

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа
«Школа Будущего»

**Зоопланктон озерковых комплексов верховых болот
Свиное и Большое Моховое Калининградской области**

Автор: Кострыгин А. Д.,
ученик 10 класса МБОУ СОШ «Школа
будущего»

Руководители: Полунина Ю. Ю.,
к. б. н., ст. научный сотрудник Атлантич
еского отделения Института океанологи
я им. П.П. Ширшова РАН
Рубцова О. А., учитель биологии МБОУ
СОШ «Школа будущего»

Калининград
2023 г.

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Литературный обзор	5
Глава 2. Материал и методы.....	7
Глава 5. Результаты и обсуждение.....	9
Выводы.....	14
Список литературы.....	15

Введение

Верховые болота играют ключевую роль в биосфере как экосистемы, способные аккумулировать углерод и пресную воду на долгие десятилетия в виде торфяных отложений, а также очищать воды, проходящих через болотный торф, в том числе и от химического загрязнения. На верховых болотах складываются особые климатические и гидрологические условия, в следствии чего на территории данных экосистем распространены особые виды растений и животных. Зачастую видовой состав флоры и фауны болот обусловлен исторически.

В Калининградской области болота занимают около 6% её территории, значительную часть от них составляют верховые или олиготрофные болота, которые делятся на лесные и грядово-мочажинные по видовому и численному составу растений. Яркими примерами лесных и грядово-мочажинных верховых болот являются Свиное и Большое Моховое болота соответственно, которые и были взяты в качестве исследуемых территорий.

На территории Калининградской области верховые болота начали своё формирование ещё 10000 лет назад, путём зарастания котловин, образованных отступающим ледником. Свиное болото является исключением - оно сформировалось около 1000 лет назад в ходе занесения песком пролива Брокист и последующего его зарастания.

На территории Калининградской области исследования зоопланктона озерковых комплексов верховых болот почти не проводились. Отсутствует информация о зоопланктоне этих озер. Важной частью почти любой водной экосистемы являются планктонные организмы, которые при этом являются основой трофических цепей. Озерковые комплексы верховых болот не являются исключением, следовательно, мезозоопланктон (его состав и количественное развитие) может влиять на другие комплексы живых организмов, обитающих в озерковых комплексах болот.

Цель: Изучить состав, структуру и количественные показатели зоопланктона озерковых комплексов верховых болот Калининградской области: Свиного и Большого Мохового.

Задачи:

1. Описать видовой состав и структуру мезозоопланктона.
2. Проанализировать количественные показатели мезозоопланктона.
3. Провести сравнительный анализ зоопланктона озер Свиного и Большого Мохового болот.

Гипотеза: видовой состав и численность зоопланктона озерковых комплексов верховых сфагновых болот (Свиного и Большого Мохового) Калининградской области сходен.

Литературный обзор

Большое Моховое болото - крупнейшее болото Калининградской области (4,9 тыс. га), расположенное в Славском районе на Неманской низменности и входящее в Государственный природный заказник «Громовский». Большое Моховое болото состоит по большей части из грядово-мочажинных комплексов, также там находится множество озерковых комплексов. Среди растений доминируют сосна обыкновенная (*Pinus Sylvestris*), багульник болотный (*Rhododendron tomentosum*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), водяника чёрная (*Empetrum nigrum*) и несколько видов сфагnumовых мхов (*Sphagnum rubellum*, *Sphagnum palustre*). Кроме того, встречаются два вида росянок: английская (*Drosera anglica*) и круглолистная (*Drosera rotundifolia*), также Большое Моховое болото - единственное место в России, где встречаются печёночные мхи [1].

Свиное болото является сильно заросшим верховым болотом, расположенном на месте бывшего пролива Брокист. Среди растений доминируют сосна обыкновенная (*Pinus Sylvestris*), несколько видов сфагnumовых мхов (*Sphagnum molle*, *Sphagnum angustifolium*) и багульник болотный (*Rhododendron tomentosum*) [1].

Исследовательские работы, специализирующиеся на изучении мезозoopланктона озерковых комплексов верховых болот на территории Калининградской области не проводились. Однако в других регионах РФ был проведён ряд работ, особенно в Вологодской области.

