

Н. В. Винокурова, Т. А. Червоткина

**НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ФАУНЕ ХИРОНОМИД
(DIPTERA: CHIRONOMIDAE)
ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Исследована фауна хирономид четырех водоемов в черте Калининграда: оз. Пеньковского, Исаковского, Школьного и системы пр. Карасевки. Изучено видовое разнообразие, количественные показатели популяций, а также их сезонная динамика. Представлена оценка качества воды изученных водоемов на основе полученных данных по видовому разнообразию хирономид.

The authors analyse the chironomid fauna of four water bodies in city of Kaliningrad: Lakes Penkovoe, Pond Isakovsky, Pond Shkolny and the Karasevka pond system. The article describes the species diversity, quantity characteristics, and seasonal dynamics of chironomid population and gives an assessment of water quality on the basis of the species diversity data obtained.



Ключевые слова: хирономиды, оз. Пеньковое, пр. Исаковский, система пр. Карасевка, пр. Школьный, численность, биомасса, видовое разнообразие.

Key words: chironomids, Lake Penkovoe, Pond Isakovsky, Karasevka pond system, Pond Shkolny, abundance, biomass, species diversity.

Неблагоприятные последствия антропогенного влияния на биосферу выходят за пределы локального воздействия, приобретая глобальный характер. Так, например, антропогенные загрязнения в значительной мере искажают биологические процессы в водоемах. Под угрозой вымирания оказываются в первую очередь беспозвоночные, высокочувствительные к любым видам загрязнения [12]. В настоящее время многие водоемы в Калининградской области в той или иной степени загрязнены промышленными, сельскохозяйственными и коммунально-бытовыми стоками, очистка которых зачастую совсем не производится. Наиболее интегральный и эффективный подход к решению проблемы сохранения биоразнообразия – разработка и внедрение методов биомониторинга.

Личинки хирономид семейства водных двукрылых насекомых, богатого видами и широко распространенного, представляют собой удобную модель для биоиндикационных исследований. Общеизвестно большое практическое значение личинок хирономид как главного кормового объекта многих рыб и птиц. Особенно важны хирономиды в процессах самоочищения водоемов [9; 13].

В настоящее время нами активно исследуется фауна хирономид озер и прудов Калининградской области. Следует отметить, что немногие работы, опубликованные по этой группе беспозвоночных в регионе, базируются на видовой идентификации только по морфологическим признакам, что не является достоверным, поскольку большинство видов морфологически слабо различимо [9; 15]. Существующие же данные по фауне хирономид, основанные на комплексной морфо-кариологической диагностике, и о распространенных видах в городских водоемах Калининграда малочисленны [1; 2; 5].

Калининградская область находится в зоне избыточного увлажнения. Низменно-равнинный рельеф, преобладание глинистых и суглинистых пород на поверхности способствуют образованию рек, озер, каналов. Множество искусственно созданных прудов расположено в долинах малых рек, оврагах, балках, бывших карьерах, на месте торфопроизводителей. Благодаря заполнению прудов водой появляется особая антропогенная экосистема с характерными гидрохимическими и биохимическими процессами. Так, формирование почвенного профиля происходит за счет отложения терригенных осадков в результате поверхностного смыва, а поступление седиментов из толщи воды приводит к образованию наилка [12]. Изучение фауны искусственных водоемов – важная задача, связанная с их рациональным использованием и прогнозом возможных последствий [3].



В связи с вышеизложенным целью данной работы стало исследование видового состава и популяционных характеристик хирономид водоемов Калининграда. В рамках указанной цели был определен и описан таксономический состав хирономид городских водоемов, выявлены сезонные закономерности количественных характеристик личинок в пр. Исаковском и системе пр. Карасевке, определены доминантные комплексы в изученных водоемах и произведена оценка экологического состояния исследованных водных экосистем по состоянию сообщества хирономид с применением ряда соответствующих индексов.

