

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ  
КАФЕДРА ЗООЛОГИИ И ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ  
Направление подготовки 06.03.01 Биология  
Профиль «Зоология и общая биология»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
ВЕТЛУЖСКИХ СЕРГЕЯ ДМИТРИЕВИЧА  
ВОДНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ В ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ И  
ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Работа завершена:


" 08 " 06 2020 г.



(С. Д. Ветлужских)

Работа допущена к защите:

Научный руководитель  
Кандидат биологических наук, доцент  
" 08 " 06 2020 г.



(Л. А. Фролова)

Заведующий кафедрой  
Кандидат биологических наук, доцент  
" 09 " 06 2020 г.



(Р. М. Сабиров)

Казань – 2020

## РЕФЕРАТ

Ключевые слова: палеоэкология, палеоклиматология, палеолимнология, водные беспозвоночные, субфоссильные остатки, донные отложения, Cladocera, Государственный природный заповедник «Ненецкий»

Важным инструментом при проведении палеоэкологических и палеоклиматических реконструкций являются водные беспозвоночные. Они представляют собой массовую группу водных организмов, имеют широкую экологическую пластичность и обширный диапазон реакций на изменения физических, гидрохимических и климатических факторов. В целях исследования палеоэкологии и палеоклимата используются субфоссильные остатки погибших беспозвоночных, которые имеют свойство накапливаться в донных отложениях различных водоемов.

История использования водных беспозвоночных в целях изучения геохронологических закономерностей и реконструкции палеоклимата уходит корнями в древность. В XX веке беспозвоночные стали активно изучаться в контексте палеоэкологии и палеоклиматологии, появились исследования тафономии их остатков и были выработаны методики их определения. Некоторые группы, такие как Cladocera, Diptera, Protozoa и другие зарекомендовали себя как удобный материал для проведения палеорекоkonструкций.

В работе изложены результаты кладоцерного анализа 11 озер на территории Государственного природного заповедника «Ненецкий». Доминантные виды всех озер представлены *Bosmina longispina* и *Chidorus sphaericus*. Полученные данные свидетельствуют об олиготрофности вод исследуемых озер. Присутствуют виды, ассоциированные с увеличивающейся трофностью вод.

Работа изложена на 63 страницах, содержит 2 таблицы, 9 иллюстраций. Список литературы включает 178 источников, 139 из которых на иностранном языке.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	7
1.1. История использования водных беспозвоночных в палеоэкологических исследованиях.....	7
1.1.1. Участие водных беспозвоночных при формировании палеонтологии, палеоклиматологии и палеоэкологии.....	7
1.1.2. Возникновение палеонтологии и становление палеоэкологии.....	10
1.1.3. Водные беспозвоночные у истоков палеоэкологии и палеоклиматологии.....	12
1.2. Современное положение водных беспозвоночных в палеоэкологических и палеоклиматологических исследованиях.....	16
1.2.1 Основные группы водных беспозвоночных в палеоэкологическом и палеоклиматическом анализе.....	17
Глава 2. Материалы и методы.....	35
2.1. Подготовка проб донных отложений.....	37
2.2. Идентификация и подсчет субфоссильных остатков.....	37
Глава 3. Результаты .....	39
3.1. Физико-географическая и гидрологическая характеристика озер....	39
3.2. Кладацерная фауна исследуемых озер.....	41
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ .....	44
ВЫВОДЫ .....	45
ЛИТЕРАТУРА.....	47



## ВВЕДЕНИЕ

Климат, как важнейший фактор окружающей среды, оказывает огромное влияние на сообщества живых организмов и формирование геологических пород. Потому осадочные породы, формировавшиеся на поверхности Земли в прошлом, а также хранящиеся в них остатки растений и животных несут в себе информацию о климате, присутствии времени и месту их образования (Синицын, 1980). Эта информация отражена в танатоценологических и экологических характеристиках существовавших на исследуемых территориях сообществ живых организмов. Изучая заключенную в осадочных породах информацию, можно реконструировать климатическое и экологическое состояние земли минувших эпох, проследить и вывести различные географические, геологические и геохронологические закономерности (Вялов, 1993).