В одной из работ В. Л. Зайцевой, Д. А. Филипповым и Е. В. Лабуничевой в течении трёх лет был проведён видовой анализ одного из ручьев, протекающих по территории Шиченгского болота в Вологодской области [2]. По результатам анализа выявлено преобладание эврибионтных видов среди zoопланктона, при этом в общей биомассе преобладают веслоногие ракообразные, хотя по разнообразию коловратки и ветвистоусые ракообразные их превосходят. Также в ходе исследования не были обнаружены фитофильные виды клadoцер, что связано с малым количеством

фитопланктона в изучаемом водоёме. Таким образом, в болотных водоёмах преобладают детритные трофические цепи и, следовательно, детритофаги и хищники.

По данным исследований озерковых комплексов на территории болота Шиченгское [3], как и в предыдущем исследовании, коловратки и ветвистоусые ракообразные доминировали по количеству видов, тогда как веслоногие ракообразные доминировали по биомассе. Также в работе показана сильная зависимость видового состава мезозoopланктона от сезона: в весенний период доминируют коловратки, которых в летний период сменяют ракообразные, а в осенний период веслоногие ракообразные начинают доминировать над ветвистоусыми ракообразными по биомассе. Кроме того, в работе сказано о низкой теплоотдаче сфагновых мхов и торфяного горизонта, что создаёт особые термические условия, позволяющие мезозoopланктону процветать в осенний период.

В 2012-2014 годах Е. В. Лабуничевой и Д. А. Филипповым был проведён анализ видового состава и биомассы озёр Шиченгское и Полянок на том же болоте [4]. Распределение биомассы между основными группами мезозoopланктона болотных озёр несколько отличается от распределения биомассы в других болотных системах на этой же территории. В болотных озёрах преобладают ветвистоусые ракообразные, по большей части из-за фитофильных видов, что связано с более нейтральной реакцией воды. При этом доминантными видами кладоцер оказались *Scapholeberis mucronata* и *Polyphemus pediculus*.

В Воронежской области П. Ю. Мокшин, Е. Н. Животова и А. В. Черевичко проанализировали видовой состав zoопланктона различных биотопов на территории болота Клюквенное-1 в осенне-весенний период [5]. По результатам исследования было выявлено преобладание эврибионтных видов. Также был обнаружен всего один криофильный вид, все остальные виды являются круглогодичными обитателями водоёма. В целом, в осенне-весенний период доминируют коловратки, меньше всего же было замечено ветвистоусых ракообразных, исключение составляет озерковая группа

мочажинных болот, где численность кладоцер значительно превосходит численность в других биотопах, это может быть связано с низкой теплоотдачей торфяного горизонта.

Материалы и Методы

Пробы мезоозоопланктона были отобраны в озерковых комплексах двух болот : Свиное (54°97' с.ш. 20°51' в.д.) 10 июня 2022 г. и Большое Моховое (54°97' с.ш. 21°38' в.д.) 24 августа 2022 г.

