные) - содержание кислорода и углекислоты колеблется в зависимости от времени суток: днем избыток кислорода, дефицит углекислоты; ночью – наоборот. Нет нестойких органических веществ, произошла полная минерализация, много детрита. Много организмов с автотрофным питанием, высокое биоразнообразие, но численность и биомасса невелика. Наблюдается цветение воды, так как сильно развит фитопланктон. Впервые появляется роголистник *Ceratophyllum demersum*. Много корненожек, солнечников, червей, моллюсков, личинок хирономид, появляются мшанки. Встречаются ракообразные и рыбы.

- *альфа-мезосапробные* (загрязненные) - Протекают окислительно-восстановительные процессы, начинается аэробный распад органических веществ, образуется аммиак, углекислота. Кислорода мало, но сероводорода и метана нет. Железо находится в окисной и закисной формах. Ил серого цвета и в нем содержатся организмы, приспособленные к недостатку кислорода и высокому содержанию углекислоты. Преобладают растительные организмы с гетеротрофным и миксотрофным питанием. Количество сапрофитных бакте-

рий определяется десятками и сотнями тысяч в 1 мл. Встречаются в массе сидячие инфузории (*Carchesium*), коловратки (*Brachionus*), много окрашенных и бесцветных жгутиковых. В илах много тубифицид (олигохеты) и личинок хирономид.

- *полисапробные* — сильно загрязненные органикой. Дефицит кислорода: он поступает в поверхностный слой только за счет атмосферной аэрации и полностью расходуется на окисление. В воде содержится значительное количество нестойких органических веществ и продуктов их анаэробного распада, в основном, белкового происхождения, а также сероводород и метан. Процессы фотосинтеза угнетены. На дне кислорода нет, много детрита, идут восстановительные процессы, железо присутствует в форме FeS, ил черный с запахом H₂S. Очень много сапробитной микрофлоры. Хорошо развиты гетеротрофные организмы: нитчатые бактерии (*Sphaerotilus*), серные бактерии (*Beggiatoa*, *Thiothris*), бактериальные зооглеи (*Zoogloea ramigera*), простейшие - инфузории (*Paramecium putrinum*, *Vorticella putrina*), бесцветные жгутиковые, олигохеты *Tubifex tubifex*, водоросль *Polytoma uvella* [25].

Как правило, высокие концентрации органических веществ в водоемах вызываются сбросом в них сточных вод бытового и сельскохозяйственного происхождения. Под сапробностью какого-либо вида животных или растений понимают его способность обитать в воде с соответствующим уровнем органического загрязнения.

Существует несколько десятков методов биологического анализа пресных вод, позволяющие оценить среднюю сапробность биоценоза и облегчающие понимание результатов биологического анализа [25].

Биотический индекс Вудивисса - один из наиболее надёжных и широко используемых в мире методов биологической оценки качества воды. Относительная трудоёмкость и сложность работы с его помощью окупается высокой достоверностью получаемых результатов.

Индекс Вудивисса учитывает сразу два параметра бентосного сообщества: общее разнообразие беспозвоночных и наличие в водоёме организмов,

принадлежащих к «индикаторным» группам. В эти группы объединены животные, характеризующиеся определённой степенью сапробности. При повышении степени загрязнённости водоёма представители этих групп исчезают из него.

Индекс Майера - это более простая методика, основные преимущества которой: никаких беспозвоночных не нужно определять с точностью до вида; методика годится для любых типов водоёмов. Метод использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоёмам с определённым уровнем загрязнённости [22].

Метод измерения сапробности Пантле-Букка и его модификации представляют собой наиболее разработанную систему биоиндикации. Однако применимость его весьма ограничена по нескольким причинам: требуется определение организмов до вида; необходимы сбор и обработка количественных данных; известные списки индикаторов включают западноевропейские виды, составляющие обычно менее трети состава сообществ Европейской России. Модификация индекса сапробности по М.В. Чертопруду более объективна для территории Европейской России, так как был доработан список таксонов-индикаторов, главным образом за счет его расширения. Кроме того, была поставлена задача предварительной оценки изменчивости индекса в природных водоёмах.

Основой для вычисления сапробных значений каждого таксона послужил показатель населенности водозабора (антропогенной нагрузки) изученных водоемов, переведённый в баллы. Для каждого таксона вычислено среднее значение антропогенной нагрузки, которое и стало сапробностью этого таксона. Индикаторный вес таксонов выбирался на основе коэффициента эксцесса (меры разброса встречаемости таксона по водоемам с различной антропогенной нагрузкой). В качестве таксонов-индикаторов взяты почти все характерные семейства пресноводного макрозообентоса Европейской России [24, 25].