Материал и методы

105

Материалом для данной работы послужили сборы личинок хирономид в апреле 2009 г. в оз. Пеньковом и пр. Школьном, а также в июне — июле 2009 г. и апреле — мае 2010 г. в пр. Исаковском и системе пр. Карасевке Калининграда. Сбор материала с грунта производился по общепринятым методикам [6; 11] в литоральной зоне водоемов, наиболее богатой по числу видов благодаря разнообразию биотопов [14, с. 74]. Для отбора проб из грунта использовалась металлическая рамка (40 × 40 см) и скребок с длиной режущей кромки 17 см, снабженный ситом из мельничного газа. Всего было отобрано 60 проб. Взятый материал фиксировался в спирто-уксусной смеси [4]. Возраст личинок определялся по форме имагинальных дисков [7]. Кариологические препараты политенных хромосом слюнных желез личинок готовились по ацетоорсеиновой методике [4], морфологические препараты головной капсулы — в смеси «глицерин — вода» (1:1) [11]. В ходе проведения видовой идентификации было изготовлено 480 морфологических и 530 кариологических препаратов. Морфологическая идентификация личинок производилась по стандартным определителям [11], кариологическая — с применением цитофотокарт [4]. Кариологическое подтверждение видовой принадлежности проводилось только в подсемействе *Chironominae*.

Параллельно в исследуемых водоемах измерялась температура (°C), рН (ед. рН) и прозрачность воды с помощью диска Секки (см).

При описании состояния сообществ хирономид использовались следующие показатели: численность (N, экз./м²), биомасса (B, г/м²), число видов (S), индекс доминирования Паляя — Ковнацки (D_i) [10]. Для оценки видового разнообразия хирономид брали индекс Шеннона по численности (H, бит/экз.), индекс видового богатства Маргалефа (d) и индекс доминирования Симпсона (C) [8].

Результаты и обсуждение

Всего в исследованных водоемах было определено 25 видов хирономид из подсемейств *Chironominae* (8 родов, 24 вида) и *Ortocladiinae* (1 вид) (табл. 1). По количеству видов преобладал род *Chironomus* (10 видов).



Таблица 1

Видовой состав хирономид исследованных водоемов

Вид	Количество встреченных особей					
	Оз. Пеньковое	Пр. Школьный	Пр. Исаковский		Система пр. Карасевка	
	Апрель 2009 г.	Апрель 2009 г.	Июнь – июль 2009 г.	Май 2010 г.	Июль 2009 г.	Апрель 2010 г.
Подсемейство Chironominae						
<i>Camptochironomus pallidivittatus</i>	–	–	5	–	2	1
<i>C. tentans</i>	2	15	2	–	–	–
<i>Chironomus annularius</i>	–	–	3	–	11	–
<i>Ch. bonus</i>	1	–	–	–	–	–
<i>Ch. cingulatus</i>	–	–	2	–	–	–
<i>Ch. dorsalis</i>	–	–	4	–	–	–
<i>Ch. melanescens</i>	–	2	–	–	–	–
<i>Ch. muratensis</i>	–	–	39	–	–	–
<i>Ch. nuditarsis</i>	–	1	–	–	–	–
<i>Ch. obtusidens</i>	–	–	3	–	–	–
<i>Ch. luridus</i>	6	–	–	–	–	–
<i>Ch. plumosus</i>	7	1	8	–	4	–
<i>Endochironomus albipennis</i>	7	2	23	11	–	–
<i>E. impar</i>	21	–	–	–	–	–
<i>E. tendens</i>	13	–	–	4	–	–
<i>Glyptotendipes barbipes</i>	–	–	–	–	3	8
<i>G. glaucus</i>	6	24	146	207	57	74
<i>G. mancurianus</i>	4	–	29	4	35	21
<i>G. paripes</i>	–	3	39	19	56	97
<i>Limnochironomus nervosus</i>	–	–	1	5	–	–
<i>Parachironomus kuzini</i>	–	–	–	6	–	1
<i>Pentapedilum sordens</i>	–	–	1	19	4	–
<i>Polypedilum convictum</i>	1	–	–	–	–	–
<i>P. tetracrenatum</i>	–	3	5	–	–	–
Подсемейство Ortocladinae						
<i>Cricotopus gr. silvestris</i>	–	–	12	6	–	–
Всего	68	51	322	281	172	202