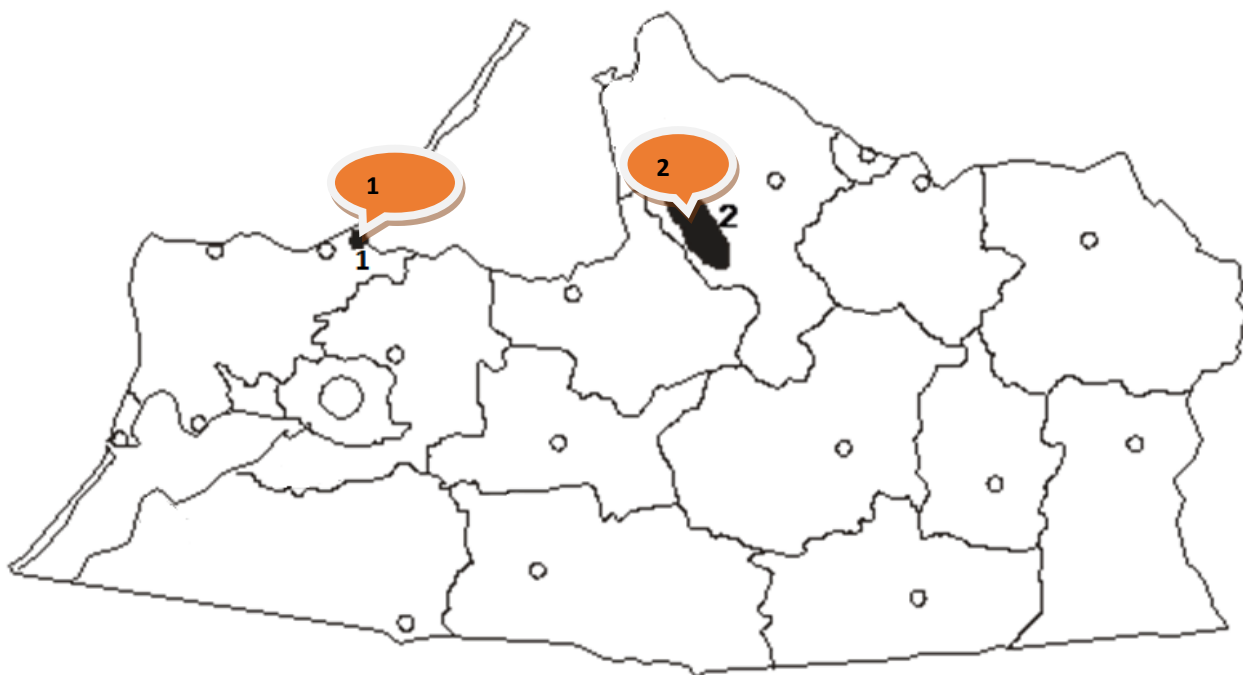


Рис. 1. Расположение болот Свиное (1) и Большое Моховое (2) на карте Калининградской области.

На каждой станции было отобрано по 2 пробы с помощью сети Апштейна (размер ячеек 100 мкм), через которую было процежено по 50 литров воды из озер. Итоговый объём каждой из проб составил около 200 мл. Пробы фиксировали 40%-ным раствором формальдегида до конечной концентрации в пробе 4 %.

Обработку проб проводили в лаборатории морской экологии Атлантического отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

Пробы обрабатывали согласно стандартной методике для пресноводных водоемов [6]. Просмотр проб и подсчёт особей проходил под биноклем МБС-10 под 32-кратным увеличением в счетной камере Богорова. Определение видов проводили под большим увеличением на микроскопе Olympus CX41.

Численность особей в пробе высчитывалось по следующей формуле:

$$N = \frac{n \times V_{об}}{V_{пр}},$$

где N - количество особей в пробе,

n - количество особей в просмотренном объёме,

V_{об} - общий объём пробы,

V_{пр} - просмотренный объём.

Плотность популяции на кубический метр вычислялось по следующей формуле:

$$P = \frac{N}{V},$$

где P - плотность популяции на кубический метр,

N - количество особей в пробе,

V - объём процеженной воды.

Проведена стандартная статистическая обработка данных с использованием пакета Microsoft Excel; рассчитаны индексы Жаккара, Шеннона и Пиелу.

Результаты и обсуждение

Зоопланктон озерковых комплексов верховых болот Свиное и Большое Моховое летом 2022 г. был представлен 11 видами, из которых коловраток (Rotifera) - 3, веслоногих рачков (Copepoda) - 2, ветвистоусых рачков (Cladocera) – 6 (табл.1). В пробе также были отмечены случайно попавшие туда организмы - личинки комара-звонца (Chironomidae) и представителя отряда полужесткокрылые (Heteroptera), взрослая особь ногохвостки (Collembola) и несколько представителей водных клещей (Hydrachnidia).

Таблица 1. Список видов зоопланктона озерковых комплексов болот Свиное и Б. Моховое, лето 2022 г.

	Таксон	Болото	
		Свиное	Большое Моховое
	Rotifera		
1	<i>Ascomorpha sp.</i>	+	–
2	<i>Lepadella sp.</i>	+	–
3	<i>Lecane sp.</i>	–	+
	Всего Rotifera	2	1
	Cladocera		
1	<i>Chydorus sphaericus (O.F.Muller)</i>	+	+
2	<i>Alona costata (Sars, 1862)</i>	+	–
3	<i>Scapholeberis mucronata (O.F.Muller, 1776)</i>	–	+
4	<i>Scapholeberis microcephala (Sars, 1890)</i>	+	–
5	<i>Polyphemus pediculus (Linnaeus, 1761)</i>	–	+
6	<i>Streblocerus serricaudatus (Fischer, 1849)</i>	–	+
	Всего Cladocera	3	4
	Copepoda		
1	<i>Microcyclops varicans (Sars G.O., 1863)</i>	+	–
2	<i>Harpacticoida sp.</i>	+	–
	Всего Copepoda	2	0
	Прочие		
1	<i>Hydrachnida sp.</i>	+	+
2	<i>Heteroptera sp.</i>	–	+
3	<i>Collembola sp.</i>	+	–
4	<i>Chironomidae larvae sp.</i>	–	+
	Всего прочих	2	3
	Всего	9	8