Таблица 6

Индикаторные группы беспозвоночных животных водоёма

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязнен- ных водоемов, Z
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров- звонцов
Личинки поденок	Речной рак	Пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров – дол- гоножек	Прудовики
Двустворчатые моллюс- ки	Моллюски-катушки,	Личинки мошки
	Моллюски-живородки	Малощетинковые черви

Наличие этих индикаторных групп характеризует водоёмы, как бета-мезосапробные, то есть слабо или умеренно загрязнённые.

Модификация индекса сапробности по М.В. Чертопруду.

Таблица 7

Список таксонов- индикаторов сапробности исследуемого водоема

Таксон	S	J
Стрекозы		
Aeschnidae	3.0	3.0
Подёнки		
Ephemerae	1.5	2.0
Клопы		
Notonectidae	3.0	2.0
Corixidae	2.5	1.0
Жуки		
Gyrinidae	2.5	1.0
Hydrophilidae	3.0	1.0
Chrysomelidae	3.0	1.0

S-сапробность.

J-индикаторный вес таксона.

Индекс сапробности по нашим данным составляет 2,63, что свидетельствует об отсутствии существенного загрязнения исследуемого водоёма, и что соответствует показателям, характерным для прудов средней полосы России, размеры которых менее километра [25] .

Выводы

1. В экосистеме пруда было выявлено 26 видов беспозвоночных животных, относящихся к 8 отрядам, 5 классам и 3 типам беспозвоночных животных. Из них к Типу Членистоногие относятся 85,2 % видового обилия, к Типу моллюски - 11,1%, к Типу Кольчатые черви - 3,7% видового обилия гидробионтов.
2. Беспозвоночные животные относятся к 5 трофическим группам – фитофаги, хищники, паразиты, сапрофаги, миксофаги. Среди которых доминируют хищники, составляющие 42,4% видового обилия. Сапрофаги составляют 23 % видового обилия, фитофаги - 19,2 %, миксофаги - 11,5%, паразиты - 3,9 % видового обилия.
3. Беспозвоночные животные пруда относятся к 4 экологическим группам - нейстон планктон, нектон, бентос. Среди беспозвоночных доминируют обитатели бентоса, которые составляют 61,5 % видового обилия. Следующей по численности из экологических групп является нектон - 23,2 % видового обилия, планктон составляет 11,5 %, нейстон – 3,7 % .
4. Уровень сапробности пруда бета-мезосапробный. Индекс сапробности равен 2,63, что соответствует показателю индекса сапробности для прудов средней полосы России.

Список используемой литературы:

- 1.Алексеев,В.И. Фауна и экологические особенности водных жесткокрылых а так же связанных с водой видов и семейств [Текст] :автореф.Дис...канд.биол.наук.:03.00.16./В.И Алексеев, Калининград 2004
- 2.Алексеев В.А. Основы биоиндикации качества вод на уровне на уровне организмов с. 107-121 [Текст] В.А. Алексеев //Водные ресурсы.-1984. -№2
- 3.Алимов,А.Ф Биологическое разнообразие и экологические системы [Текст] /А.Ф.Алимов //Экология и образование, 2006 -№1,2 с.- 2-6
- 4.Байчоров, В.М. Фауна водных беспозвоночных озера Московица (Березенский биосферный заповедник) [Текст] / В.М.Байчоров, М.Д. Мороз, Ю.Г. Гигиняк, В.В.Вежновец //Природные ресурсы,-2002, -№1
- 5.Баканов, А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоёмов с. – 108-111 [Текст] / А.И. Баканов //Биология внутренних вод, -2000, -№1
6. Биологический энциклопедический словарь [Текст] / Гл. Ред. М.С. Гиляров; Редкол.: А.А. Баев, Г.Г. Винберг, Г.А. Заварзин и др. – 2-е изд., исправл. – М.: Сов. Энциклопедия, 1986 – 864 с.
- 7.Булухто, Н.П. Беспозвоночные животные как индикаторы экологического состояния р.Упы [Текст] / Н.П.Булухто //Сб.экология в теории и практике. Материалы межвузовской научно-практической конференции Белгород,-1993
- 8.Булухто, Н.П., Вода в колодце на комаринском ручье –Угроза здоровью населению посёлка [Текст] / Н.П. Булухто, В.Л Домнина, А.А. Короткова, В.А. Терехова // Вестник новых медицинских технологий. – 2012
- 9.Булухто, Н.П. Дигрессия и возможные пути восстановления экосистемы Комаринского ручья (Тульская область) [Текст] / Н.П. Булухто, В.Л Домнина, А.А. Короткова, В.А. Терехова // Проблемы региональной экологии. – 2012 -№2