Отдельного внимания в развитии палеоклиматологии заслуживает роль палеоэкологии - науки о «взаимоотношениях между миром организмов геологического прошлого и средой их обитания» (Геккер, 1957). Сообщества древних живых организмов представляют собой невообразимо огромный источник информации, проливающий свет на взаимоотношения как отдельных организмов, так и популяций друг с другом, объясняющий влияние на них различных абиотических факторов, закономерности эволюционного развития организмов и их адаптации к изменяющимся условиям среды (Киселев, 2000). Теоретически и концептуально палеоэкология основана на современной экологии, однако отличается от последней в некоторых ключевых аспектах. Если современные экологи имеют возможность делать выводы на основе наблюдательных данных, то палеоэкологам приходится изучать окаменелые и полуокаменелые остатки некогда живых организмов, «разбросанные» в геологических пластах различных эпох. Диапазон временных периодов, доступных для изучения палеоэкологами, весьма велик, и может варьироваться от прошлого года до миллионов лет до нашей эры, а пространственный масштаб исследований может занимать от нескольких квадратных метров до целых континентов (Киселев, 2000; Dodd, 1990; Seppä, 2009). Изучением



закономерностей формирования и захоронения органических остатков, перехода их из биосферы в литосферу занимается наука тафономия. (Ефремов, 1940; Gifford, 1981).

Палеоэкологические исследования водных экосистем предоставляют ученым внушительный базис для реконструкции истории развития водоемов и, что немаловажно, окружающих их территорий, местного климата. Особую актуальность исследования изменений климата на основе водных экосистем приобрели из-за нарастающего влияния деятельности человека на глобальный климат и локальное состояние различных водоемов (Беспалый, 1978; Пестрякова, 2016; Wojewódka, 2020). Человеческая деятельность успела оказать свое влияние на формирование донных отложений, создав тем самым проблему «отпечатка пальца» (Cronin, 1999; Caesar, 2018). Хорошими индикаторами для палеоэкологических исследований являются останки растений. Палс (Pals, 1980) в своей работе по исследованию болот северной Голландии приводит данные по обнаружению следов более 60 родов высших и низших растений, в частности их пыльцы и спор. Различные водоросли, в особенности диатомовые, могут использоваться в палеоэкологических реконструкциях, велика роль использования останков растений в целях дендрохронологического анализа (Kipfmüller, 2001).

Важнейшую роль в палеоэкологических реконструкциях играют водные беспозвоночные организмы, которые, в силу своей массовости, широкой экологической пластичности и наличия разнообразных экзоскелетных структур, предоставляют прекрасный источник данных об истории водоемов. Почти все основные группы беспозвоночных организмов способны сохраняться в донных отложениях в виде фоссилий и субфоссилий (Назарова, 2011). Так, в голоценовых отложениях озер западной Гренландии были обнаружены останки различных представителей водных Amoebozoa, Porifera, Coleoptera, Trichoptera, Diptera, Acariformes, вдобавок к ним в отложениях были обнаружены и наземные Hemiptera, Hymenoptera и Diptera, а также останки водных и наземных позвоночных животных (Bennike, 2000; Eisner 1995). Одним из бурно



развивающихся направлений в палеоклиматических, палеоэкологических и палеолимнологических реконструкциях нынче является карцинологический анализ донных отложений озер. Представители ветвистоусых ракообразных обитают в самых различных по типологии вод экосистемах, являются массовой группой зоопланктона и играют весомую роль в биотическом балансе энергии и веществ в водоемах (Фролова, 2011).

Актуальность работы состоит в исследовании экологического состояния озер северных широт на примере государственного природного заповедника «Ненецкий» и создании подробного обзора литературы, посвященной водным беспозвоночным в палеоэкологии и палеоклиматологии.