106

Преобладающим типом донных отложений в изученных водоемах был песчано-галечный грунт с наилком и сильно заиленный песок. Это объясняется так – из рассмотренных водоемов три (пр. Исаковский, Школьный, система пр. Карасевка) имеют искусственное происхождение, что и определяет характер представленных в них грунтов. Основное питание водоемы получают за счет атмосферных осадков, приводящих к смыву берегового материала, в результате чего в прудах отлагается песчаный материал. Накопление ила происходит с разной интенсивностью в зависимости от количества поступающей в водоемы органики и процессов деструкции в биоценозе. Увеличение поступления



биогеофитов обуславливает интенсификацию процессов зарастания водной растительностью и, как следствие, накопление ила.

Среди исследованных популяций хирономид во всех водоемах можно выделить 4 комплекса в зависимости от их биотопической приуроченности: литопсаммофильный, который формируют типичные обитатели песчано-галечных грунтов — 6 видов (*Limnochironomus nervosus*, *Chironomus muratensis*, *Ch. obtusidens*, *Polypedilum tetracrenatum*, *Camptochironomus pallidivittatus*, *Glyptotendipes barbipes*), фитофильный — 6 видов (*Endochironomus impar*, *E. albipennis*, *E. tendens*, *Cricotopus gr. silvestris*, *Pentapedilum sordens*, *G. manciunianus*), пелофильный — 3 вида (*Ch. plumosus*, *C. tentans*, *Ch. annularius*), эвритопный, представленный 2 видами (*G. glaucus*, *G. paripes*), толерантными к различным грунтам и доминирующими в большинстве биотопов. Преобладание по числу таксонов наряду с литопсаммофильным фитофильного комплекса объясняется благоприятными аэробными условиями в зарослях макрофитов.

Изученные водоемы характеризуются различиями биотопов, обилием хирономид и преобладанием тех или иных видов.

Пеньковое озеро расположено на северо-восточном углу улиц Коммунистической и Окружной дороги Калининграда и имеет естественное происхождение. Площадь водного зеркала — 0,12 км². Преобладает черный ил с органическими остатками, а также песчаный и галечный грунты. Основное питание водоем получает за счет атмосферных осадков, к северо-востоку отходит водный сток. Сюда впадает множество мелиоративных каналов от близлежащих садовых обществ. Большое количество органики, стекающей в водоем, приводит к значительному накоплению иловых отложений. Средние показатели численности и биомассы личинок хирономид в данном водоеме были небольшими и составили 14,82 экз./м² и 0,375 г/м² соответственно. В озере не выявлено доминирующих видов, однако обнаружено несколько субдоминантов, из них лидировали *E. tendens* (индекс доминирования — 7,17), *Ch. Plumosus* (4,12) и *E. impar* (3,86). Преобладание этих β-мезосапробных видов в фауне хирономид свидетельствует о благоприятном состоянии экосистемы. Всего в водоеме обнаружено 10 видов хирономид, при этом индекс видового богатства Маргалефа был достаточно высок — 2,13 (табл. 2). Значения индексов Шеннона и Симпсона составили 2,84 и 0,17 соответственно, что говорит о равномерном распределении информации между видами при отсутствии доминантов.