10. Булухто, Н.П. Биоиндикация сапробности водоёмов) [Текст] / Н.П. Булухто, А.А. Короткова // Экология речных бассейнов: труды 5-й Международной научн.-практич. Конференции Владим. Гос. Уни-т. -2009

11. Булухто, Н.П. Биоиндикация состояния прудов Центрального парка Проблемы Северо-запада [Текст] / Н.П. Булухто, А.А. Короткова // Экология и образование: материалы научно-практической конференции. -1999

12. Булухто, Н.П. Гидробионты Шатского водохранилища и их использование в качестве сапробности воды [Текст] / Н.П. Булухто, А.А. Короткова // Материалы научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ТГПУ им. Л.Н. Толстого. – 1998

13. Булухто, Н.П. Оценка сапробности малых рек с помощью простейших

[Текст] / Н.П. Булухто, А.А. Короткова // Материалы научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ТГПУ им. Л.Н. Толстого. – 1998

14. Булухто, Н.П. Фауна простейших стоячего водоёма. Фауна Центрального Нечерноземья и формирование экологической культуры

[Текст] / Н.П. Булухто, А.А. Короткова // Материалы 1-й региональной конференции.- Липецк, 1996

15. Булухто, Н.П. Фауна простейших и сапробность воды Яснополянского пруда [Текст] / Н.П. Булухто, А.А. Короткова // Материалы научно-практической конференции, посвящённой 50-летию образования Тульского областного общества охраны природы. – Тула, 1997

16. Булухто, Н.П. Применение оперативного метода биоиндикации для оценки экологического состояния вод р.Воронки [Текст] / Н.П. Булухто, Ю.В. Шумилова // Международный экологический конгресс. – СПб, 2000

17. Вертьянов, С.Ю. Свойства экосистем [Электронный ресурс] / С.Ю. Вертьянов // Образовательный портал слово. <http://www.portal-slovo.ru/art/3622.php>

18. Догель, В.А. Зоология беспозвоночных [Текст] / Догель В.А. – М.:Высшая школа,1975
19. Зилов, Е.А. Гидробиология и водная экология: предмет, методы, цели и задачи, история терминология гидробиологии, [Текст] : методические указания / Е.А. Зилов – Иркутск : изд-во ун-та 2006. – 22 с.
- 20.Кочурова, Т.И. Мониторинг качества воды рек Вятки и Чепцы [Текст] / В.И. Кочурова, Н.Н. Ходырев // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: теория, методика, практика: Матер Всероссийской науч. Школы. – Киров, 2003. – с. 110- 112.
21. Лакеева, Т.С. "Фауна беспозвоночных животных пруда" - Молодёжь и наука 3- е тысяч- е. Ст. в студ-й науч.- практ. конференции. Тула: Изд. ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2012 с.-3.
22. Лаборатория пресноводной и экспериментальной гидробиологии [Электронный ресурс] . – [http:// www.zin.ru](http://www.zin.ru)
23. Ляндсберг, А.Р. Биоиндикация состояния пресноводного водоёма с помощью донных организмов [Текст] / А.Р Ляндсберг . – С.-Петербург : Наука, 2004.- 48 с. (Вудвисс)
24. Чертопруд, М.В. Модификация индекса сапробности Пантле- Букка для водоёмов Европейской России [Текст] / М.В. Чертопруд // Сборник материалов международной конференции «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем » (Санкт-Петербург, 23-27 октября 2006 г.). СПб., 2007 – с.298-302
25. Чертопруд, М.В. Модификация метода Пантле-Букка для загрязнения водотоков по качественным показателям макробентоса [Текст] / М.В. Чертопруд // Водные ресурсы. – 2002. – Т. 29 - №3. С. 337-342
26. Чеворыкина, Е.Ю. Видовой состав фауны искусственных водоёмов [Текст] / Е.Ю. Чеворыкина // Всероссийская молодёжная конференция « Актуальные проблемы химии и биологии » - Пущино,2012 с.- 124

27. Шитиков, В.К. Количественная гидроэкология [Текст] : методы системной идентификации / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.