Целью данной работы является обзор литературных данных, касающихся использования водных беспозвоночных в палеоэкологических и палеоклиматологических исследованиях, а также анализ и интерпретация данных, полученных в результате кладоцерного анализа 11 озер, находящихся в дельте р. Печоры на территории Государственного природного заповедника "Ненецкий"

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести подробный анализ литературы, посвященной использованию водных беспозвоночных в палеоэкологических и палеоклиматологических исследованиях
2. Провести анализ работ, посвященных использованию в вышеописанных целях основных групп беспозвоночных
3. Проиллюстрировать способ применения водных беспозвоночных в палеоэкологических и палеоклиматологических исследованиях на примере кладоцерного анализа 11 озер, находящихся на территории Государственного природного заповедника "Ненецкий".
4. Сделать выводы об экологическом состоянии озер на основе полученных данных.



## ВЫВОДЫ

1. Был проведен обзор литературных данных, касающихся истории использования водных беспозвоночных в палеонтологии, палеоэкологии и палеоклиматологии. Также был представлен обзор данных по основным группам беспозвоночных животных, используемых в палеоклиматических и палеоэкологических реконструкциях. Дано краткое описание особенностей их использования и специфики захоронения в донных отложениях.

2. Приоритетными для проведения палеоклиматических и палеоэкологических реконструкций являются беспозвоночные, остатки которых имеют высокую степень сохранности в донных отложениях. Не менее актуально наличие признаков, позволяющих с высокой точностью определить погибших организмов до родового и видового уровня, а также массовость группы и ее высокая экологическая пластичность.

3. Самыми перспективными для палеоэкологических и палеоклиматологических реконструкций можно считать такие таксоны, как Protozoa, Cladocera и Diptera. Остатки данных организмов имеют высокую степень сохранности в донных отложениях, для них выработаны хорошие методики определения до родового и видового уровней, изучена их тафономия. Существуют обширные данные, касающиеся особенностей реакции представителей данных групп на колебания широкого спектра физических и гидрохимических показателей. Это позволяет реконструировать такие параметры водоемов, как pH, соленость, давление, температура, изменение глубины, содержание в воде различных минеральных веществ и трофность водоема.

4. Наименее перспективными оказались такие таксоны, как Rotifera, Turbellaria, Copepoda. Их останки достаточно плохо сохраняются в отложениях, подвержены быстрому разложению и повреждению. Существует очень мало материалов, посвященных определению остатков и их тафономии. Сравнительно невелик объем известных данных, касающихся реакции этих организмов на различные колебания условий среды.



стоит отметить крупных Branchiopoda, которые, несмотря на изученность, практически не представлены в заселенных рыбой водоемах, и потому не могут послужить для их реконструкций. Тем не менее, по останкам данных таксонов можно реконструировать некоторые параметры, включая температуру, качество воды и собственно наличие или отсутствие рыб-планктонофагов.

5. Было проведено исследование фаунистического комплекса Cladocera на территории 11 озер, находящихся в дельте р. Печоры. Выявлены различия в фауне озер. Водоемы сильно отличались по количеству найденных остатков и разнообразию видового состава, самым плодовитым и разнообразным оказалось озеро Арктопимберто. Самым же скудным и по количеству останков, и по количеству видов – озеро 18-Ре-10.

6. Практически в каждой пробе обнаружались сильно хитинизированные останки насекомых, различные одноклеточные водоросли (например, *Pediastrum sp.*). Были обнаружены фрагменты сфагнома и политрихиевых мхов. В одной из проб, как это ни странно, присутствовал целый плоский червь, принадлежащий к отряду трикладид.

7. Наибольшая частота встречаемости *Bosmina longispina*, вероятно, указывает на олиготрофность исследованных озер. Тем не менее, во всех озерах присутствуют виды, ассоциированные с увеличивающейся трофностью, такие как *Chidorus sphaericus*, *C. gibbus* и *Leydigia sp.*