Школьный пруд находится в конце улицы Красной, возле школы №20. Площадь зеркальной поверхности составляет 0,056 км². Водоем создавался для питьевого назначения. В пруд впадает канал на севере, на юге вытекает канал Питьевой. Преобладают песчано-галечный грунт и темный ил с большим количеством растительных остатков. Водоем сильно загрязняется за счет привносимых каналом сточных вод, что способствует зарастанию. Средние показатели численности и биомассы хирономид были невысокими: 13,43 экз./м² и 0,25 г/м² соответственно. Были определены два доминанта по численности: *G. glaucus* (31,39) и *C. ten-*



tans (14,71) – и несколько субдоминантов и субдоминантов I порядка. В целом преобладали β -мезосапробные виды, однако встречались и некоторые α -мезосапробы. Всего выявлено 9 видов хирономид, при этом индекс Маргалефа оказался достаточно низким и составил 1,78 (табл. 2). Соотношение индексов Шеннона (2,10) и Симпсона (0,32) говорит о наличии преобладающих видов в общей численности хирономид.

Таблица 2

Количественные характеристики сообществ хирономид и показатели качества воды в исследованных водоемах в 2009 – 2010 гг.

108

Показатель	Водоем, дата сбора					
	Оз. Пеньковое	Пр. Школьный	Пр. Исаковский		Система пр. Карасевка	
	Апрель 2009 г.	Апрель 2009 г.	Июнь – июль 2009 г.	Май 2010 г.	Июль 2009 г.	Апрель 2010 г.
Температура воды (°С)	9	8	15	13	16	7
pH воды	6,2	6,9	6,7	6,8	6,5	6,6
Прозрачность воды	45	35	35	40	20	25
Число видов (n)	10	8	16	9	8	6
Средняя численность, экз./м ²	14,82	13,43	107,29	144,3	37,17	123
Средняя биомасса, г/м ²	0,38	0,25	1,14	1,19	0,34	1,48
Индекс Шеннона (H), бит/экз.	2,84	2,1	2,68	1,55	2,21	1,64
Индекс Симпсона (C)	0,17	0,32	0,25	0,56	0,26	0,38
Индекс Маргалефа (d)	2,13	1,78	2,6	1,42	1,36	0,94

Исаковский пруд находится восточнее поселка Исаково. Площадь водного зеркала составляет 0,62 км². Преобладает песчаный грунт с наилком и черный ил с растительными включениями. От пруда к югу отходит водный сток, на севере впадает р. Гурьевка, приемник большого количества сточных вод от втекающих в нее коллекторов и мелиоративных каналов. Водоем был создан в результате запруды на р. Гурьевке, обладает слабым течением, основное питание получает за счет реки, а также атмосферных осадков, приводящих к смыву органики с берега. Из всех изученных водоемов пруд отличался наилучшими характеристиками видового разнообразия хирономид, но эти показатели имели сезонную динамику. В июне 2009 г. в пруду отмечалось наибольшее количество видов (16), индекс Маргалефа – 2,6 (табл. 2). При этом значения индексов Шеннона (2,68) и Симпсона (0,25) свидетельствовали о высоком разнообразии видов и достаточной выравненности сообщества при наличии доминанта *G. glaucus* (38,86). Средние значения численности и биомассы летом составили 107,3 экз./м² и 1,14 г/м² соответственно. В мае 2010 г. было обнаружено 9 видов при значении



индекса Маргалефа 1,42. Индекс Шеннона также был низким (1,55), а индекс Симпсона — достаточно высоким (0,56), что объясняется малым количеством видов и высокой степенью доминирования *G. glaucus* (73,7). При этом средние значения численности и биомассы хирономид весной оставались большими (144,3 экз./м² и 1,19 г/м²). В целом за весь период исследования в пруду встречались в основном β-мезосапробы при некотором количестве α-мезосапробных видов, однако распространение олиготрофа — представителя подсемейства *Ortocladiinae* (*Cr. gr. silvestris*) — по всему водоему говорит о значительной степени самоочищения и проточности пруда.