Наиболее разнообразной группой оказались ветвистоусые ракообразные, как на Свином, так и на Большом Моховом болотах. В озерковых комплексах исследуемых болот был обнаружен всего один общий вид - *Chydorus sphaericus*, обитающий на отмирающих водорослях и на покровах крупных погибших кладоцер. По типу питания - собиратель, питается детритом и бактериями. Эврибионтный вид.

Кроме *Ch. sphaericus* среди представителей семейства *Chydoridae* встречался вид *Alona costata*, эврибионтный вид, предпочитающий воду со слабокислой реакцией. Является детритофагом, также может потреблять бактерии.

Среди кладоцер также были отмечены два представителя семейства *Daphniidae* - *Scapholeberis mucronata* и *Scapholeberis microcephala*. Оба вида приурочены к макрофитам, но также и к поверхностной плёнке, предпочитают стоячие водоёмы, также являются эврибионтными видами.

Представители коловраток были обнаружены на обоих болотах, но на Большом Моховом болоте всего лишь в единичном экземпляре. Являются детритофагами и служат кормовой базой для хищного, более крупного зоопланктона.

Среди копепод численно распространён только один вид - *Microcyclops varicans*, эврибионтный, но тепловодно-стенотермный вид, является летним циклопом. Кроме того, отмечен один вид отряда Harpacticoida, но в единичном экземпляре на болоте Свином. В озерковых комплексах Большого Мохового болота взрослых особей копепод отмечено не было.

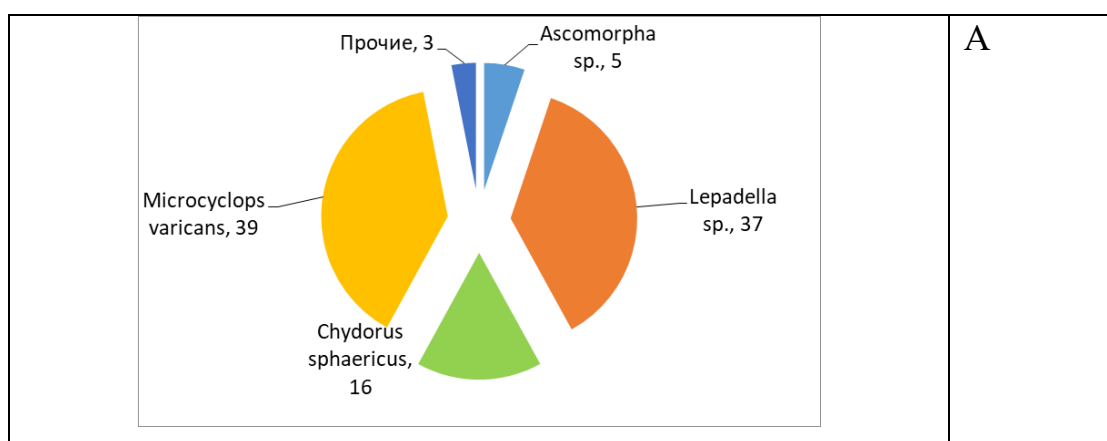
Нами были рассчитаны индексы, характеризующие видовое разнообразие (индекс Шеннона) и выравненность сообщества (индекс Пиелу), которые охарактеризовали озерные зоопланктонные сообщества болот как сообщества с низким видовым разнообразием и низкой выравненностью (табл.2).

Таблица 2. Число видов, численность, индекс Шеннона и Пиелу сообществ зоопланктона озерковых комплексов болот Свиное и Большое Моховое, лето 2022 г.