Система прудов Карасевка расположена между улицами Портовой, Нансена и Суворова и включает 4 пруда, разделенных насыпями. Пруды создавались как водоотвод для р. Преголи и имеют связь с ней посредством шлюзов. Общая площадь водного зеркала — 0,22 км². В донных осадках преобладает сильно заиленный песчано-галечный грунт и черный ил с растительными остатками. Большое количество органических и неорганических загрязнителей поступает в пруды вместе с поверхностным стоком, что приводит к накоплению детрита и интенсивному зарастанию. В системе пр. Карасевке отмечены сезонные различия в фауне хирономид. Самые высокие показатели видового разнообразия отмечались в июле 2009 г. (табл. 2). При этом было обнаружено 8 видов, индекс Маргалефа составил 1,36. Индекс Шеннона оказался равен 2,21 при индексе Симпсона 0,26. Приведенные значения Шеннона и Симпсона при малом числе видов обусловлены относительной равномерностью распределения информации между видами при наличии двух доминант: β-мезосапроба *G. glaucus* (22,93) и α-мезосапроба *G. paripes* (20). Средние значения численности и биомассы летом — 37,17 экз./м² и 0,34 г/м² соответственно. В апреле 2010 г. было обнаружено 6 видов, индекс Маргалефа составил 0,94. Индекс Шеннона также оказался невысоким (1,64) при значении индекса Симпсона, равном 0,38. При этом уровень доминирования преобладающих видов *G. paripes* и *G. glaucus* также был значителен (30,39 и 23,2 соответственно). Значения численности и биомассы были выше за счет доминирующих видов (123 экз./м² и 1,48 г/м²).

Низкое видовое богатство хирономид в пр. Исаковском и системе пр. Карасевке в весенний сезон по сравнению с летним объясняется особенностями фенологии хирономид. Так, весной (начало мая) происходит наиболее массовый вылет первой генерации, при этом к моменту сбора вылетели особи большинства видов, в частности самого многочисленного рода *Chironomus* [14]. Вторая, менее многочисленная генерация вылетает в июле — августе. Однако часть популяций многих полициклических видов остается (например, виды родов *Chironomus* и *Camptochironomus*). Отсутствие в летней выборке моноциклического вида *P. Kuzini* определяется тем, что к моменту сбора личинок его вылет уже произошел (в мае). Притом личинки данного вида были обнаружены нами весной в апреле — начале мая 2010 г. (табл. 1).

В пр. Исаковском и системе пр. Карасевке отмечались также сезонные изменения количественных характеристик в онтогенезе хироно-



мид (рис.). В летний сезон в обоих водоемах встречались в основном небольшие по длине тела личинки II–V возрастной стадии. Это объясняется тем, что в конце июня – начале июля в сообществе преобладали молодые особи, появившиеся после вылета I генерации, т.е. формировалось новое поколение моноциклических видов. Во время весеннего сбора в системе пр. Карасевке популяции хирономид преимущественно состояли из более зрелых и крупных личинок. Это обусловлено тем, что к концу апреля наступил пик вылета I генерации. Притом уже в начале мая в пр. Исаковском преобладали более мелкие особи IV–V возрастной стадии, что может свидетельствовать о вылете большинства хирономид и начале формирования нового поколения.

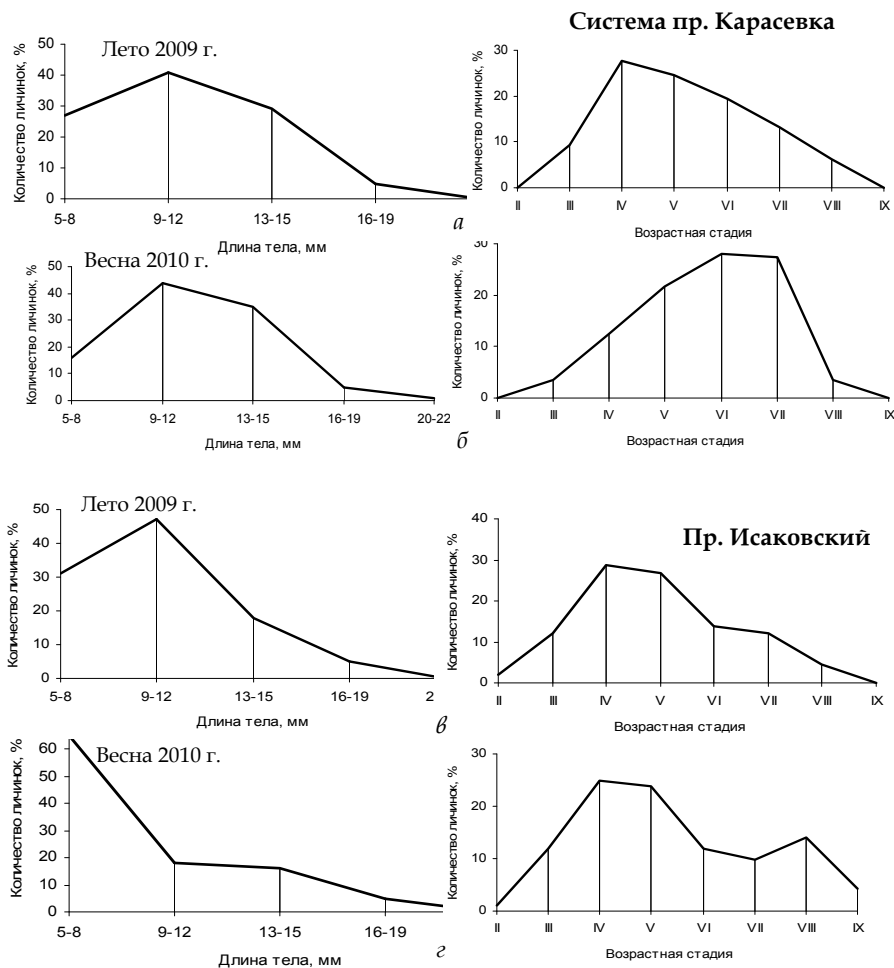


Рис. Сезонная динамика размерных характеристик особей и возрастной структуры популяций хирономид в системе пр. Карасевке (а – лето 2009 г., б – весна 2010 г.) и пр. Исаковском (в – лето 2009 г., г – весна 2010 г.)



Таким образом, из всех исследованных водоемов наилучшие показатели видового разнообразия хирономид отмечены в оз. Пеньковом и пр. Исаковском, по-видимому, это обусловлено наибольшей площадью водоемов, хорошим качеством воды и сбалансированными процессами самоочищения. Самыми загрязненными и имеющими наименьшие показатели видового разнообразия оказались пр. Школьный и система пр. Карасевка. Эти водоемы в высокой степени подвержены негативному антропогенному воздействию, что приводит к их интенсивному заиливанию и зарастанию. Однако данные по видовому богатству хирономид для пр. Исаковского и системе пр. Карасевке имеют сезонную динамику, поэтому для наиболее достоверной оценки качества воды в водоемах в зависимости от популяционных характеристик хирономид необходимо проведение периодических исследований для получения точных усредненных данных и оценки динамики показателей во времени.

Заключение

После изучения сообществ хирономид четырех водоемов, расположенных в черте Калининграда, было определено 25 видов хирономид из двух подсемейств. Низкие показатели видового разнообразия сообществ хирономид — следствие угнетенного состояния городских водных экосистем и значительного влияния органических и неорганических загрязнителей, поступающих в водоемы со сточными водами. В результате поступления большого количества биогенов происходит интенсивное зарастание исследуемых водоемов и улучшаются трофические условия для некоторых видов хирономид. Антропогенное воздействие проявлялось в увеличении обилия отдельных видов хирономид — возрастала доля доминирования типичных обитателей эвтрофных вод (α -мезосапробов и полисапробов), из-за этого в целом средние показатели численности и биомассы хирономид в водоеме также были высокими.