Показатель	Свиное болото	Большое Моховое болото
Количество видов	7	6
Численность тыс. экз./м ³	465	29
Индекс Шеннона	1,7	0,8
Индекс Пиелу	0,6	0,3

Из таблицы видно, что устойчивость биоценоза планктона в озерковых комплексах Свиного болота в два раза выше, чем в озере Большого Мохового болота, это может быть связано с большим количеством видов и с более равномерным распределением численности между ними.

В озерковых комплексах Большого Мохового болота доминантными являются 2 вида отряда Cladocera - *Scapholeberis mucronata* и *Polyphemus pediculus*, занимая 98% от общей численности, представители групп Rotifera и Copepoda встречались в единичном экземпляре и составляли примерно 1% от общей численности (рис.2).



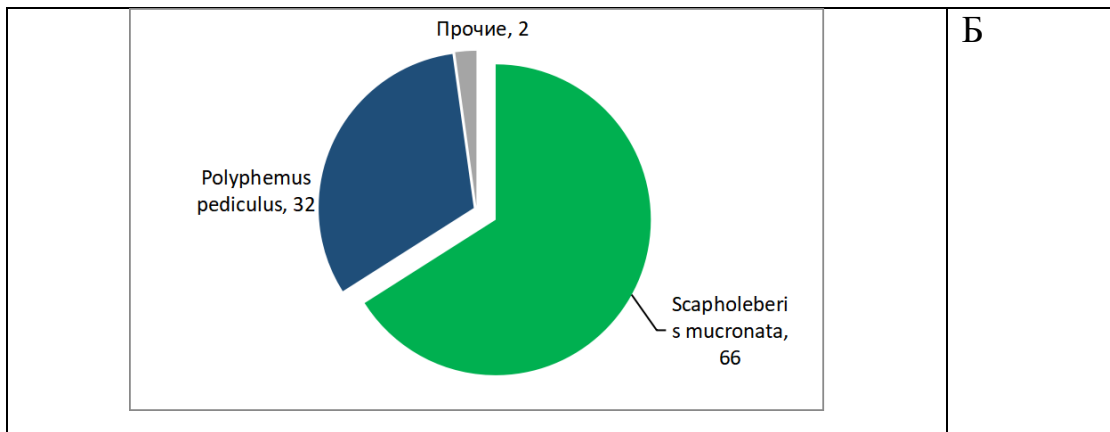


Рис. 2. Структура зоопланктона в озере болота Свиного (А) и Б. Мохового (Б), лето 2022 г.

В озере Свиного болота распределение численности между видами более равномерно. Доминантными являются 3 вида, представляющие три основные группы мезозоопланктона - *Lepadella sp.* (*Rotifera*), *Chydorus sphaericus* (*Cladocera*) и *Microcyclops varicans* (*Copepoda*). Довольно обычным был род *Ascomorpha*, относящийся к коловраткам. Прочие виды составляют 3% от общей численности (рис.2).

Численность мезозоопланктона озерковых комплексов Свиного болота в 16 раз превышает численность мезозоопланктона озерковых комплексов Большого Мохового болота (рис.3). Также разнообразие видов мезозоопланктона озерковых комплексов Свиного болота выше. Это может быть связано с географическим положением - болото Свиное находится рядом с Куршским заливом, и ещё не утратило связи с ним, следовательно виды, обитающие в Куршском заливе, способны проникать и в озерковые комплексы Свиного болота.