Оценивая видовое разнообразие хирономид, важно отметить, что индекс Шеннона не всегда в полной мере отражал степень видового богатства, его высокие значения наблюдались одновременно с низким количеством видов. Это связано с тем, что значение индекса Шеннона возрастает при увеличении равномерности распределения информации между таксонами и уменьшается при увеличении степени доминирования отдельных видов. Однако при этом не учитывается количество видов, хотя данная характеристика самая показательная по отношению к качеству воды. Наиболее полно, на наш взгляд, степень видового разнообразия отражал индекс Маргалефа, величина которого находилась в прямой зависимости от числа видов хирономид.

Результаты исследования подтверждают индикаторную значимость рассматриваемой группы гетеротопных организмов и также могут быть использованы для выявления общих закономерностей сезонной и годовой динамики популяций хирономид водоемов Калининграда. Мониторинг состояния озер и прудов Калининграда как особых антропогенных экосистем имеет важнейшее значение для оценки их текущего состояния и прогнозирования дальнейшего развития в городской среде.



Список литературы

1. Балушкина Е. В. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах: дис. ... канд. биол. наук. Л., 1984.
2. Винокурова Н. В., Шартон А. Ю. Региональные кариотипические особенности *Glyptotendipes glaucus* (Diptera: Chironomidae) из водоемов города Калининграда // Сборник тезисов Гидробиологического общества РАН. Владивосток, 2009. С. 72.
3. Гусаков В. А. Мейобентос Рыбинского водохранилища. М., 2007.
4. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас / Кикнадзе И. И. [и др.]. Новосибирск, 1991.
5. Маркиянова М. Ф. Фауна хирономид трибы Chironomini малых водоемов Земландского полуострова // Гидробиологические исследования в бассейне Балтийского моря, Атлантическом и Тихом океанах на рубеже тысячелетий. Калининград, 2005. С. 87–92.
6. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / под ред. Г. Г. Винберга и Г. М. Лаврентьева. Л., 1984.
7. Объекты биологии развития / Академия наук СССР; гл. ред. Б. Л. Астауров. М., 1975.
8. Одум Ю. Экология: в 2 т. / пер. с англ. М., 1986. Т. 2.
9. Озеро Виштынецкое / отв. ред. К. В. Тылик, С. В. Шибяев. Калининград, 2008.
10. Палий В. Ф. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоол. журн. 1961. Т. 60. Вып. 1. С. 3–12.
11. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironomidae фауны СССР // Diptera, Chironomidae = Tendipedidae. Л., 1983.
12. Рябой В. Е. Пруд как антропогенная система // Экономические и рыбохозяйственные аспекты изучения прибрежных зон морей и внутренних водоемов. Калининград, 2002. С. 151–154.
13. Скальская И. А. Зооперифитон водоемов Верхней Волги. Рыбинск, 2002.
14. Шилова А. И. Хирономиды Рыбинского водохранилища. Л., 1976.
15. Щербина Г. Х. Эколого-фаунистический обзор хирономид озер Калининградской области // Биология, систематика и функциональная морфология пресноводных животных: сб. науч. тр. Л., 1986. Вып. 56 (59). С. 280–306.

Об авторах

Наталья Владимировна Винокурова — канд. биол. наук, доц., Балтийский федеральный университет им И. Канта, e-mail: aidaspost@mail.ru

Татьяна Анатольевна Червоткина — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, e-mail: tanjashevchuk@rambler.ru

About authors

Dr. Natalta V. Vinokurova — Associate Professor, IKBFU, e-mail: aidaspost@mail.ru

Tatyana A. Chervotkina — PhD student, IKBFU, e-mail: tanjashevchuk@rambler.ru