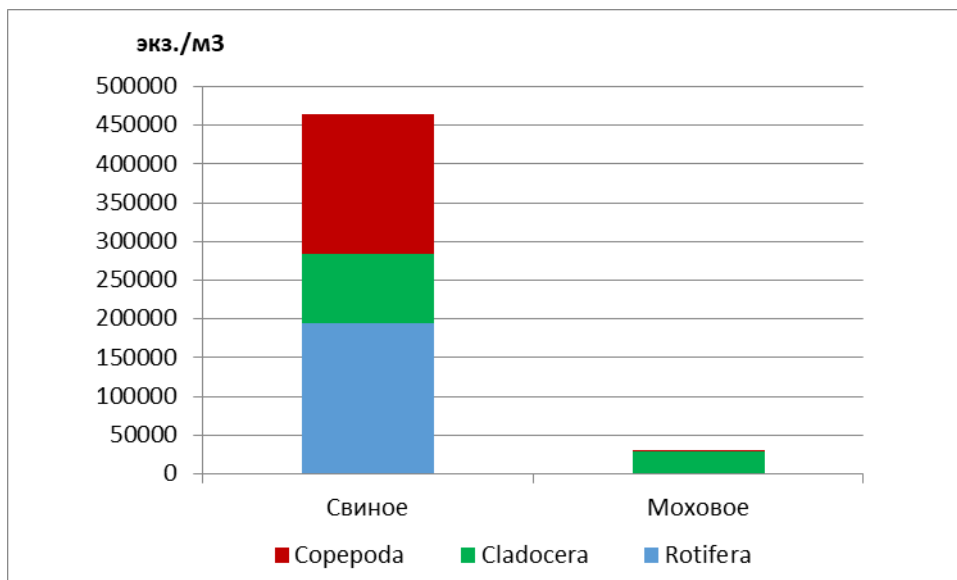


Рис. 3. Численность основных групп зоопланктона в озерных комплексах болот Свиное и Б. Моховое, лето 2022 г.

Кроме того, в Куршском заливе отмечают высокие показатели биогенных элементов, особенно в летний период [7], что повышает трофический статус озёр болота Свиное, также на него влияет близкое расположение города Зеленоградск.

В целом, озерковые комплексы болот Свиное и Большое Моховое сильно отличаются как по видовому составу, так и по численности мезозоопланктона. Мы рассчитали коэффициент общности Жаккара, который характеризует уровень сходства или различия сообществ по видовому составу. Если этот коэффициент $<50\%$, то сообщества мало схожи между собой, а если $>50\%$, то уровень сходства высок. Коэффициент Жаккара для озер исследованных болот составил около 7% , что характеризует сообщества зоопланктона как различные. Это может быть обусловлено разным состоянием изолированности и другими факторами болот Свиное и Большое Моховое.

Выводы

1. Видовой состав мезозoopланктона Свиного и Большого Мохового болот был представлен 11 таксонами. Набор видов озер существенно отличался, был отмечен только один общий вид - *Chydorus sphaericus*.
2. Структура зоопланктона двух озер отличалась – в озере болота Свиного доминировали *Lepadella sp.*, *Microcyclops varicans* и *Chydorus sphaericus*, а в Б. Моховом – два вида клadoцер: *Scholeberis mucronata* и *Polyphemus pediculus*.
3. Количественные показатели зоопланктона озёрных комплексов Свиного и Большого Мохового болот сильно отличаются. Максимальная численность зоопланктона отмечена в озере на болоте Свиное (ок. 465 тыс. экз./м³), что почти в 16 раз этого показателя в озере на Б. Моховом.
4. Наша гипотеза не подтвердилась – видовое разнообразие и численность зоопланктона озерковых комплексов верховых сфагновых болот (Свиного и Большого Мохового) Калининградской области существенно отличаются.
5. Видовой состав озерковых комплексов верховых болот Свиное и Большое Моховое довольно беден, что сильно сказывается на устойчивости их экосистем.

Список Литературы

1. Конева М.Ф.. Анализ видового разнообразия растительного покрова некоторых болот Калининградской области как индикатор их экологического состояния и антропогенного воздействия.
2. Зайцева В.Л., Лобуничева Е.В., Филиппов Д.А. Состав и сезонная динамика зоопланктона ручья верхового болота // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. 2017. № 2(163). С. 69–76.
3. Зайцева В.Л., Филиппов Д.А., Лобуничева Е.В. Зоопланктон мочажин верховых болот центральной части Вологодской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2016. Вып. 2. С. 4–17.
4. Лобуничева Е.В., Филиппов Д.А. Зоопланктон внутриболотных первичных озёр Шиченгского болота (Вологодская область) // Государственный научно-исследовательский институт озёрного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга
5. Мокшин П.Ю., Животова Е.Н., Черевичко А.В. Зоопланктон болотных водоёмов в осенне-весенний период // Воронежский государственный университет.
6. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция // Под ред. Салазкина А.А., Ивановой М.Б., Огородникова В.А. Л.: ГосНИОРХ.1984. 33 с.
7. Александров С.В. Влияние климатических изменений на уровень эвтрофирования Куршского залива // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта