

*Светлой памяти
Сергея Егоровича Сиротского
Посвящается*



09.05.1957–23.09.2014

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
FAR EASTERN BRANCH
INSTITUTE OF BIOLOGY AND SOIL SCIENCE

FRESHWATER LIFE

Volume 2



VLADIVOSTOK
DALNAUKA
2016

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
БИОЛОГО-ПОЧВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

ЖИЗНЬ ПРЕСНЫХ ВОД

Выпуск 2



ВЛАДИВОСТОК
ДАЛЬНАУКА
2016

УДК 577.472(16) (571.6)

Жизнь пресных вод. Вып. 2. – Владивосток: Дальнаука, 2016. – 220 с.
ISBN 978-5-8044-1621-9

В книге, посвященной памяти дальневосточного гидроэколога Сергея Егоровича Сиротского, рассмотрены вопросы гидрохимии, биоразнообразия, структуры и функционирования пресноводных экосистем российских рек, показано их современное состояние. Приведены данные по фауне, систематике и распространению амфибиотических насекомых и моллюсков, а также флоре водорослей. Рассмотрена структура группового и видового состава сообществ водорослей перифитона и донных беспозвоночных рек по биомассе и численности, на основании полученных данных определено экологическое состояние водотоков. Обсуждаются результаты гидробиологического мониторинга нижнего течения р. Бурея, связанного со строительством плотины Нижне-Бурейской ГЭС.

Книга представляет интерес для гидрохимиков, геоморфологов, гидробиологов, ихтиологов, гидроэнтомологов, биогеографов, специалистов рыбохозяйственной науки и охраны окружающей среды.

Freshwater Life. Vol. 2. – Vladivostok: Dalnauka, 2016. – 220 p. ISBN 978-5-8044-1621-9

In the book, devoted to memory of the Far Eastern hydroecologist Sergey Egorovich Sirotsky, questions of hydrochemistry, a biodiversity, structure and functioning of freshwater ecosystems of the Russian rivers are considered, their current state is shown. Data on fauna, systematics and to distribution of aquatic insects, mollusks and freshwater fishes, and also flora of algae are provided. The group and specific structure of communities of the algae periphyton and the bottom invertebrate of rivers on a biomass and number is considered, on the basis of the obtained data the ecological condition of water currents is defined. The results of hydrobiological monitoring of the lower reaches of the Bureya River associated with the construction of dam at the Lower Bureya hydroelectric power station are discussed.

The book will be interesting for hydro-chemists, hydrobiologists, hydroentomologists, biogeographers and conservations specialists.

Редакционная коллегия:

В. В. Богатов (отв. редактор),

Е. А. Макаrenchенко, Т. М. Тиунова, Л. А. Медведева, Т. В. Никулина

Рецензенты:

А. С. Лелей, А. Ю. Звягинцев

Утверждено к печати Биолого-почвенным институтом
Дальневосточного отделения Российской академии наук

Издание книги поддержано в рамках госзадания
Дальневосточного отделения РАН

ISBN 978-5-8044-1621-9

© Кол. авторов, 2016 г.
© Дальнаука, 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Памяти Сергея Егоровича Сиротского (09.05.1957–23.09.2014).....	7
<i>Климин М.А.</i> Новый подход к изучению торфяных отложений	33
<i>Харитонов Г.В.</i> Диатомовые водоросли и тяжелые металлы	42
<i>Шестеркин В.П., Сиротский С.Е., Шестеркина Н.М.</i> Микроэлементы в водах Зейского водохранилища	46
<i>Гаретова Л.А., Сиротский С.Е., Левишина С.И., Фишер Н.К., Шестеркин В.П.</i> Фитопигментные и микробиологические характеристики устьевых областей малых рек восточного склона Северного Сихотэ-Алиня	53
<i>Яворская Н.М., Сиротский С.Е.</i> Фотосинтетические пигменты водорослей перифитона как показатели трофического состояния водотоков бассейнов рек Бурея и Зея (Амурская область)	63
<i>Никулина Т.В.</i> Альгофлора водотоков бассейна лагуны Цапличьа Амурского залива (Приморский край, Хасанский район)	70
<i>Никулина Т.В., Куклин А.П.</i> Флора диатомовых водорослей бассейна реки Аргунь (Верхний Амур, Забайкальский край)	88
<i>Никулина Т.В., Калинина Е.Г., Вах Е.А., Харитонов Г.В.</i> Список диатомовых водорослей трех термальных источников Камчатки – Малкинских, Начикинских и Верхне-паратунских (Россия).....	108
<i>Медведева Л.А.</i> Особенности сообществ перифитонных водорослей реки Зея после плотины Зейской ГЭС (Амурская область)	116
<i>Барабанищев Е.И.</i> Вселение моллюсков рода <i>Parajuga</i> (Caenogastropoda, Semisulcospiridae) в водохранилище в бассейне р. Артемовка (Приморский край)	128
<i>Шарый-оол М.О.</i> Дополнения к фауне мелких двустворчатых моллюсков (<i>Bivalvia</i> , <i>Pisidioidea</i>) бассейна реки Бурея	131
<i>Саенко Е.М.</i> Новые данные по морфологии глохидиев беззубок трибы <i>Anodontini</i> Rafinesque, 1820 бассейна р. Амур	140
<i>Вишкова Т.С.</i> Ручейники (<i>Insecta</i> , <i>Trichoptera</i>) западного Приханковья (Пограничный и Ханкайский районы, Приморский край)	147
<i>Горова Е.А.</i> Фенология подёнок (<i>Ephemeroptera</i> , <i>Insecta</i>) водотоков бассейна реки Бурея	174
<i>Енущенко И.В., Макаренко Е.А.</i> Находка остатков личинок нимфомийид (<i>Diptera</i> , <i>Nymphomyiidae</i>) в донных осадках озера Орон (Иркутская область)	180
<i>Орел (Зорина) О.В.</i> Фауна комаров-звонцов подсемейства <i>Chironominae</i> (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>) российского Дальнего Востока	185
<i>Тиунова Т.М., Тесленко В.А., Яворская Н.М., Макаренко М.А., Шестеркин В.П.</i> Макрозообентос водотоков нижнего течения реки Бурея в зоне строительства Нижне-бурейского гидроузла (Амурская область)	197

CONTENTS

<i>On the memory of Sergey Egorovitch Sirotsky (09.05.1957–23.09.2014)</i>	7
<i>Klimin M.A. The new approach to the peat deposits study</i>	33
<i>Kharitonova G.V. Diatom algae and heavy metals</i>	42
<i>Shesterkin V.P., Sirotsky S.E., Shesterkina N.M. Trace elements in water of the Zeya Reservoir</i>	46
<i>Garetova L.A., Sirotsky S.E., Levshina S.I, Fisher N.K., Shesterkin V.P. Fitopigment and microbiological characteristics of the estuarine areas of small rivers of the Eastern slope of Northern Sikhote-Alin</i>	53
<i>Yavorskaya N.M., Sirotsky S.E. Photosynthetic periphyton pigments in as an indicator of the trophic condition of the watercourse of Bureya and Zeya Rivers (Amur Region)</i>	63
<i>Nikulina T.V. The algal flora of streams from the Tsaplichya Lagoon Basin of Amur Bay (Primorye, Khasan District)</i>	70
<i>Nikulina T.V., Kuklin A.P. Diatom flora of Argun River Basin (Uppper Amur; Trans-Baikal Territory)</i>	88
<i>Nikulina T.V., Kalitina E.G., Vakh E.A., Kharitonova N.A. List of diatoms from three hot springs from Kamchatka – Malkinskiye, Nachikinskiye and Verhne-paratunskiye (Russia)</i>	108
<i>Medvedeva L.A. Features of Zeya River periphyton algae communities after Zeya hydroelectric station dam (Amurskaya Oblast)</i>	116
<i>Barabanshchikov E.I. Invasion of the genus Parajuga (Caenogastropoda, Semi-sulcospiridae) in water reservoir in the basin of the Artyomovka River (Primorye Territory)</i>	128
<i>Sharyi-ool M.O. Additional data to small bivalves fauna (Bivalvia, Pisidioidea) of the Bureya River Basin</i>	131
<i>Sayenko E.M. New data on morphology of glochidia of the freshwater bivalves (the tribe Anodontini Rafinesque, 1820) from the Amur River Basin</i>	140
<i>Vshivkova T.S. Caddis flies (Insecta, Trichoptera) of the Western Prihankovye (Pogranichny and Hankaysky districts, Primorye Territory)</i>	147
<i>Gorovaya E.A. Mayflies phenology (Ephemeroptera, Insecta) of the Bureya River Basin</i>	174
<i>Enushchenko I.V., Makarchenko E.A. Findings of the fossil Nymphomyiid larvae (Diptera, Nymphomyiidae) in bottom sediments of Oron Lake (Irkutsk Region)</i>	180
<i>Orel (Zorina) O.V. Fauna of non-biting midges of subfamily Chironominae (Diptera, Chironomidae) of the Russian Far East</i>	185
<i>Tiunova T.M., Teslenko V.A., Yavorskaya N.M., Makarchenko M.A., Shesterkin V.P. Macrozoobenthos in the streams of the Bureya River downstream in the construction zone of the Lower Bureya hydroelectric power station (Amurskaya Oblast)</i>	197

ПАМЯТИ СЕРГЕЯ ЕГОРОВИЧА СИРОТСКОГО

(09.05.1957–23.09.2014)

23 сентября 2014 г. на 58 году жизни ушел от нас Сергей Егорович Сиротский – выдающийся гидроэколог, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией гидроэкологии и биогеохимии Института водных и экологических проблем ДВО РАН, руководитель Межрегионального центра экологического мониторинга гидроузлов ИВЭП ДВО РАН. Дальневосточная гидробиологическая наука потеряла талантливого ученого, доброжелательного и отзывчивого человека, и организатора науки, сумевшего сплотить большой коллектив ученых-единомышленников для решения научных проблем в области гидробиологии.

С.Е. Сиротский родился 9 мая 1957 г. в пос. Чегдомын Верхнебуреинского района Хабаровского края. После окончания школы в 1974 г. он поступил на химико-биологический факультет Хабаровского государственного педагогического института, а в 1976 г. перевелся в Дальневосточный государственный университет (г. Владивосток) на биолого-почвенный факультет, который закончил в 1979 г. по специальности «гидробиология». Будучи студентом (1974–1979 гг.), он тесно сотрудничал с лабораторией гидробиологии Хабаровского КНИИ ДВНЦ АН СССР, руководителем которой в то время был известный дальневосточный ученый, кандидат биологических наук, впоследствии доктор биологических наук Ю.М. Лебедев. В этой лаборатории студент С.Е. Сиротский под руководством Юрия Михайловича проходил учебно-производственную практику и получил первый опыт исследовательских работ. Поэтому после окончания ДВГУ он был принят на работу в лабораторию гидробиологии Хабаровского комплексного НИИ ДВНЦ АН СССР (в должности стажера-исследователя). В те годы в этой же лаборатории в должности младшего научного сотрудника работал коллега С.Е. Сиротского В.В. Богатов, ныне известный ученый, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН. В ноябре 1980 г. С.Е. Сиротский был переведен на должность младшего научного сотрудника и приступил к работе в лаборатории гидробиологии по назначенной ему Ю.М. Лебедевым теме «Экология фотосинтеза пресноводного фитопланктона». В 1982–1984 гг. С.Е. Сиротский проходил военную службу в Советской Армии. Отслужив, он вернулся в ХабКНИИ и продолжил исследования по гидробиологической тематике.

В 1987 г. в ХабКНИИ, переименованном годом ранее в Институт водных и экологических проблем, П.В. Ивашовым при поддержке директора института И.П. Дружина была организована Лаборатория биогеохимических оценок загрязнения окружающей среды (БОЗОС). С.Е. Сиротский был переведен в эту лабораторию, где работал по гидробиологической тематике, по проблеме первичной продукции пресноводных экосистем.

В 1988 г. по инициативе С.Е. Сиротского лаборатория БОЗОС совместно с другими лабораториями ИВЭП выполнила хозяйственного проекта «Гидроморфологические и гидрохимические характеристики озера Теплое» по заказу Амурского отделения Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Руководителем проекта и ответственным исполнителем был м.н.с. лаборатории БОЗОС С.Е. Сиротский. По результатам выполнения проекта был составлен научный отчет, одобренный Ученым Советом ИВЭП, и передан заказчику в декабре 1988 г. Как известно, озеро Теплое на территории Еврейской автономной области является базой одного из заводов по разведению осенней кеты в Приамурье. В результате выпол-

нения проекта были разработаны практические рекомендации для оптимизации рыбозаведения, улучшения кислородного режима вод озера, снижения концентрации сульфатов, аммиачного азота и тяжелых металлов, особенно в период инкубирования икры кеты. Показана необходимость проведения гидромелиоративных работ, направленных на удаление из озера иловых отложений, и периодического изъятия из озера основной массы водной растительности в виде водорослей спирогиры, накапливающих тяжелые металлы, особенно свинец и стронций, в количествах в 2–10 раз превышающих кларк этих металлов в растениях. При выполнении этого проекта С.Е. Сиротский показал себя исключительно грамотным исследователем, и вскоре был аттестован на должность научного сотрудника.

Оригинальный фактический материал по гидробиологии, полученный С.Е. Сиротским для бассейна р. Амур, позволил ему подготовить диссертацию на тему «Первичная продукция и деструкция органического вещества бассейна Нижнего Амура» на соискание ученой степени кандидата биологических наук (научный руководитель Ю.М. Лебедев), которую он блестяще защитил в 1991 г. в Институте гидробиологии АН УССР (г. Киев) по специальности 03.00.18 – гидробиология. В 1992 г. С.Е. Сиротский аттестован на должность с.н.с.

В лаборатории БОЗОС С.Е. Сиротский занялся проблемами прикладной биогеохимии – нового научного направления по экологической оценке загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Это позволило ему проводить гидробиологические исследования биотических компонентов пресноводных экосистем. Разработки в области прикладной биогеохимии С.Е. Сиротский успешно применял в своих исследованиях в области гидроэкологии. Они пригодились ему в тяжелое для академической науки время с точки зрения финансирования НИР после разрушения СССР в декабре 1991 г.

В 1992 г. С.Е. Сиротский возглавил хоздоговор НИР лаборатории БОЗОС с Ургальским шахтоуправлением по проблеме «Эколого-биогеохимическая оценка отходов угольной энергетики на основе Ургальского месторождения». В выполнении этого проекта принимали участие другие сотрудники ИВЭП, в частности М.А. Климин. Была проведена санитарно-гигиеническая, биогеохимическая и экологическая оценка золы и шлаков котелен шахтоуправления «Ургальское», исследованы отходы золоотвалов поселков Чегдомын, Ургал и др. В результате был изучен механический состав золы и шлаков, исследован и биогеохимический состав, определены соли тяжелых металлов в золе, саже, шлаках, в первичных углях и вмещающих породах, определен их радиационный состав. Было доказано, что зола и шлаки не являются экологически опасными для населения и могут применяться в качестве строительного материала, для изготовления шлакоблоков при промышленном и гражданском строительстве зданий и сооружений.

Для улучшения экологического состояния окружающей среды «малой родины» в 1993–1994 гг. С.Е. Сиротский выполнил ряд хоздоговорных работ по заказу Комитета по экологии и природопользованию Верхнебуреинского района Хабаровского края, в частности «Биогеохимическая характеристика рек Чегдомын и Ургал в районе пос. Чегдомын» (1993 г.), «Современное экологическое состояние водотоков Верхнебуреинского района» (1994 г.). В результате выполнения хоздоговорных работ были разработаны практические рекомендации по оздоровлению окружающей среды региона.

Совместно с Биолого-почвенным институтом ДВО РАН С.Е. Сиротский принимал участие в выполнении Международного Российско-Японского проекта «Изучение



Рис. 3. У зимовья на р. Пильда с В.В. Богатовым, 1978 г.



Рис. 1. Студент, молодой ученый, 1979 г.



Рис. 2. Сплав по р. Пильда, 1978 г.



Рис. 5. С профессором Х. Томинагой, Япония, 1993 г.

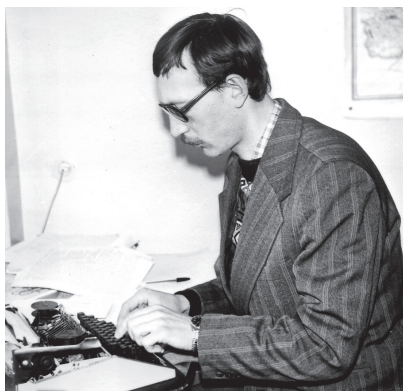


Рис. 4. За подготовкой кандидатской диссертации, 1990 г.



Рис. 6. В команде коллег во время мониторинга р. Буря в р-не пос. Чегдомын, 2003 г.

Рис. 7. Во время мониторинга
р. Буря, 2004 г.



Рис. 8. На
Дружининских
чтениях, 2005 г.



Рис. 10. На своё 50-летие, 2007 г.

Рис. 9. Празднование
55-летия
Н.М. Шестеркиной,
2007 г.





Рис. 11. Во время обследования р. Тимптон, Якутия, 2010 г.



Рис. 13. Только Егорыч мог взять без дночерпателя своим скребком пробу бентоса на большой глубине, басс. р. Зея, 2013 г.



Рис. 12. Отбор проб воды в басс. р. Зея, 2013 г.



Рис. 14. «Наш Нептун», но не с трезубцем, а с легендарным скребком, р. Зея, 2013 г.

структуры и функционирования речных экосистем Дальнего Востока» (1993–1996 гг.). Дважды в 1993 и в 1994 гг. он проводил полевые работы на территории Японии. В результате в биообъектах пресноводных экосистем Японии были выявлены закономерности миграции и накопления тяжелых металлов, выполнена биогеохимическая оценка качества природных вод, используемых для водоснабжения японских городов на главном острове Японии – Хонсю. Материалы этих исследований опубликованы в отечественных и зарубежных рецензируемых журналах и доложены на Международной конференции «Современные проблемы гидроэкологии» в Санкт-Петербурге в 1995 г., где С.Е. Сиротский выступил с докладом «Биогеохимическая оценка природных вод, применяемых для водоснабжения г. Иокогама, с использованием в качестве тест-объекта водорослей перифитона и фитопланктона».

Закономерности формирования первичной продукции в экосистемах р. Амур, установленные С.Е. Сиротским, были признаны мировым экологическим сообществом и опубликованы на английском языке в капитальной международной монографии «The ecosystems of the world», Т. 22. Amsterdam, 1995. 817 с. В ней статья С.Е. Сиротского в соавторстве с В.В. Богатовым и Д.Н. Юрьевым называется «The ecosystems of the Amur River» (С. 601–613).

В 1993–1995 гг. С.Е. Сиротский принимал участие в выполнении проекта Российского фонда фундаментальных исследований «Биогеохимическая индикация загрязнения тяжелыми металлами воды реки Амур на основе диатомовых водорослей» (руководитель П.В. Ивашов) и в результате выполнения этого проекта был разработан новый, не имеющий зарубежных аналогов, высокочувствительный биогеохимический способ оценки качества вод с помощью диатомовых водорослей как тест-индикаторов количественного содержания в воде тяжелых металлов.

В 2001 г. С.Е. Сиротский организовал в ИВЭП ДВО РАН Лабораторию гидроэкологии и биогеохимии и стал руководителем самостоятельного структурного академического подразделения. В это время наиболее ярко проявились его способности организатора науки, руководителя и ответственного исполнителя разделов и тем НИР и хозяйственных работ.

В 2002–2003 гг. лаборатория С.Е. Сиротского приняла участие в выполнении совместного научно-технического проекта Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН и ИВЭП ДВО РАН «Разработка в рамках создания Хабаровского инновационно-аналитического центра (ХИАЦ) научных основ и практических приемов биогеохимической и гидроэкологической экспертизы антропогенного загрязнения экосистем Приамурья с использованием ICP–MS анализа». В выполнении этого проекта, заказчиком которого было Министерство промышленности, науки и технологий Российской Федерации, со стороны ИВЭП принимала участие и лаборатория биогеохимии (руководитель П.В. Ивашов). В результате выполнения этого межинститутского научно-технического проекта с использованием современной аналитической базы в ХИАЦ для биогеохимического и гидроэкологического мониторинга окружающей среды были выявлены высокочувствительные тест-индикаторы в составе перифитона, водорослей, водных мхов, наземных растений.

В 2001–2005 гг. Лаборатория гидроэкологии и биогеохимии С.Е. Сиротского провела исследования по разделам «Гидробионты как индикаторы качества воды», «Закономерности формирования химического состава поверхностных вод и гидробиоценозов под влиянием природных и антропогенных факторов». В 2006–2008 гг. исследования проводились по разделу «Структура и формирование природных и тех-

ногенно-изменённых водных экосистем» общегосударственной темы «Геоэкологические проблемы бассейнов крупных рек Востока Азии».

В результате выполнения вышеуказанных разделов С.Е. Сиротским были получены фундаментальные результаты в области гидробиологии и гидроэкологии.

Были разработаны гидробиологические критерии оценки трофического статуса водных объектов и классов качества их вод в бассейне р. Амур по величине первичной продукции и концентрации хлорофилла «а» в водорослях фитопланктона, перифитона (водоросли обрастания донных отложений) и криоперифитона (ледовые водоросли, развивающихся на нижней поверхности льда). На их основе проведена оценка качества вод водоёмов и водотоков различной степени антропогенного преобразования.

Впервые дана характеристика видового состава водорослей российской части бассейна р. Амур, приведены флористические данные по основному течению реки, озёрам приамурской поймы, крупным притокам Амура. На конкретных примерах показана роль водорослей как биогеохимических индикаторов состояния водных экосистем.

Впервые была изучена удельная активность естественно-радиоактивных нуклидов в водной экосистеме бассейна р. Амур (вода, ихтиофауна, донные отложения, макрофиты, наземные растения, растительный детрит)

Выявлен видовой состав зоопланктона экосистемы р. Амур, включающий 158 видов, дана оценка качества вод.

Проведена оценка состояния качества вод р. Амур по составу бентосных организмов.

Установлены уровни концентрации тяжёлых металлов в биотических компонентах экосистемы р. Амур – растения, водоросли, мхи, перифитон, гидробионты, ихтиофауна, органико-минеральные донные отложения водотоков и водоёмов.

Разработаны новые подходы к оценке современного состояния рыбных ресурсов бассейна р. Амур в зависимости от качества воды.

В 2003 г. С.Е. Сиротский начал работу по экологическому мониторингу гидроузлов, и лаборатория гидроэкологии и биогеохимии приступила к выполнению этой тематики на примере Бурейской ГЭС. Вскоре эта тематика была расширена и в неё вошли аспекты социально-экономического мониторинга гидроузлов. Поэтому к выполнению проекта привлекались не только сотрудники других лабораторий ИВЭП ДВО РАН, но и лаборатории Биолого-почвенного института ДВО РАН, другие научные учреждения, в частности Дальневосточный НИИ рынка Министерства регионального развития Российской Федерации, Дальневосточная академия государственной службы и др. Работы финансировались РАО «ЕЭС России».

В 2005 г. в РАО «ЕЭС России» был проработан вопрос о развёртывании программы экологического мониторинга не только на Зейском и Бурейском водохранилищах, но и на Богучанском, Саяно-Шушенском и Усть-Среднеканском водохранилищах Сибири. В 2002–2006 гг. совместными усилиями РАО «ЕЭС России» и ИВЭП ДВО РАН был создан Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов Дальнего Востока и Сибири, руководителем его был назначен С.Е. Сиротский. Экологический мониторинг включал в себя разработку следующих блоков: мониторинг водных экосистем, метеорологический и гидрологический мониторинг, мониторинг флоры и почвенно-растительного покрова, мониторинг фауны и животного мира, социальный мониторинг, санитарно-гигиенический мониторинг. Были сформулированы задачи экологического мониторинга, среди которых основными были: организация система-

тических наблюдений на действующих стационарных и мобильных пунктах за состоянием природной и социальной среды, оценка тенденций изменения природной среды под влиянием гидростроительства; организация экоаналитической и информационной поддержки мероприятий по обеспечению экологической безопасности и др.

Созданный Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов под руководством С.Е. Сиротского приступил к широкомасштабной научно-исследовательской работе на действующих и строящихся ГЭС Дальнего Востока и Сибири с привлечением к этим проектам учёных и специалистов для исполнения вышеназванных блоков экологического мониторинга гидроузлов. Были проведены фундаментальные исследования по разработке научных основ и практических приёмов экологического мониторинга гидроузлов, результаты которых опубликованы в крупных монографиях под редакцией С.Е. Сиротского, в частности: Социально-экологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Предварительные итоги. Социологические исследования. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2007, 128 с.; Социально-экономический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2009, 159 с.; Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2007, 273 с.; Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: ДВО РАН, 2010, 354 с. и др.

Программа экологического, точнее социально-экологического мониторинга, инициированная ИВЭП ДВО РАН (в лице С.Е. Сиротского) и РАО «ЕЭС России», финансируемая из бюджета ОАО «Бурейская ГЭС», впервые в истории отечественного гидростроительства позволила дать комплексную оценку социальным и природным изменениям, сопутствующим строительству и эксплуатации крупных гидроэнергетических объектов. Закономерно целью создания Межрегионального центра экологического мониторинга гидроузлов была разработка методологических подходов на стадии проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений, разработка и осуществление мониторинговых программ применительно к вышеназванным и будущим ГЭС на территории Дальнего Востока и Сибири. И поэтому С.Е. Сиротский как научный руководитель и исполнитель этих работ был ответственным редактором вышеназванных монографий.

Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов Дальнего Востока и Сибири – конкретный и убедительный пример, характеризующий С.Е. Сиротского как талантливого организатора науки: от идеи до создания Центра, от проведения мониторинговых исследований большими коллективами учёных до публикации материалов в виде крупных монографий под редакцией этого выдающегося организатора и учёного-гидроэколога.

Зная проблемы гидроэнергетики в бассейне р. Амур, С.Е. Сиротский считал, что ГЭС на притоках Амура достаточно эффективны в плане защиты от паводков. По его экспертным оценкам во время наводнения 2013 г. со своим водохранилищем Бурейская ГЭС сдержало 20 кубикилометров воды, в противном случае, гг. Хабаровск и Комсомольск-на-Амуре подверглись бы большему затоплению. Поэтому С.Е. Сиротский всемерно поддерживал строительство ГЭС на притоках Амура, в частности Нижнезейской и Нижнебурейской как контррегуляторов функционирующих Зейской и Бурейской ГЭС.

Проблема строительства ГЭС на притоках р. Амур была подробно изложена С.Е. Сиротским в его последнем интервью, опубликованном в Хабаровской краевой газете «Тихоокеанская звезда» от 20 июня 2014 г.

С.Е. Сиротский оставил большое научное наследие в виде отчётов по темам и разделам НИР и научных публикаций. Он автор свыше 170 научных трудов, в том числе свыше 10 коллективных монографий, многочисленных статей в сборниках научных трудов и в рецензируемых периодических отечественных и зарубежных журналах. К примеру, коллективная монография Лаборатории БОЗОС ИВЭП ДВО РАН «Теоретические основы биогеохимической экспертизы окружающей среды» (Дальнаука, 1998, 157 с.) в конкурсе фундаментальных работ ДВО РАН, посвящённом 275-летию Российской академии наук, заняла третье место, а авторы её, в том числе и С.Е. Сиротский, были награждены денежной премией и Дипломами лауреатов конкурса. С.Е. Сиротский автор и соавтор продолжающегося с 1991 года издания ИВЭП ДВО РАН «Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных экосистем» всех 20-ти выпусков. Юбилейный 20-й выпуск вышел из печати (2013 г.) под его редакцией.

С.Е. Сиротский участвовал с докладами в работе многих научных конференций и совещаний как Международных и Всероссийских, так и региональных. Он был участником оргкомитетов всех проводимых в ИВЭП совещаний. Так, в 2010 г. организовал в Институте 4-ые Дружининские чтения – Всероссийская научно-практическая конференция «Научные основы экологического мониторинга водохранилищ», г. Хабаровск, 26-29 октября 2010 г.

С.Е. Сиротский постоянно участвовал в работе Леванидовских чтений, систематически проводимых Биолого-почвенных институтом ДВО РАН, где его доклады всегда привлекали внимание и слушались с большим интересом, поскольку он был одним из ведущих дальневосточных учёных в области гидробиологии пресноводных экосистем.

С.Е. Сиротский пользовался глубоким уважением сотрудников ИВЭП ДВО РАН, поэтому не случайно коллектив Института дважды доверял ему в 1990-1991 и в 2012-2014 гг. пост Председателя профсоюзного комитета. На этой общественной работе Сергей Егорович зарекомендовал себя принципиальным и ответственным человеком при защите прав и обязанностей работников Института, особенно в части незаконного увольнения или наказания, при работе в Аттестационной комиссии по аттестации учёных на должности, при принятии Учёным советом института внутри институтских документов и решений и т.д.

С.Е. Сиротский оставил глубокий след не только как учёный-гидроэколог, но и как общественный деятель по профсоюзной линии, другим общественным работам. Он много сделал в гидробиологической науке, но многое и не успел. Он не успел завершить работу над докторской диссертацией «Гидроэкология и биогеохимия пресноводных экосистем юга Дальнего Востока России». К сожалению, он слишком рано ушёл и этой жизни, не дожив даже до пенсионного возраста. Своим уходом он только подтвердил известную истину: «Человек смертен, но бессмертны его благородные дела». Поэтому память о С.Е. Сиротском – талантливом учёном, гидроэкологе, организаторе мониторинговых исследований в области гидробиологии и гидроузлов на Дальнем Востоке России, доброжелательном, отзывчивом и честном человеке будет всегда жить в кругу его друзей, коллег, единомышленников, учёных гидробиологов и биогеохимиков.

Ивашов П.В. (ИВЭП ДВО РАН, г. Хабаровск)

Фотографии из архивов В.В. Богатова, М.А. Климينا, В.П. Шестеркина, Е.А. Макаrenchенко, Л.А. Медведевой.

Список опубликованных работ С.Е. Сиротского

- Богатов В.В., **Сиротский С.Е.** 1978. Продукция моллюсков и их роль в биоценозах пойменных озер верховьев р. Зеи // Гидробиология бассейна Амура. Владивосток. С. 116–122.
- Лебедев Ю.М., Юрьев Д.Н., **Сиротский С.Е.** 1981. Зимний фотосинтез в р. Амур и развитие водорослей в связи с подледными условиями // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Вып. 1. Элементы биотического круговорота. Иркутск. С. 88–89.
- Богатов В.В., Богатова Л.В., **Сиротский С.Е.** 1983. Значение речного бентоса для оценки антропогенного загрязнения в условиях Дальнего Востока // Биологические проблемы Севера. X Всесоюзный симпозиум. Ч. 1. Магадан. С. 7–8.
- Сиротский С.Е.**, Юрьев Д.Н. 1985. Первичная продукция и фотосинтетическая активность фитопланктона р. Амур за период 1980 и 1982 гг. // Круговорот вещества и энергии в водоемах: Структура и продуктивность растительных сообществ. Тез. докл. VI Всес. лимнол. совещ. Листвиничное на Байкале 4–6 сентября 1985 г. Вып. 2. Иркутск: СЦ АН СССР. С. 80–81.
- Сиротский С.Е.** 1986. Первичная продукция р. Амур и ее зависимость от величины суммарной солнечной радиации // Донные организмы пресных вод Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 128–133.
- Дубровина Г.В., **Сиротский С.Е.** 1987. Рациональное использование и охрана водных ресурсов восточного участка БАМ // X конференция молодых географов Сибири и Дальнего Востока. Иркутск.
- Сиротский С.Е.** 1987. К вопросу о биотическом балансе органического вещества бассейна Нижнего Амура // Проблемы охраны окружающей среды Дальнего Востока. Хабаровск. С. 25–28.
- Сиротский С.Е.** 1987. К характеристике органического вещества бассейна Нижнего Амура // Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши / Тез. докл. XXIX Всес. гидрохимического совещ. Ростов-на-Дону 28–30 октября 1987 г. Т. 1. Ростов-на-Дону. С. 283–284.
- Сиротский С.Е.** 1987. Формирование первичной продукции и деструкции органического вещества в процессе самоочищения водоема // Современные проблемы природопользования (региональные аспекты). Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 124–129.
- Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.** 1987. Качественная характеристика вод р. Горин в районе Комсомольского Государственного заповедника // Проблемы охраны окружающей среды Дальнего Востока. Хабаровск. С. 11–13.
- Дубровина Г.В., **Сиротский С.Е.** 1988. Проблемные экологические ситуации водопользования // Охрана окружающей среды и рациональное природопользование. Амурско-Комсомольский ТПК. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 58–62.
- Мордовин А.М., **Сиротский С.Е.**, Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. 1988. Динамика гидрохимических показателей воды на Нижнем Амуре // Формирование вод суши юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВО РАН СССР. С. 112–118.
- Дубровина Г.В., **Сиротский С.Е.** 1989. Современное состояние озер бассейна Нижнего Амура // История озер. Рациональное использование и охрана озерных водоемов / VIII Всесоюз. симп. Минск 17–22 апреля. Минск. Ч. 1. С. 173–174.

- Лебедев Ю.М., **Сиротский С.Е.** 1989. Гидрооптические характеристики крупных пойменных озёр Нижнего Амура и их связь с развитием фитопланктона // Научно-техн. конф. по проблеме охраны окружающей среды Дальнего Востока: Тез. докл. Хабаровск. С. 68–71.
- Сиротский С.Е.** 1989. Продукционные характеристики фитопланктона и возможная рыбопродукция бассейна Нижнего Амура // Научно-техн. конф. по проблеме охраны окружающей среды Дальнего Востока: Тез. докл. Хабаровск. С. 51–53.
- Сиротский С.Е.**, Юрьев Д.Н. 1989. Продукционные характеристики микроводорослей водотоков и водоемов бассейна Нижнего Амура // Мат. Советско-Китайского симп. по геологии и экологии бассейна р. Амур. Ч. III (2). Благовещенск: ДВО АН СССР. С. 66–67.
- Махинов А.Н., Ким В.И., Белоцкий С.В., Неудачин А.П., Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.** 1990. Влияние добычи нерудных строительных материалов в русле и на пойме р. Амур на состояние водных экосистем // Вторые чтения Г.И. Невельского: Вопросы экологии при организации энергообеспечения в Приамурье / Николаевск-на-Амуре 19–23 сентября 1990 г. Сб. 4. Хабаровск: ПФ ГО СССР. С. 13–15.
- Сиротский С.Е.** 1990. Некоторые экологические проблемы бассейна Нижнего Амура // Вторые чтения Г.И. Невельского: Вопросы экологии при организации энергообеспечения в Приамурье / Тез. докл. к всес. совещ. Николаевск-на-Амуре 19–23 сентября 1990 г. Сб. 3. Хабаровск. С. 73–77.
- Сиротский С.Е.** 1990. Эколого-экономические аспекты освоения новых регионов. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 80–87.
- Барина С.С., **Сиротский С.Е.** 1991. Биогеохимические и продукционные характеристики фитопланктона р. Амур и водоемов его придаточной системы // Биогеохимические ореолы рассеяния химических элементов в экосистемах Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 123–146.
- Лебедев Ю.М., **Сиротский С.Е.** 1991. Сравнение трех методов определения первичной продукции в большой реке (на примере р. Амур) // Биогеохимические ореолы рассеяния химических элементов в экосистемах Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 146–152.
- Сиротский С.Е.** 1991. Первичная продукция и деструкция органического вещества бассейна Нижнего Амура // Дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. Киев. 156 с.
- Сиротский С.Е.** 1991. Первичная продукция и деструкция органического вещества бассейна Нижнего Амура // Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. Киев. 26 с.
- Сиротский С.Е.** 1991. Эмпирическая модель оценки продукционных характеристик планктона // Разработки ДВО РАН предлагаемые для использования в народном хозяйстве. Владивосток: ДВО РАН. С. 134–135.
- Сиротский С.Е.**, Неудачина И.И., Ивашов П.В., Ким В.И., Махинов А.Н., Белоцкий С.В., Хавень З.В. 1991. Гидроморфологические, гидрохимические и биогеохимические особенности озера Теплое // Биогеохимические ореолы рассеяния химических элементов в экосистемах Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 51–81.
- Сиротский С.Е.** 1992. Закономерности формирования первичной продукции фитопланктона в условиях паводкового режима экосистем р. Амур // III чтения Г.И. Невельского: Состояние и динамика природных и социальных систем Приамурья. Хабаровск.
- Tominaga H., Medvedeva L.A., **Sirotsky S.E.** 1993. Primary production of organic matter by sessile algae in Kedrovaya stream, Primorye, the Far East of Russia. A preliminary report

// Studies on the structure and function of River ecosystems of the Far East; 2 Report of the work / Supported by Japan Society for the Promotion of Science, 1992. April 1993. P. 69–70.

- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.**, Пан Л.И. 1993. Тяжелые металлы в водорослях техногенных экосистем Нижнего Амура // Материалы к юбилейным датам: 25 лет ИВЭП ДВО РАН (1968–1993 гг.) и 85 лет со дня рождения его первого директора чл.-корр. АН СССР А.С. Хоментовского (1908–1986 гг.). Хабаровск: ХНЦ ДВО РАН. С. 62.
- Лебедев Ю.М., **Сиротский С.Е.** 1993. Состояние экосистемы Нижнего Амура // Экологические проблемы бассейнов крупных рек / Тез. междунар. конф. Тольятти.
- Сиротский С.Е.** 1993. Закономерности формирования первичной продукции планктона в экосистеме р. Амур // Оценка продуктивности фитопланктона. Новосибирск: Наука.
- Сиротский С.Е.** 1993. Значение первичной продукции в оценке состояния водной экосистемы р. Амур // Биогеохимическая экспертиза состояния окружающей среды. Владивосток: Дальнаука. С. 49–69.
- Сиротский С.Е.** 1993. Основные закономерности формирования первичной продуктивности в бассейне р. Амур // Материалы к юбилейным датам: 25 лет ИВЭП ДВО РАН (1968–1993 гг.) и 85 лет со дня рождения его первого директора чл.-корр. АН СССР А.С. Хоментовского (1908–1986 гг.). Хабаровск: ХНЦ ДВО РАН. С. 144–145.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.**, Климин М.А. 1994. Эколого-биогеохимическая оценка отходов углей энергетики на основе Ургальского месторождения // Биогеохимические и экологические оценки техногенных экосистем бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 20–33.
- Сиротский С.Е.** 1994. Методические аспекты расчета первичной продукции фитопланктона на основе светового фактора для условий бассейна р. Амур // Биогеохимические и экологические оценки техногенных экосистем бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 82–97.
- Сиротский С.Е.**, Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А., Медведева Л.А. 1994. Гидробиологическое состояние водотоков в районе деятельности горнообогатительного комбината п. Многовершинный // Биогеохимические и экологические оценки техногенных экосистем бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 68–81.
- Bogatov, V., **Sirotsky S.**, Yuriev D. 1995. The ecosystem of the Amur River // River and stream ecosystems. Vol. 22. Chapter 19. Amsterdam–Lausanne–New York–Oxford–Shannon–Tokyo: Elsevier. P. 601–613.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 1995. Гидробионты – биогеохимические индикаторы тяжелых металлов в водных экосистемах Нижнего Амура // Биогеохимические и экологические исследования природных и техногенных экосистем Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. С. 36–49.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 1995. Эколого-биогеохимическая оценка содержания тяжелых металлов в биообъектах водных экосистем бассейна реки Буряя // Биогеохимические и экологические исследования природных и техногенных экосистем Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. С. 23–35.
- Сиротский С.Е.** 1995. Продукционные характеристики водорослей перифитона водотоков Дальнего Востока // Современные проблемы гидроэкологии / Междунар. конф. к 90-летию со дня рождения чл.-корр. АН СССР проф. Г.Г. Винберга. Санкт-Петербург 9–13 октября 1995 г. Санкт-Петербург. С. 52.
- Сиротский С.Е.**, Ивашов П.В. 1995. Биогеохимическая оценка качества природных вод используемых для водоснабжения города Иокогама с применением в качестве

- тест-объекта водорослей перифитона и фитопланктона // Современные проблемы гидроэкологии / Междунар. конф. к 90-летию со дня рождения чл.-корр. АН СССР проф. Г.Г. Винберга. Санкт-Петербург 9–13 октября 1995 г. Санкт-Петербург. С. 53.
- Сиротский С.Е.,** Медведева Л.А. 1995. Пигментные характеристики водорослей перифитона водотоков Дальнего Востока // Биогеохимические и экологические исследования природных и техногенных экосистем Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. С. 86–96.
- Sirotsky S.E.** 1996. Periphiton algae as an index and source of Aquatic Ecosystem pollution by heavy metals and radioactive elements // International Conference on the Sustainability of Coastal Ecosystems In the Russian Far East. Abstracts. September 16–20 1996 Vladivostok. Vladivostok: Dalnauka. P. 69–70.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 1996. Биогеохимические особенности растений бассейна р. Ургал // Эколого-биогеохимические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 33–45.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 1996. Тяжелые металлы в биообъектах пресноводных экосистем Японии // Эколого-биогеохимические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 46–61.
- Неудачин А.П., **Сиротский С.Е.** 1996. Гидрохимическая и гидробиологическая характеристика нерестилищ осенней кеты р. Гур и ее притоков Ургал // Эколого-биогеохимические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 144–154.
- Сиротский С.Е.** 1996. Роль водорослей перифитона в формировании качества воды реки Амур в период ледостава // Эколого-физиологические исследования водорослей и их значение для оценки состояния природных вод. Ярославль. С. 92–93.
- Сиротский С.Е.,** Ивашов П.В., Томинага Х., Кудо Ю., Сасаяма Х., Сасака С. 1996. Биогеохимическая оценка качества природных вод, используемых для водоснабжения г. Иокогама // Эколого-биогеохимические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 165–174.
- Сиротский С.Е.,** Медведева Л.А. 1996. Определение первичной продукции перифитона реки Кедровая (Приморье) на основе кратких экспозиций проб // Эколого-физиологические исследования водорослей и их значение для оценки состояния природных вод. Ярославль. С. 93–95.
- Sirotsky S.** 1997. Protection of the Population of the Khabarovsk Territory, the Amur River from Dioxins and Dioxin-Like Toxicants // «Brganohalogen Compounds», Indianapolis. USA. Vol. 32. P. 220–222. (Dioxin-97).
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 1997. Тяжелые металлы в биообъектах пресноводных экосистем Японии // География и природные ресурсы. № 1. С. 175–180.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 1998. Биогеохимическая оценка биотических компонентов наземных и водных экосистем бассейна р. Кедровая (заповедник «Кедровая падь») // Геолого-геохимические и биогеохимические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 85–94.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 1998. Тяжелые металлы в биообъектах водных экосистем бассейна р. Ургал // Биогеохимические и гидроэкологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 50–62.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 1998. Тяжелые металлы в биообъектах водных экосистем бассейна р. Амур // Геолого-геохимические и биогеохимические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 49–59.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.,** Пан Л.Н. 1998. Диатомовые водоросли – биогеохимические индикаторы качества воды бассейна Амура // Биогеохимические и гидроэкологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 5–49.

- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.**, Шестеркин В.П., Кот Ф.С., Юрьев Д.Н., Неудачин А.П., Неудачина И.И., Пан Л.Н. 1998. Теоретические основы биогеохимической экспертизы окружающей среды. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука. 157 с.
- Медведева Л.А., **Сиротский С.Е.** 1998. Продукционные характеристики водорослей перифитона р. Кедровая (Приморье) // Биогеохимические и гидроэкологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 63–76.
- Сиротский С.Е.** 1998. К вопросу о трофической классификации водоемов и водотоков на основании величин первичной продукции и концентрации хлорофилла «а» // Биогеохимические и гидроэкологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 77–83.
- Сиротский С.Е.**, Раппопорт В.Л., Михалев Ю.М., Ивашов П.В. 1998. Биогеохимическая экспертиза технологического цикла паронизации спирта в связи с проблемой тяжелых металлов // Геолого-геохимические и биогеохимические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 74–84.
- Сиротский С.Е.**, Шаров Л.А., Климин М.А. 1998. Карта ландшафтов как основа для прогноза природного загрязнения фенолами поверхностных вод (на примере территории Хабаровского края и Еврейской автономной области) // Геолого-геохимические и биогеохимические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 101–110.
- Сиротский С.Е.**, Юрьев Д.Н., Раппопорт В.Л., Шестеркин В.П., Ким В.И. 1998. Кризис экосистемы р. Амур в период ледостава // Экологические проблемы бассейнов крупных рек–2 / Тез. докл. междунар. конф. Тольятти 14–18 сентября 1998 г. Тольятти: ИЭВБ РАН. С. 166.
- Kondratjeva L.M., **Sirotsky S.E.**, Rapoport V.L. 1999. Ecological Situation in Far East Coastal Zone in Connection of Amur River Pollution and Sakhalin Petroleum Extraction // Fourth USA/CIS Joint Conference / Hydrologic Issues of the 21st Century: Ecology, Environment and Human Health. November 7–10, 1999, San Francisco, California. American Institute of Hydrology. P. 171.
- Ивашов П.В., Кот Ф.С., **Сиротский С.Е.** 1999. Тяжелые металлы в донных отложениях и ихтиофауне Нижнего Амура: к биогеохимическим особенностям провинции // Вторая Российская школа. Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы / Посвящается 70-летию организации В.И. Вернадским Биогеохимической лаборатории и 100-летию со дня рождения Виктора Владиславовича Ковальского. Материалы (тезисы, доклады, воспоминания). 25–28 января 1999 г. М. С. 84.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.**, Неудачин А.П., Шестеркин В.П. 1999. Миграция и накопление тяжелых металлов в растениях техногенных экосистем в окрестностях рудника «Многовершинный» // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. С. 120–128.
- Кондратьева Л.М., Раппопорт В.Л., Чухлебова Л.М., **Сиротский С.Е.** 1999. Некоторые аспекты качества амурской рыбы // Амур на рубеже веков / Ресурсы, проблемы, перспективы. Мат. междунар. науч. экологич. конф. и II Хабаровской краевой конф. по охране природы. Ч. 1. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 43–45.
- Кондратьева Л.М., Раппопорт В.Л., Чухлебова Л.М., **Сиротский С.Е.** 1999. Экологическая безопасность использования рыбных ресурсов в период ледостава на Нижнем Амуре // Николаевск-на-Амуре – патриарх Приамурских городов / Тез. историко-краевед. конф. г. Николаевск-на-Амуре. С. 56–60.

- Макарченко Е.А., Макарченко М.А., **Сиротский С.Е.** 1999. Зообентос верховьев бассейна р. Бурея. // Труды Государственного природного заповедника «Буреинский». Вып. 1. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука. С. 101–108.
- Михалев Ю.А., **Сиротский С.Е.**, Климин М.А. 1999. Удельная активность и удельная активная эффективность естественных радиоактивных нуклидов в водных и наземных экосистемах бассейна реки Амур // Амур на рубеже веков. Ресурсы, проблемы, перспективы. Мат. Междунар. научн. экологич. конф. и II Хабаровской краевой конф. по охране природы. Ч. 1. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 80–82.
- Михалев Ю.А., **Сиротский С.Е.**, Харитонов Г.В. 1999. Рентгенофлюоресцентное определение тяжелых металлов в природной воде // Лабораторные новости Дальнего Востока. № 1. С. 118.
- Сиротский С.Е.** 1999. Пигментные характеристики водорослей перифитона бассейна р. Бурея // Труды Государственного природного заповедника «Буреинский». Вып. 1. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука. С. 97–101.
- Сиротский С.Е.** 1999. Причины критических ситуаций в бассейне реки Амур в контексте евтрофирования водной экосистемы // Исследования водных и экологических проблем Приамурья. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука. С. 162–164.
- Сиротский С.Е.**, Богатов В.В. 1999. Методические рекомендации по оценке ущерба рыбному хозяйству на основе данных о первичной продукции в водотоках и водоемах // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. С. 129–152.
- Сиротский С.Е.**, Ивашов П.В. 1999. Эколого-биогеохимическая оценка содержания тяжелых металлов в биообъектах водной экосистемы Буреинского заповедника // Труды Государственного природного заповедника «Буреинский». Вып. 1. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука. С. 115–117.
- Сиротский С.Е.**, Ивашов П.В., Михалев Ю.А., Раппопорт В.Л. 1999. Содержание тяжелых металлов в водной экосистеме Амура // Амур на рубеже веков // Ресурсы, проблемы, перспективы / Мат. междунар. науч. экологической конф. и II краевой конф. по охране природы. Ч. 2. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 92–94.
- Сиротский С.Е.**, Макарченко Е.А., Макарченко М.А., Медведева Л.А. 1999. Оценка качества вод бассейна р. Амур по гидробиологическим показателям // Амур на рубеже веков. Ресурсы, проблемы, перспективы. Мат. междунар. научн. экологич. конф. и II Хабаровской краевой конф. по охране природы. Ч. 1. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 36–38.
- Юрьев Д.Н., Гаретова Л.А., Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.** 1999. О массовом развитии водного гриба *Leptomitus lacteus* в период ледостава // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. С. 153–160.
- Сиротский С.Е.** 2000. Современное состояние водной экосистемы р. Бурея // Состояние природной среды и природоохранная деятельность в Хабаровском крае в 1999 году: Государственный доклад / Государственный комитет по охране окружающей среды Хабаровского края. Под ред. В.М. Болтрушко. Хабаровск. С. 150–153.
- Сиротский С.Е.**, Юрьев Д.Н. 2000. Трофический статус водных объектов бассейна Амура по содержанию хлорофилла «а» в автотрофных организмах // Геохимические и эколого-биогеохимические исследования в Приамурье. Вып. 10. Владивосток: Дальнаука. С. 111–129.
- Медведева Л.А., **Сиротский С.Е.**, Оглы З.П. 2001. Водоросли бассейна реки Амур (Россия): Литературный обзор // Биогеохимические и гидроэкологические особенности экосистем бассейна реки Амур. Вып. 11. Владивосток: Дальнаука. С. 151–174.

- Сиротский С.Е.**, Кондратьева Л.М., Чухлебowa Л.М., Раппопорт В.Л., Богатов В.В. 2001. Изменение органолептических свойств рыбы – новая гидробиологическая проблема Амура // Мат. VIII съезда ГБО, Атлант НИРО, Калининград. Т. 1. С. 141.
- Сиротский С.Е.**, Макаpченко Е.А., Макаpченко М.А. 2002. Оценка качества вод бассейна Амура по составу зообентоса // Биогеохимические и геозкологические исследования наземных и пресноводных экосистем. Вып. 12. Владивосток: Дальнаука. С. 116–129.
- Медведева Л.А., **Сиротский С.Е.** 2002. Аннотированный список водорослей реки Амур и водоемов его придаточной системы // Биогеохимические и геозкологические исследования наземных и пресноводных экосистем. Вып. 12. Владивосток: Дальнаука. С. 130–218.
- Сиротский С.Е.**, Михалев Ю.А., Климин М.А. 2002. Удельная активность и удельная эффективная активность естественных радиоактивных нуклидов в водной экосистеме бассейна реки Амур // Биогеохимические и геозкологические исследования наземных и пресноводных экосистем. Вып. 12. Владивосток: Дальнаука. С. 219–228.
- Шамов В.В., Волюнец Е.О., Кондратьева Л.М., Кот Ф.С., Крюкова М.В., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Неудачин А.П., **Сиротский С.Е.** 2002. Геозкологическая характеристика озер Нижнего Приамурья // V межд. Конгресс ЭКВАТЭК-2002. М. С. 46–47.
- Шамов В.В., Кот Ф.С., Крюкова М. В., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Волюнец Е.И., Кондратьева Л.М., Неудачин А.П., **Сиротский С.Е.** 2002. Эколого-ресурсная оценка озер Нижнего Приамурья // Природно-ресурсный потенциал Азиатской России и сопредельных стран: пути совершенствования использования. Материалы межд. конф. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН. С. 51–52.
- Шамов В.В., **Сиротский С.Е.** 2002. Организация социально-экологического мониторинга зоны влияния Бурейского гидроузла // Актуальные проблемы водохранилищ. Всерос. конф. с участием специалистов из стран ближнего и дальнего зарубежья. 29 октября – 3 ноября 2002 г., Борок. Ярославль. С. 318–319.
- Чижикова Н.П., Харитоновa Г.В., Матюшкина Л.А., **Сиротский С.Е.** 2002. Минералогический состав тонкодисперсной части донных отложений р. Амур // Труды 2-й Междунар. научно-практич. конф. «Экология речных бассейнов». Владимир. С. 118–121.
- Бородинская Г.В., Столбунова В.Н., **Сиротский С.Е.** 2003. Современная оценка качества вод бассейна реки Амур по показателям зоопланктона // Биогеохимические и гидроэкологические оценки наземных и пресноводных экосистем. Вып. 13. Владивосток: Дальнаука. С. 131–147.
- Матюшкина Л.А., **Сиротский С.Е.**, Харитоновa Г.В. 2003. Особенности вещественного состава илистой фракции донных отложений реки Амур // Биогеохимические и гидроэкологические оценки наземных и пресноводных экосистем. Вып. 13. Владивосток: Дальнаука. С. 82–94.
- Медведева Л.А., **Сиротский С.Е.** 2003. Водоросли российского участка бассейна р. Амур // Гидробиол. журн. Т. 39. № 4. С. 41–57.
- Сиротский С.Е.** 2003. Социально-экологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла // О состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2002 г. Государственный доклад. Главное упр. природ. ресурсов и охраны окр. среды МПР России по Хабаровскому краю. Служба охраны окр. среды. Хабаровск. С. 171–173.
- Воронов Б.А., Махинов А.Н., Болдовский Н.В., Караванов К.П., Мирзеханова З.Г., Мордовин А.М., **Сиротский С.Е.**, Кондратьева Л.М., Шестеркин В.П., Суриков С.Н.,

- Дубинский А.П., Залевская Л.Н., Козлов С.А., Кулаков В.В., Лужнов В.Л., Цыганок В.И., Ахтямов М.Х., Сапаев В.М., Бабурин А.А., Чаков В.В., Баканов К.Г., Морозова Г.Ю. 2003. Водно-экологические проблемы бассейна реки Амур. Владивосток: ДВО РАН. 187 с.
- Kharitonova G.V., Chizhikova N.P., Matyushkina L.A., **Sirotsky S.E.** 2004. The clay fraction of soils, bottom sediments and suspensions in the Amur river: composition and peculiarities // Science for Watershed Conservation: Multidisciplinary Approaches for Natural Resource Management: Abstracts of the International Conference. Ulan-Ude (Russia) – Ulan Bator (Mongolia), September 1–8, 2004. Ulan-Ude: Publishing House of the Buryat Scientific Center, Sb RAS. Vol. 1. P. 62–63.
- Sirotsky S.E.**, Makarchenko E.A., Makarchenko M.A. 2004. Amur Basin Water Quality Assessment Based on Zoobentos Composition // Report on Amur-Okhotsk Project. № 2. December 2004. Hokkaido University. P. 71–81.
- Климин М.А., **Сиротский С.Е.** 2004. Распределение сохранившихся фотосинтетических пигментов в торфяных отложениях Нижнего Приамурья // Почвы – национальное достояние России: Мат. IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Новосибирск: Наука–Центр. Кн. 2. С. 497.
- Новороцкая А.Г., **Сиротский С.Е.**, Яковенко Г.П., Иванова Е.Г. 2004. Атмосферные выпадения некоторых техногенных элементов в снежном покрове Ургальского угольного бассейна // Там же. International conference «Since for watershed conservation: Multidisciplinary approaches for natural resource management». Ulan-ude, Russia and Ulaanbaatar, Mongolia, September 1–8. С. 70–72.
- Сиротский С.Е.**, Климин М.А., Бабурин А.А., Безруков В.Г., Онищук В.С., Безруков А.И., Корженевский А.А. 2004. Организация мониторинга почвенного и растительного покрова обследованной территории в зоне влияния Бурейского гидроузла // Проблемы экологии и рационального использования природных ресурсов в Дальневосточном регионе: Мат. региональной научно-практич. конф., 21–23 декабря 2004 г. Благовещенск: Изд-во БГПУ. Т. 1. С. 170–172.
- Харитонов Г.В., Матюшкина Л.А., **Сиротский С.Е.** 2004. Минералогический состав тонкодисперсной части почв, наилок и донных отложений реки Амур // Тез. докл. IV съезда Докучаевского общества почвоведов. 9–13 августа 2004 г. Новосибирск. Новосибирск: Наука-центр. Кн. 2. С. 598.
- Чижикова Н.П., Харитонов Г.В., Матюшкина Л.А., **Сиротский С.Е.** 2004. Минералогический состав тонкодисперсной части донных отложений реки Амур // Биогеохимические и гидроэкологические исследования техногенных экосистем. Вып. 14. Владивосток: Дальнаука. С. 143–162.
- Чижикова Н.П., Харитонов Г.В., Матюшкина Л.А., **Сиротский С.Е.** 2004. Минералогический состав тонкодисперсной части почв среднего и нижнего Приамурья, донных отложений и взвесей реки Амур // Почвоведение. № 8. С. 1000–1012.
- Безруков В.Г., Климин М.А., Онищук В.С., **Сиротский С.Е.**, Безруков А.И., Бабурин А.А., Корженевский А.А. 2005. Результаты экологического мониторинга почв реперных участков района Зейского водохранилища // Мат. докладов 55-й научно-практич. конф. преподавателей и студентов: В 3-х ч. Благовещенск: Изд-во БГПУ. Ч. 3. С. 102–106.
- Безруков В.Г., **Сиротский С.Е.**, Климин М.А., Онищук В.С., Бабурин А.А., Безруков А.И., Корженевский А.А. 2005. Результаты исследований экологического мониторинга почвенного и растительного покрова территории в зоне влияния Бурейского гидро-

- узла за 2004 год // Мат. докладов 55-й научно-практич. конф. преподавателей и студентов: В 3-х ч. Благовещенск: Изд-во БГПУ. Ч. 3. С. 116–123.
- Безруков В.Г., **Сиротский С.Е.**, Климин М.А., Онищук В.С., Бабурин А.А., Безруков А.И., Корженевский А.А. 2005. Итоги экологического мониторинга почвенного и растительного покрова территории в зоне влияния Бурейского гидроузла за 2003 год // Мат. докладов 55-й научно-практич. конф. преподавателей и студентов: В 3-х ч. Благовещенск: Изд-во БГПУ. Ч. 3. С. 107–116.
- Воронов Б.А., Горбенко Ю.В., **Сиротский С.Е.**, Чумаков В.В. 2005. Опыт реализации социально-экологического мониторинга в зоне влияния Бурейского комплексного гидроузла // Труды II междунар научно-практич. конф. «Экология в энергетике – 2005». М.: Изд-ва МЭИ. С. 232–234.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 2005. Тяжелые металлы в ихтиофауне озерных экосистем Приамурья // Биогеохимические и гидроэкологические процессы в экосистемах. Вып. 15. Владивосток: Дальнаука. С. 130–139.
- Климин М.А., **Сиротский С.Е.** 2005. Распределение фотосинтетических пигментов в профиле торфяных отложений как отражение колебаний климата в голоцене // Биогеохимические и гидроэкологические процессы в экосистемах. Вып. 15. Владивосток: Дальнаука. С. 237–248.
- Сиротский С.Е.** 2005. Биогеохимическая характеристика отходов топливной энергетики на примере Ургальского угольного месторождения // Труды II междунар. научно-практич. конф. «Экология в энергетике – 2005». М.: Изд-ва МЭИ. С. 203–204.
- Сиротский С.Е.** 2005. К вопросу о кларках водорослей перифитона бассейна р. Бурей // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск, 28 февраля – 3 марта 2005 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 187–189. (Дружининские чтения. Вып. 2).
- Сиротский С.Е.** 2005. Трофический статус водотоков бассейна рек Бурей, Зея, Бурейского и Зейского водохранилищ // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск, 28 февраля – 3 марта 2005 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 95–99. (Дружининские чтения. Вып. 2).
- Сиротский С.Е.**, Ивашов П.В., Климин М.А. 2005. Биогеохимия окружающей среды на территории поселка Чегдомын и его окрестностях // Биогеохимические и гидроэкологические процессы в экосистемах. Вып. 15. Владивосток: Дальнаука. С. 209–218.
- Сиротский С.Е.**, Климин М.А., Ри Т.Д. 2005. Биогеохимическая характеристика отходов топливной энергетики Верхнебуреинского района // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск, 28 февраля – 3 марта 2005 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 184–187. (Дружининские чтения. Вып. 2).
- Тиунова Т.М., Тесленко В.А., Арефина Т.И., **Сиротский С.Е.** 2005. Структура сообществ донных беспозвоночных бассейна реки Бурей // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск, 28 февраля – 3 марта 2005 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 99–102. (Дружининские чтения. Вып. 2).
- Чухлебова Л.М., Кондратьева Л.М., Рапопорт В.Л., **Сиротский С.Е.** 2005. Сезонные изменения санитарно-гигиенических показателей качества рыбы реки Амур // Гигиена и санитария. № 2. С. 37–41.
- Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.**, Шестеркина Н.М., Иванова Е.Г. 2005. Гидрохимические исследования на Бурейском водохранилище в первые годы заполнения // Результаты охраны и изучения природных комплексов Сихотэ-Алиня. Мат. межд.

- науч.-практ. конф. п. Терней. Владивосток: Изд. ОАО «Приморский полиграфкомбинат». С. 351–354.
- Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Фокина Ю.А., Ри Т.Д., **Сиротский С.Е.** 2005. Роль водохранилищ Приамурья в снижении последствий крупной аварии в КНР в декабре 2005 г. // Эколого-гидрологические проблемы изучения и использования водных ресурсов. г. Казань. С. 317–319.
- Bogatov V., **Sirotsky S.**, Yuriev D. 2006. The Ecosystem of the Amur River // River and Stream Ecosystems of the World. EDITED BY C.E. Cushing, K.W. Cummins, and G.W. Minshall. University of California Press, Ltd / London, England. With a New Introduction. P. 601–613.
- Klimin M.A., **Sirotsky S.E.** 2006. Distribution of photosynthetic pigments in the peat bog sections as a reflection of the Holocene climate changes // Abstracts of the 2nd. Scientific Congress of East Asian Federation of Ecological Societies «Global Environmental Change and Ecosystems in East Asia». Toki Messe, Niigata, Japan, March 25–28, 2006. Kyoto. P. 420.
- Медведева Л.А., **Сиротский С.Е.** 2006. Фитопланктон Бурейского водохранилища – одна из составляющих мониторинга его экологического состояния (Амурская область) // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем: Сб. тез. докладов междунар. конф. Санкт-Петербург 23–27 октября 2006 г. СПб. С. 100.
- Сиротский С.Е.** 2006. Бурейский полигон. Опыт социально-экологического мониторинга дальневосточной ГЭС // Мировая энергетика. Январь. № 1.
- Гидроэкологический Мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. 2007. // Гл. редактор серии. к.б.н. **Сиротский С.Е.**, отв. редактор, д.б.н. Тиунова Т.М. Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН. 273 с.
- Заусаев В. К., Чепегина М.В., Халиуллина З.А, **Сиротский С.Е.** 2007. Социально-экологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла: Предварительные итоги. Социологические исследования // Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН. 128 с.
- Бульон В.В., **Сиротский С.Е.** 2008. Прогноз биологической продуктивности проектируемого Нижне-Бурейского водохранилища // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения: мат. межрегион. науч.-практ. конф., Хабаровск 10–12 октября 2008 г. Хабаровск: ДВО РАН. Кн. 1. С. 23–26.
- Воронов Б.А., **Сиротский С.Е.**, Горбенко Ю.В., Ляскин Е.А. 2008. Цели и задачи межрегионального центра экологического мониторинга гидроузлов // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения: мат. межрегион. науч.-практ. конф., Хабаровск 10–12 октября 2008 г. Хабаровск: ДВО РАН. Кн. 2. С. 661–664.
- Заусаев В.К., Халиуллина З.А., **Сиротский С.Е.** 2008. Социально-экономические аспекты строительства гидроузлов на Дальнем Востоке // Мат. III Международного Экономического форума. Хабаровск. С. 10.
- Ивашов П.В., **Сиротский С.Е.** 2008. Биогеохимические и гидробиологические исследования на юге Дальнего Востока // Водные и экологические исследования на Дальнем Востоке России (к 40-летию Института водных и экологических проблем ДВО РАН). Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 46–55.
- Матюшкина Л.А., **Сиротский С.Е.**, Уткина Е.В. 2008. Особенности состава тонкодисперсной части почв и донных отложений бассейна р. Амур // Мат. V Съезда Всерос. общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Ростов-на-Дону 18–23 августа 2008 г. Ростов-на-Дону. С. 25.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В., **Сиротский С.Е.** 2008. Биомониторинг экологического состояния Бурейского водохранилища // Регионы нового освоения: экологические

- проблемы, пути решения: мат. межрегион. науч.-практ. конф., Хабаровск 10–12 октября 2008 г. Хабаровск: ДВО РАН. Кн. 2. С. 594–597.
- Сиротский С.Е.** 2008. Пигментные характеристики водотоков юго-западной части острова Феклистова (Шантарские острова) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 4. Владивосток: Дальнаука. С. 118–122.
- Сиротский С.Е., Климин М.А.** 2008. Удельная активность и удельная эффективная активность естественных радиоактивных нуклидов в углях и вмещающих породах Бурейского угольного разреза // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения: мат. межрегион. науч.-практ. конф., Хабаровск 10–12 октября 2008 г. Хабаровск: ДВО РАН. Кн. 1. С. 218–222.
- Сиротский С.Е., Форина Ю.А., Таловская В.С., Шестеркина Н.М., Ри Т.Д.** 2008. Оценка степени загрязненности железнодорожного полотна и балластной призмы нефтепродуктами переустраиваемого участка железной дороги Известковая–Чегдомын (307–314 км) // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения: мат. межрегион. науч.-практ. конф. Хабаровск 10–12 октября 2008 г. Хабаровск: ДВО РАН. Кн. 1. С. 213–218.
- Бульон В.В., Сиротский С.Е.** 2009. Прогноз биологической продуктивности водохранилищ рек Зеи и Буреи // X Съезд гидробиологического общества при РАН / Гидробиологическое общество при РАН. Владивосток 28 сентября – 2 октября 2009. Владивосток: Дальнаука. С. 56.
- Заусаев В.К., Халлиулина З.А., Горяинов В.А., Сиротский С.Е., Горбунов Н.М.** 2009. Социально-экономический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла // Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 159 с.
- Новомодный Г.В., Шмигирилов А.П., Коцюк Д.В., Крушанова А.С., Сиротский С.Е.** 2009. Итоги пятилетнего ихтиологического мониторинга Бурейского водохранилища // Вопросы рыболовства. Т. 10. № 3 (39) С. 475–489.
- Сиротский С.Е.** 2009. Содержание тяжелых металлов и химических элементов в водных экосистемах бассейна реки Амур // X Съезд гидробиологического общества при РАН. Тезисы докладов (Гидробиологическое общество при РАН. г. Владивосток 28 сентября – 2 октября 2009 г. Владивосток: Дальнаука. С. 270–271.
- Сиротский С.Е., Ивашов П.В.** 2009. Биогеохимия пресноводных экосистем Японии // Биогеохимические геоэкологические исследования природно-техногенных экосистем. Вып. 18. Владивосток: Дальнаука. С. 98–112.
- Сиротский С.Е., Ивашов П.В.** 2009. Биогеохимия пресноводных экосистем Японии // Биогеохимические и геоэкологические исследования природно-техногенных экосистем. Владивосток: Дальнаука. С. 113–135.
- Сиротский С.Е., Климин М.А.** 2009. Источники поступления фенольных соединений в природные воды на примере бассейна реки Амур // Вопросы рыболовства. Т. 10. № 3 (39). С. 598–617.
- Сиротский С.Е., Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А.** 2009. Характеристика бассейна р. Амур по составу зообентоса // Вопросы рыболовства. Т. 10. № 3 (39). С. 453–468.
- Тиунова Т.М., Тесленка В.А., Сиротский С.Е.** 2009. Структурная характеристика сообществ бентоса в экосистемах реки Зея // Вопросы рыболовства. Т. 10. № 3 (39). С. 489–500.
- Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. 2010. // Гл. ред. **С.Е. Сиротский**. Хабаровск: ДВО РАН. 353 с.
- Тиунова Т.М., Тесленко В.А., Сиротский С.Е.** 2009. Структура сообществ донных беспозвоночных бассейна реки Зея // III Дружининские чтения: Комплексные исследо-

- вания природной среды в бассейне р. Амур: мат. межрегион. научн. конф. ИВЭП ДВО РАН; г. Хабаровск 6–9 октября 2009. Кн. 2. Хабаровск, ДВО РАН. С. 273–276.
- Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.**, Шестеркина Н.М., Таловская В.С. 2009. Гидрохимические исследования в районе Нижнезейского водохранилища // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов / Химический состав и качество воды: труды междунар. науч.-практ. конф.. Гидро- и геодинамические процессы. Пермь 26–28 мая 2009 г. Т. 1: Пермь, гос. ун-т. С. 327–330.
- Бульон В.В., **Сиротский С.Е.** 2010. Прогнозирование биологической продуктивности водохранилищ рек Зеи и Буреи // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: материалы всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск, 26–29 октября 2010 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 33–36. (Дружининские чтения. Вып. 4).
- Попов П.Б., Голубцов И.А., **Сиротский С.Е.** 2010. Введение // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск, 26–29 октября 2010 г. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 5–7. (Дружининские чтения. Вып. 4).
- Сиротский С.Е.**, Бульон В.В. 2010. Водохранилища и изменения гидрорежима на реках с плотинами ГЭС: прогноз биологической продуктивности, проектные решения, мониторинг и оперативное управление для минимизации воздействий на ихтиофауну и рыбные ресурсы. Рыбохозяйственные проблемы строительства и эксплуатации плотин и пути их решения // Мат. заседания тематического сообщества по проблемам больших плотин и Научного консультативного совета Межведомственной ихтиол. комиссии. Москва 25 февраля 2010 г. М., WWF России. С. 33–47.
- Сиротский С.Е.**, Климин М.А., Харитонов Г.В., Уткина Е.В. 2010. Содержание микро- и макрокомпонентов в почвах и донных отложениях зоны влияния Бурейской ГЭС // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск, 26–29 октября 2010 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 143–147. (Дружининские чтения. Вып. 4).
- Сиротский С.Е.**, Шестеркин В.П., Шишкин А.С. 2010. Прогноз качества воды в водохранилище и нижнем бьефе Богучанской ГЭС // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск 26–29 октября 2010 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 137–143. (Дружининские чтения. Вып. 4).
- Чижикова Е.Н., **Сиротский С.Е.**, Харитонов Г.В., Уткина Е.В. 2010. Тяжелые металлы в водных экосистемах реки Амур // III Международная конф. «Современные проблемы загрязнения почв». Москва, 24–28 мая 2010 г. М. С. 315–318.
- Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.**, Таловская В.С., Шестеркина Н.М., Фокина Ю.А., Рит Д.Д. 2010. Гидрохимия притоков Нижнебурейского водохранилища // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск 26–29 октября 2010 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 176–180. (Дружининские чтения. Вып. 4).
- Бульон В.В., **Сиротский С.Е.** 2011. Прогноз и сравнительная характеристика биологической продуктивности водохранилищ на реках Зея и Буря // Водные ресурсы. Т. 38. № 6. С. 688–697.
- Гаретова Л.А., **Сиротский С.Е.**, Шестеркина Н.М., Таловская В.С., Каретникова Е.А., Рит Д.Д. 2011. Оценка экологического состояния р. Зея и ее притоков в зоне строительства Нижне-Зейской ГЭС // Водные ресурсы. Т. 38. № 5. С. 464–473.
- Глухов В.А., **Сиротский С.Е.**, Комарова Л.И., Копосова Т.Я., Маева Е.П., Савин С.З. 2011. Геоинформационные технологии в комплексном исследовании бассейнов рек и

- проектировании гидроузлов // Биогеохимические и гидроэкологические параметры наземных и водных экосистем. Вып. 19. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 178–212.
- Климин М.А., **Сиротский С.Е.** 2011. Содержание фотосинтетических пигментов в каменных углях как показатель их генезиса и качества (на примере Буреинского разреза) // Биогеохимические и гидроэкологические параметры наземных и водных экосистем. Вып. 19. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 171–177.
- Сиротский С.Е.**, Медведева Л.А., Пархомук Ю.В. 2011. Трофический статус некоторых водотоков бассейна реки Тимптон (Южная Якутия) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. № 5. С. 483–487.
- Сиротский С.Е.**, Фокина Ю.А., Таловская В.С., Шестеркина Н.М., Ри Т.Д. 2011. Содержание нефтепродуктов в балластных грунтах и почвах вдоль железнодорожного полотна на участке Известковая–Чегдомын // Биогеохимические и гидроэкологические параметры наземных и водных экосистем. Вып. 19. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 148–156.
- Сиротский С.Е.**, Чижилова Н.П., Харитонова Г.В., Манучаров А.С., Коновалова Н.С., Уткина Е.В. 2011. Донные отложения реки Амур // Теоретическая и прикладная экология. № 1. С. 44–52.
- Сиротский С.Е.**, Чижилова Н.П., Харитонова Г.В., Уткина Е.В. 2011. Микроэлементы в водных экосистемах бассейна реки Амур // Биогеохимические и гидроэкологические параметры наземных и водных экосистем. Вып. 19. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 116–124.
- Харитонова Г.В., **Сиротский С.Е.**, Коновалова Н.С., Уткина Е.В. 2011. Состав донных отложений реки Амур // Тектоника, магнетизм и геодинамика Востока Азии / VII Косыгинские чтения: Мат. всероссийской конф. 12–15 сентября 2011 г. Хабаровск. Хабаровск: ИТиГ им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН. С. 224–228.
- Харитонова Г.В., **Сиротский С.Е.**, Чижилова Н.П., Коновалова Н.С., Манучаров А.С., Уткина Е.В. 2011. Микроэлементы во фракциях донных отложениях р. Амур // Глины 2001. Первое Российское Собрание. Глины, глинистые минералы и слоистые материалы. 12–13 мая 2011 г. М: ИГЕМ РАН. С. 56–57.
- Чижилова Н.П., **Сиротский С.Е.**, Харитонова Г.В., Манучаров А.С., Коновалова Н.С., Уткина Е.В. 2011. Минералогический и химический состав тонкодисперсной части донных отложений р. Амур // Почвоведение. № 7. С. 845–860.
- Чижилова Н.П., **Сиротский С.Е.**, Харитонова Г.В., Уткина Е.В. 2011. Микроэлементы в водных экосистемах реки Амур // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. Россельхозакадемия. № 67. С. 32.
- Шеин Е.В., Харитонова Г.В., Дембовецкий А.В., Федотова А.В., Коновалова Н.С., **Сиротский С.Е.** 2011. Микрообструктурированность почв Бэровских бугров // Глины 2001. Первое Российское Собрание. Глины, глинистые минералы и слоистые материалы. 12–13 мая 2011 г. М: ИГЕМ РАН. С. 132–133.
- Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.**, Шестеркина Н.М., Таловская В.С., Никитина О.И., Ерина О.И. 2011. Современные проблемы водохранилищ и их водосборов // Химический состав и качество воды: труды междунар. науч.-практ. конф. 17 мая – 20 мая 2011 г. Пермь. Перм. гос. ун-т. Пермь. С. 207–212.
- Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.**, Таловская В.С. 2011. Минерализация и содержание органического вещества в воде Буреинского водохранилища в период наполнения // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. № 4. С. 33–40.
- Новороцкая А.Г., Ри Т.Д., **Сиротский С.Е.**, Таловская В.С., Фокина Ю.В., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. 2012. Динамика водных экосистем муссонных областей

- Дальнего Востока в условиях изменения природных и антропогенных факторов // Заключительный отчет. Инв. № 02201256265.
- Сиротский С.Е.,** Климин М.А., Харитонов Г.В., Уткина Е.В. 2012. Микро- и макроэлементы в почвах и донных отложениях зоны влияния Бурейской ГЭС // Материалы докладов VI съезда почвоведов им. В.В. Докучаева (Петрозаводск–Москва, 13–18 августа 2012 г.). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, Кн. 2. С. 135–136.
- Климин М.А., **Сиротский С.Е.,** Копотева Т.А. 2013. Пигментные характеристики торфяных отложений различного генезиса Нижнего Приамурья // Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных экосистем. Вып. 20. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 157–166.
- Сиротский С.Е.,** Ким В.И., Климин М.А., Тюгай З., Коновалова Н.С., Уткина Е.В., Харитонов Г.В. 2013. Особенности гранулометрического состава донных отложений реки Амур в среднем и нижнем течении // Жизнь пресных вод. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 13–27.
- Сиротский С.Е.,** Климин М.А., Бабуринов А.А., Уткина Е.В., Чижикова Н.П., Харитонов Г.В. 2013. Почвы и донные отложения зоны влияния Бурейской ГЭС // Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных экосистем. Вып. 20. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 6–39.
- Тиунова Т.М., Тесленко В.А., Макаренченко М.А., **Сиротский С.Е.** 2013. Структура сообществ донных беспозвоночных в экосистемах рек бассейна реки Тимптон (Южная Якутия) // Жизнь пресных вод. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 187–199.
- Шейн Е.В., Харитонов Г.В., Дембовецкий А.В., Федотова А.В., Коновалова Н.С., **Сиротский С.Е.** 2013. Солевые и глинисто-солевые образования почв Бэровских бугров // Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных экосистем. Вып. 20. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 50–67.
- Шейн Е.В., Харитонов Г.В., Милановский Е.Ю., Дембовецкий А.В., Федотова А.В., Коновалова Н.С., **Сиротский С.Е.,** Перова Н.Е.. 2013. Агрегатообразование в засоленных почвах ландшафтов бугров Бэра // Почвоведение. № 4. С. 442–453.
- Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.,** Шестеркина Н.М. 2013. Влияние зарегулирования на содержание и сток растворенных веществ в воде р. Бурей // Конференция с международным участием «Регионы нового освоения: экологическая политика в стратегии развития», 1–3 октября 2013 г., г. Хабаровск, сб. докладов [Электронный ресурс], Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН, объем 10,1 Мб, 1 опт. компакт диск (CD ROM). С. 238–243.
- Яворская Н.М., **Сиротский С.Е.** 2013. Экологическое состояние водотоков Хабаровского края и Еврейской автономной области по показателям зообентоса // Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных экосистем. Вып. 20. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 176–203.
- Levshina S., **Sirotsky S.** 2014. Organic Matter Distribution in the Zeya Reservoir, Central Priamurye, Russia. Natural Organic Matter: Structure-Dynamics Innovative Applications, 17th Meeting of the International Humic Substances Society, Ioannina, Greece 1–5 September 2014. Greece, Ioannina: University Ioannina. P. 68–69.
- Shein E.V., Kharitonova G.V., Dembovetsky A.V., Fedotova A.V., Konvalova N.S., **Sirotsky S.E.** 2014. Salt and Clay-Salt Formations in Soils of Baer Mound Agrolandscapes // Resources, Environment and Regional Sustainable Development in Northeast Asia. 10–15 June, 2014, Changchun (China). China, Changchun: Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS. P. 281–288.

- Бульон В.В., **Сиротский С.Е.**, Остроухов А.В. 2014. Биологическая продуктивность водохранилищ Дальнего Востока: моделирование и прогноз // Вестник ДВО РАН. № 3 (175). С. 53–61.
- Бульон В.В., **Сиротский С.Е.**, Остроухов А.В. 2014. Прогнозирование биологической продуктивности водохранилищ Дальнего Востока // Доклады Академии Наук. Т. 457. № 3. С. 366–369.
- Климин М.А., **Сиротский С.Е.** 2014. Фотосинтетические пигменты в торфяных голоценовых отложениях Нижнего Приамурья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 311–315.
- Медведева Л.А., Пархомук Ю.В., **Сиротский С.Е.** 2014. Материалы к альгофлоре Азиатской России // Растительный мир Азиатской России. № 3 (15). С. 3–13.
- Сиротский С.Е.**, Харитонов Г.В., Ким В.И., Климин М.А., Чижикина Н.П., Тюгай З., Коновалова Н.С., Уткина Е.В. 2014. Гранулометрический и микроэлементный состав донных отложений реки Амур в среднем и нижнем течении // Тихоокеанская геология. Т. 33. № 3. С. 88–98.
- Сиротский С.Е.** 2014. Фотосинтетические пигменты в перифетоне водотоков бассейнов рек Зей и Бурей // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 19–21 марта 2014 г. Владивосток: Дальнаука. № 6. С. 619–628.
- Сиротский С.Е.**, Харитонов Г.В., Ким В.И., Климин М.А., Чижикина Н.П., Тюгай З.Н., Коновалова Н.С., Уткина Е.В. 2014. Гранулометрический и микроэлементный состав донных отложений реки Амур в среднем и нижнем течении // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 19–21 марта 2014 г. Владивосток: Дальнаука. № 6. С. 629–635.
- Таловская В.С., Шестеркина Н.М., **Сиротский С.Е.** 2014. Гидрохимическая характеристика речных вод в районе месторождения «Кун-Манье» (Амурская область) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 19–21 марта 2014 г. Владивосток: Дальнаука. № 6. С. 643–653.
- Харитонов Г.В., **Сиротский С.Е.**, Чижикина Н.П., Коновалова Н.С., Манучаров А.С., Тюгай З.Н., Уткина Е.В. Kharitonova G.V., **Sirotskii S.E.**, Chizhikova N.P., Konovalova N.S., Manucharov A.S., Tyugai Z., Utkina E.V. 2014. Микроэлементы во фракциях донных отложений р. Амур // Microelements in fractions of bottom sediments of the Amur River // Литология и полезные ископаемые / Lithology and Mineral Resources. № 3. С. 207–219. V. 49 (3). P. 201–212.
- Шейн Е.В., Харитонов Г.В., Дембовецкий А.В., Федотова А.В., Коновалова Н.С., **Сиротский С.Е.** Shein E.V., Dembovetskii A.V., Kharitonova G.V., **Sirotskii S.E.**, Fedotova A.V., Konovalova N.S. 2014. Состав и строение микроагрегатов почв Бэровских бугров юга Астраханской области // Composition and structure of microaggregates in soils of the Behr hillocks, southern Astrakhan district / Литология и полезные ископаемые / Lithology and Mineral Resources. № 1. С. 26–32. V. 49 (1). P. 23–28.
- Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.**, Шестеркина Н.М. 2014. Воздействие гидроэнергетического строительства на содержание и сток растворенных веществ в воде реки Бурей // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. № 4. С. 72–83.
- Шестеркин В.П., **Сиротский С.Е.**, Шестеркина Н.М. 2014. Особенности химического состава вод малых рек бассейна р. Бурей // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана / Мат. лекций II Всероссийской школы-конференции. 18–22 ноября 2014 г. Ярославль: Филигрань. Т. 2. С. 416–419.
- Шестеркина Н.М., **Сиротский С.Е.**, Сидоров Ю.Ф., Таловская В.С., Фокина Ю.А., Ри Т.Д. 2014. Гидрохимия водотоков по трассе магистрального газопровода Якутия–Вла-

- дивосток в пределах Амурской области // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 19–21 марта 2014 г. Владивосток: Дальнаука. № 6. С. 754–762.
- Бульон В.В., **Сиротский С.Е.** 2015. Биологическая продуктивность Богучанского водохранилища: моделирование и прогноз // Известия РАН. Серия биологическая. № 4. С. 431–440.
- Климин М.А., Ри Т.Д., **Сиротский С.Е.** 2015. Валовое содержание ртути в торфяниках Дальнего Востока // Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных экосистем. Вып. 21. (Электронный ресурс). Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 108–115.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В., **Сиротский С.Е.** 2015. Оценка состояния водной экосистемы Бурейского водохранилища по данным анализа фитопланктонных сообществ // Водные ресурсы. Т. 42. № 2. С. 199–211.
- Гаретова Л.А., Левшина С.И., Фишер Н.К., **Сиротский С.Е.**, Шестеркин В.П. 2016. Распределение органического вещества, фитопигментов и гетеротрофных бактерий вдоль градиента солености в эстуариях малых рек бассейна Татарского пролива // Известия ТИНРО. Т. 184. С. 219–235.

*Список литературы составлен
Н. М. Яворской*

НОВЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

М.А. Климин

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
ул. Дикопольцева, 56, Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: m_klimin@bk.ru*

Показана роль С.Е. Сиротского в теоретической постановке и практической разработке задачи получения нетрадиционных данных о свойствах торфяных отложений различных регионов России.

THE NEW APPROACH TO THE PEAT DEPOSITS STUDY

M.A. Klimin

*Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, 56 Dikopoltsev Str., Khabarovsk,
680000, Russia. E-mail: m_klimin@bk.ru*

The role of S.E. Sirotskiy in theoretical formulation and practical development of the problem of obtaining non-traditional data on the properties of peat deposits of various regions of Russia is showed.

Необходимое пояснение (вместо введения)

Время после удачно проведенных полевых работ – как выдох после полного вдоха. Отобранные образцы еще доводятся до кондиции, а мысли уже улетают в область анализа как бы реально существующих результатов многочисленных экспериментов. Что-то подтвердится, что-то будет с точностью наоборот, но, пока главенствует разгул фантазии, мы счастливы, думая, что готовы разгадать очередную загадку природы.

Мы с Сергеем были столь же наивны, начиная исследования торфяных отложений Нижнего Приамурья на основе методики, к тому времени уже более 50 лет успешно используемой в гидробиологии. Начальным пунктом стал всего лишь один вопрос, заданный в начале 1998 года: «Сергей, а что вы, гидробиологи, определяете в ацетоновой вытяжке из водорослей, которые отфильтровываете из озерных или речных вод?». Стандартный ответ об оценке продуктивности сообщества организмов, живущих в водной среде, спровоцировал предложение: «Давай попробуем определить сходные параметры в профиле торфяных отложений? Ведь по большому счету сильно обводненный торфяник как объект исследования достаточно близок к озеру. Различия лишь в том, что озеро – это большое количество воды с взвешенным в нем органическим веществом, а болото – большое количество органического вещества, находящееся в воде».

Высказанные намерения подкреплялись тем, что, работая на территории Нижнего Приамурья в конце 1997 г., хотя и по другой тематике, нам удалось отобрать

образцы из торфяника верхового типа близ реки Тяпка в Николаевском районе. Мощность отложений впечатляла – 5,2 метра. Достаточно быстро были решены вопросы расчетов концентраций пигментов. Однако уже первые результаты исследований заставили задуматься о том, что же мы на самом деле определяем...

Методика и материал

Поскольку торф не является свежим органическим веществом, как живые водоросли, наш подход к подготовке его к анализу и проведение самого анализа были сходны с теми, с помощью которых обычно исследуют образцы почв. К тому же такие операции, как высушивание на воздухе, растирание и пропускание через сито диаметром 1 мм, а также определение гигроскопической влаги в параллельной пробе дают возможность не только получать результаты с высокой точностью, но и при необходимости даже по прошествии длительного времени сделать повторный анализ.

Инструментальное определение каких-либо параметров подразумевает предварительные исследования на предмет достоверности и репрезентативности получаемых данных. Это в нашем случае диктовало выяснение вопросов о соотношении навески с экстрагентом, а также времени настаивания, обуславливающего наиболее полный выход в раствор определяемых компонентов.

Первая проблема была решена путем изучения результатов взаимодействия с 90% водным раствором ацетона различных по массе навесок разных по генезису торфов в нескольких повторностях. Основным условием было достаточное, но не избыточное окрашивание полученного экстракта, поскольку последнее приводило к увеличению ошибки в определении компонентов.

Вторая проблема была несколько сложнее, но проведенные анализы (от 4 до 36 часов настаивания с шагом 4 часа) показали, что наиболее репрезентативные данные получаются при экстракции от 20 до 24 часов. Поэтому был выбран вариант 24-часового настаивания (кстати, наиболее удобный для аналитика) при соотношении торф:раствор 100 мг:15 мл.

Описание методики было опубликовано в статье (Климин, Сиротский, 2005). В этой работе на примере разреза одного из самых древних торфяников Нижнего Приамурья – Гурского – были представлены результаты исследований распределения по профилю состава сохранившихся фотосинтетических пигментов. Следует отметить, что в торфяных отложениях без существенных изменений сохраняются только пигменты группы каротиноидов, что же касается хлорофиллов, то практически все они представлены производными, из которых удален магний – феофигментами. Именно поэтому наши опыты с подкислением экстрактов из различных слоев торфяников с целью определения содержания нативных хлорофиллов не дали результатов, а в работах коллег из Института химии нефти СО РАН, применявших гораздо более сложные и точные методики, было показано, что в торфяниках хлорофиллы в неизменном состоянии присутствуют лишь в небольших количествах (Серебренникова, 1988; Зверева и др., 1999).

Долгое время не поддавался разрешению вопрос, связанный с высокими величинами экстинкции на длине волны 750 нм в некоторых образцах. При расчетах ко-

личества пигментов это значение вычитается из всех других (ГОСТ ..., 1999), т.к. считается показателем «неспецифического поглощения». В образцах, характеризующихся данным свойством, значение экстинкции на длине волны 750 нм иногда было значительно выше, чем на длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов *b* и *c*, а иногда даже и *a*, что при расчетах по стандартным формулам приводило к получению отрицательных значений их количества. Экстракты из таких образцов были столь же прозрачными, как и из обычных, что явно свидетельствовало о природной обусловленности рассматриваемого свойства.

Консультации у ведущих гидробиологов по данному вопросу не дали результатов. Лишь 4 года назад удалось выяснить (Климин и др., 2013), что, скорее всего, данный эффект связан с наличием в этих неспецифических образцах торфа наряду с производными хлорофиллов еще и продуктов жизнедеятельности зеленых бактерий – бактериохлорофиллов *c* и (или) *d*, имеющих максимумы поглощения в близком диапазоне – 720–760 нм.

В настоящей работе рассмотрим пигментный профиль торфяника Тяпка верхового типа, образцы из которого были взяты с помощью Сергея Сиротского в 1997 г. и первыми подверглись анализу. Кроме этого, сравним его с пигментным профилем торфяника низинного типа, в качестве которого выступит разрез Гурского торфяника.

Торфяник расположен с восточной стороны автодороги г. Николаевск-на-Амуре – пос. Многовершинный в 500 м севернее моста через р. Тяпка, правого притока р. Тывлинка. Его координаты 53°41'с.ш., 140°05'в.д., высота 50 м н.у.м. Торфяной массив размерами 400х200 м с мерзлым бугром в средней части является частью обширной выположенной заболоченной низменности с отметками 20–70 м над уровнем моря, протягивающейся на 18–20 км к востоку от места закладки разреза, где она круто обрывается к берегу Сахалинского залива Охотского моря. По этой низменности протекает много рек, берега которых заняты зарослями из березы, ольхи и ивы. Строго говоря, этот торфяной массив относится не к бассейну Нижнего Амура, а к бассейну Охотского моря. Тем не менее, достаточно близкое расположение к району исследований, а также отсутствие здесь других торфяников верхового типа, осушенных открытыми канавами, где появилась возможность отбирать «чистые» образцы на химические анализы, палинологию и радиоуглеродный возраст, сделала его важным и незаменимым объектом изучения.

В августе 1994 г. на торфянике проводилось разведочное бурение, результаты которого приведены в работе В.В. Чакова (2009). В 1995 г. торфяник осушили открытыми канавами, причем центральная канава подрезала восточный склон мерзлого торфяного бугра, примерно на 1 м возвышающегося над основной поверхностью массива. Двумя годами позже здесь были взяты образцы на химические анализы, палинологию и радиоуглеродный возраст. Из верхней части разреза после зачистки боковой стенки бугра до уровня воды в осушительной канаве (немногим более 3 м) образцы отбирались каждые 5 см, затем буром Гиллера были отобраны 10-сантиметровые образцы из нижней части торфяника, до глубины 5,5 м.

К особенностям этого разреза относится наличие мерзлого торфа, имеющего форму выпуклой сверху линзы, которая приблизительно воспроизводит форму поверхности бугра. В летний период на бугре оттаивает слой торфа не более 40–50 см. Ниже 3,1 м от кровли разреза и до его подошвы мерзлота отсутствует. Линза мерзлого торфа, которую не удалось прорубить лопатой, создала трудности в зачистке верхней

части обнажения. На глубинах сначала 1 м, а затем 1,9 м пришлось сделать горизонтальные ступеньки, отступив к периферии бугра, где мерзлый торф был не такой твердый. Как выяснилось позже, это обусловило некоторые ошибки, о которых будет сказано ниже.

В разрезе были вскрыты следующие слои:

1. Торф сфагновый, слоистый (чередование светло-коричневых слаборазложившихся и темно-коричневых среднеразложившихся слоев), 0–190 см;
2. Торф темно-коричневый, сфагновый, среднеразложившийся, 190–260 см;
3. Торф красновато-коричневый, осоково-сфагновый, с редкими остатками кустарников, от средней до высокой степени разложения, 260–340 см;
4. Торф желтовато-коричневый, сфагновый, среднеразложившийся, 340–380 см;
5. Торф красно-коричневый, травяно-сфагновый, в нижней части с большим количеством кустарников, сильноразложившийся, 380–460 см;
6. Торф от желтого до светло-коричневого, травяно-сфагновый, среднеразложившийся, 460–490 см;
7. Торф темно-коричневый, кустарниково-сфагновый, книзу увеличивается количество трав, сильноразложившийся, 490–520 см;
8. Глина светло-серая, пластичная, 520–550 см.

Диаомовый комплекс из подстилающих торфяник глинистых отложений по данным определений, выполненных с.н.с. лаб. палеогеографии ТИГ ДВО РАН к.г.н. Т.А. Гребенниковой, включает вымершие в плиоцене пресноводные виды *Aulacoseira praegrnulata*, *A. praedistans*, *A. praeislandica*, *Melosira areolata*. Участие в комплексе диатомей, характерных для заболоченных поверхностей, довольно низкое и представлено видами родов *Eunotia* и *Pinnularia*. Такой состав диатомей характерен для аллювиальных осадков, которые имеют, скорее всего, неогеновый возраст. Здесь же отмечены переотложенные единичные морские формы, вымершие в миоцене и плиоцене (*Coscinodiscus marginatus* var. *fossilis*, *C. intersectus*, *Cosmiodiscus insignis*, *Pyxidicula zabelinae*, *Thalassiosira gravida* var. *fossilis*).

Результаты и обсуждение

Данные анализа ботанического состава и степени разложения, проведенные инженером ИВЭП ДВО РАН А.В. Дедовым, а также результаты определения зольности в этом разрезе приведены на рисунке 1.

Как видно из рисунка, нижняя половина разреза представлена торфом изменчивого ботанического состава средней и высокой степени разложения. На графике, отражающем изменение по профилю степени разложения, хорошо заметны два слоя (340–380 см и 460–490 см), в которых величины этого показателя достаточно резко и значительно снижаются. Верхняя половина разреза сложена в основном торфом слабой и средней степени разложения, среди слагающих его компонентов доминируют остатки сфагновых мхов.

Показатели зольности (рис. 1В), низкие практически по всему торфяному профилю (1–4 %), при переходе к подстилающей минеральной толще резко возрастают.

Пигментные профили разрезов Гур и Тяпка с полученными позже радиоуглеродными датировками, приведены на рисунке 2.

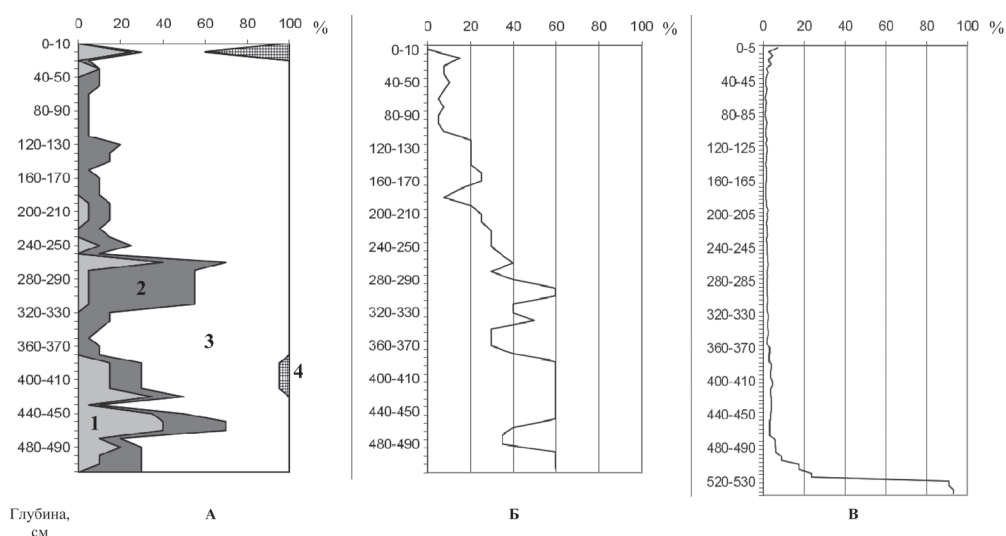


Рис. 1. Ботанический состав торфа (А), кривые изменения степени разложения (Б) и зольности (В) в разрезе Тяпка. Остатки растений: 1 – древесных и кустарниковых; 2 – травянистых; 3 – сфагновых мхов; 4 – гипновых мхов.

Для разреза Тяпка имеется 12 радиоуглеродных датировок. Нижняя из них – 9975 ± 120 л.н. (СОАН-4025) позволяет сделать заключение о том, что торфообразование здесь началось в пребореальном периоде голоцена. Толща торфа (520–300 см) накапливалась со скоростью, варьирующей от 0,43 до 0,55 мм/год, затем скорость снизилась до 0,27 мм/год в слое 300–250 см, представленном сфагново-травяным торфом средней и высокой степени разложения.

Верхний 2,5-метровый слой средне- и слаборазложившегося сфагнового торфа с небольшой примесью остатков трав прирастал со средней скоростью 0,72 мм/год. Однако некоторые из полученных в нем радиоуглеродных дат требуют объяснения. Это относится к двум парам датировок, первая для образцов с глубин 95–100 см – 2200 ± 70 л.н. (СОАН-4018) и 125–130 см – 2025 ± 100 л.н. (СОАН-4162), вторая – с глубин 185–190 см – 2730 ± 65 л.н. (СОАН-4019) и 220–225 см – 2755 ± 105 л.н. (СОАН-4020).

Такие близкие даты для слоев, разделенных 25–30 сантиметрами, связаны с методической ошибкой при закладке разреза (создание ступенек), о чем упоминалось выше. При дальнейших исследованиях этого торфяника оказалось, что слои торфа, непосредственно формирующие бугор, залегают с наклоном $25\text{--}30^\circ$ вниз от центра бугра к его периферии. Поэтому, делая горизонтальные ступеньки в верхней части бугра и отступая дальше от его центра, мы, не подозревая того, попадали на слои торфа меньшего возраста, чем слои в основании ступеньки зачищенной выше толщи. И только несколькими десятками сантиметров ниже края ступеньки в ее зачищенной стенке залегал торф, сходный по возрасту с торфом из основания ступеньки.

Распределение пигментов в разрезе Тяпка (рис. 2Б) на первый взгляд лишь отдаленно напоминает картину, полученную для разреза Гурского торфяника (рис. 2А). Это объясняется не только различиями в количестве пигментов, что связано с глубокими отличиями в генезисе торфяников низинного и верхового типов, но и разницей

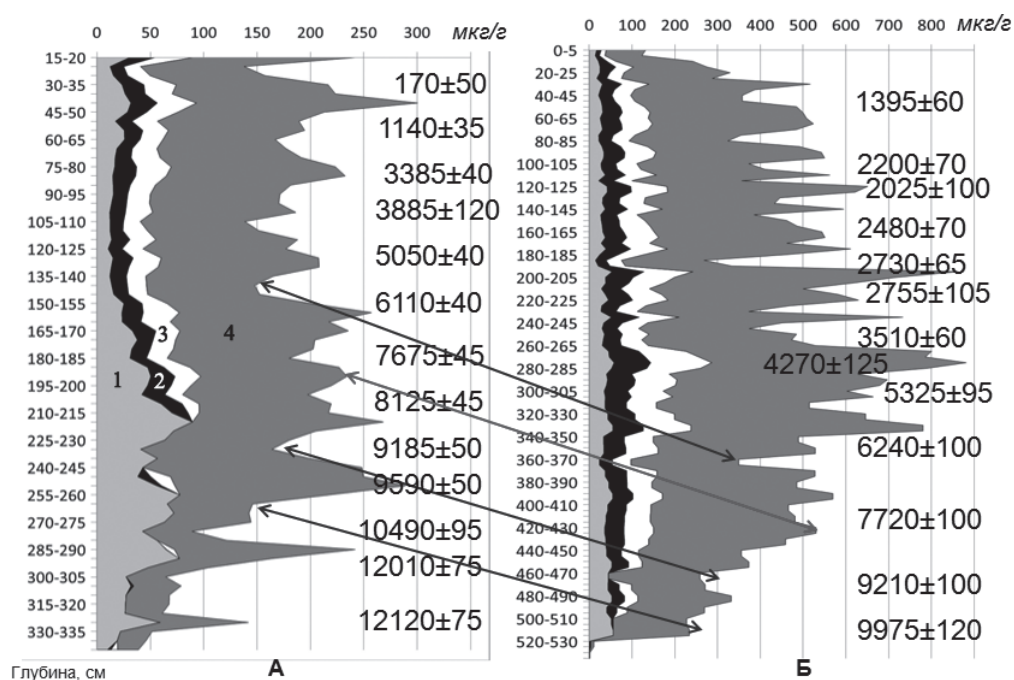


Рис. 2. Пигментные профили разрезов Гур (А) и Тяпка (Б).

1 – хлорофилл *a*; 2 – хлорофилл *b*; 3 – хлорофилл *c*; 4 – каротиноиды; 3885±40 – радиоуглеродная дата.

в динамике торфообразования и торфонакопления. Установлено, что в остатках растений, которые формируют торфа верхового типа, сохраняется гораздо больше пигментов, чем в остатках растений-торфообразователей, слагающих отложения низинного типа. Вызвано это, вероятно, большей кислотностью торфяников верхового типа, обуславливающей, с одной стороны, заторможенность микробного разложения фитодетрита, с другой, – накоплением более значительного количества липидной фракции, «защищающей» пигменты от разложения. Поэтому показатели суммы пигментов в торфах Гурского разреза (в среднем 150–200 мкг/г сухого торфа) намного меньше, чем в разрезе на Тяпкинском болотном массиве (450–550 мкг/г сухого торфа).

В качестве примера различий в процессах торфонакопления можно привести следующее. Согласно полученным радиоуглеродным датировкам слой 270–180 см (90 см) в Гурском разрезе соответствует слою 1,2-метровой мощности (520–400 см) в Тяпкинском, что достаточно близко и объясняется высокой степенью разложения торфа в этих интервалах в обоих разрезах. Однако средняя скорость накопления верхнего четырехметрового слоя (3,4 м с учетом вычета двух 30-см дублирующих слоев) в р. Тяпка, представленного в большинстве своем менее разложившимся торфом верхового типа, почти в 2 раза выше, чем соответствующего ему на Гуре.

Тем не менее, при всех существующих различиях, имеется ярко выраженное сходство в распределении пигментов в упомянутых нижних метровых (и даже несколько больших) диапазонах диаграмм. Начало торфообразования в Тяпкинском разрезе относится ко времени первого голоценового похолодания 10100–9700 л.н., чему не противоречат полученная датировка, а также обедненный состав пигментов – отсут-

ствие в нижнем слое торфа (520–510 см) хлорофиллов *b* и *c*. Увеличение количества и разнообразия пигментов на глубине 500–470 см хорошо согласуется с таким же увеличением на глубине 255–245 см в Гурском разрезе, которое соответствует второму голоценовому потеплению 9700–9400 л.н. Слой на глубине 460–470 см в разрезе на массиве Тяпка, где «исчезают» хлорофиллы *b* и *c*, хорошо диагностируемый в других разрезах, заложенных на этом массиве, дал радиоуглеродные датировки 9220 ± 90 л.н. (СОАН–5058) и 9210 ± 100 л.н. (СОАН–7077). В связи с этим он явно одновозрастен с горизонтом 220–240 см в Гурском разрезе, в котором эти хлорофиллы также «исчезают», а датировка слоя 225–230 см – 9185 ± 50 л.н. (АА–36444) – очень близка к величине 9200 л.н.

Выше по профилю в разрезе торфяника верхового типа количество пигментов резко возрастает, превышая величину 500 мкг/г сухого торфа, а потом немного уменьшается в слое 420–400 см, самая нижняя часть которого датирована 7720 ± 100 л.н. (СОАН–4024). Затем, после двойного пика увеличения суммы пигментов, здесь отмечен глубокий минимум на глубине 360–370 см, выше которого, в слое на глубине 350–355 см, получена датировка 6240 ± 100 л.н. (СОАН–4023). Сходная картина с близкими радиоуглеродными датировками наблюдается и на диаграмме Гурского разреза в диапазоне глубин 220–150 см. Поправка должна быть сделана лишь на количество пигментов.

На основании вышесказанного, на рисунке 2 стрелками показаны слои торфа, образовавшиеся в рассматриваемых торфяниках во время одних и тех же климатических колебаний – потеплений и похолоданий. При желании количество синхронно образовавшихся слоев можно увеличить.

Верхние части сравниваемых разрезов совершенно разные. Объясняется это спецификой торфообразования, характерной для торфяника верхового типа. В нем мы сталкиваемся с системой так называемых «поверхностей возвратного развития», впервые выделенных Е. Гранlundом (Granlund, 1932, цит. по: Хотинский, 1977) для болот Швеции. Эти поверхности, представляющие собой пять разновозрастных слоев сильноразложившегося торфа, получили следующие датировки: RY-I – 1200 г. н.э., RY-II – 400 г. н.э., RY-III – 600 г. до н.э., RY-IV – 1200 г. до н.э., RY-V – 2300 г. до н.э. Наиболее высокая степень разложения была отмечена не в RY-III (эквивалент веберовского пограничного горизонта), а в более древнем слое – RY-V. В дальнейшем в торфяных залежах болот северо-западной Европы было выделено еще большее количество поверхностей возвратного развития (Хотинский, 1977).

Рассматривая пигментную диаграмму разреза Тяпка (рис. 2Б), достаточно легко согласиться с выделением более чем пяти поверхностей возвратного развития, если признаком таковых, как и в вышерассмотренных случаях, являются слои торфа с большим количеством пигментов, содержание которых выше резко снижается. Кроме хорошо диагностируемых аналогов, описанных Е. Гранlundом слоев RY-I – RY-V на глубинах 30–35 см, 55–70 см, 160–170 см, 235–240 см и 265–280 см, что достаточно хорошо подтверждается радиоуглеродными датировками, имеются и другие слои торфа со сходными параметрами, которые можно обозначить в первом приближении следующими глубинами: 90–100 см, 195–200 см¹, 330–340 см, а также, возможно, 370–380 см. Заметим, что слой, аналогичный RY-III, также, как и в Европейских торфяниках, имеет степень разложения ниже, чем слой, аналогичный слою RY-V.

¹ Слой 195–200 см является дублирующим поверхность возвратного развития RY-III (160–170 см).

Слабая выраженность на графике степени разложения вышеозначенных слоев, вероятно, объясняется их преимущественно малой мощностью, поскольку изучение ботанического состава торфа в разрезе проводилось с «шагом» 10 см, а многие прослойки сильноразложившегося торфа, выделяющиеся своим темно-коричневым, а местами и до черного, цветом на общем фоне желтого и светло-коричневого торфа, имеют толщину гораздо меньшую (2–5 см). В разрезах, заложенных позже рассмотренных здесь, опробование торфяников производилось нами в основном с шагом 2, а иногда и 1 см, поэтому на диаграммах пигментных профилей тонкие прослойки торфа высокой степени разложения прекрасно выделяются, демонстрируя резкие максимумы сумм пигментов.

Таким образом, с помощью пигментного анализа возможно гораздо лучше выявлять особенности протекания процесса торфообразования, в том числе и его кратковременных фаз, чем при изучении степени разложения торфа под микроскопом.

Следует отметить, что общий вид рисунка пигментного профиля Тяпкинского торфяника наглядно демонстрирует характер изменения теплообеспеченности климата в голоцене, по крайней мере, здесь прекрасно отражены главные особенности этого геологического периода: холодные условия в начале, потепление в середине и дальнейшее постепенное похолодание. Многочисленные минимумы и максимумы суммы пигментов отражают не только кратковременные и резкие колебания климата, но и, вероятно, параметры частной истории развития этого торфяника.

Заключение

С начала наших с Сергеем определений пигментов в торфяниках (по первому дневнику 04.04.1998 г.) прошло уже достаточно много времени. В настоящее время исследованы несколько десятков торфяных отложений различного генезиса Нижнего Приамурья, региона, оказавшегося чрезвычайно удачным полигоном для отработки многих вопросов методического плана (Климин, 2014; Климин, Сиротский, 2014). С помощью предложенной методики получена информация о торфяниках, получивших распространение на территории России от Ленинградской области до Курильских островов. Результаты исследования качественного и количественного состава производных фотосинтетических пигментов в образцах, как взятых нами, так и присланных коллегами, помогли выявить значительные отличия пигментных профилей торфяников в регионах с различными климатическими условиями (Климин, 2015а, б).

Полученная с помощью пигментной методики информация позволяет утверждать, что разрез, заложенный в месте даже самой мощной залежи на болотном массиве, не является полной летописью периода времени, в которое функционировал торфяник (Климин и др., 2007). Практически во всех торфяных отложениях имеются лакуны, связанные с перерывами в торфообразовании, которые обусловлены либо стадиями в саморазвитии торфяного тела, либо влиянием привходящих факторов (в основном – временное или постоянное изменение водного питания). Именно поэтому палеогеографы обычно исследуют не один, а несколько торфяных отложений в каждом регионе, получая близкие по сути, но отличающиеся в деталях диаграммы состава спор и пыльцы (Удра, 1988). Доказать же наличие перерывов в торфонакоплении, и, тем более, определить временной период этих перерывов для каждого торфяника они не могут, поскольку метод изучения состава споро-пыльцы для этого не

адаптирован, а образцы на радиоуглеродный возраст, отобранные в полевых условиях, не всегда позволяют диагностировать остановку в торфообразовании. Наиболее существенные перерывы в торфонакоплении, с которыми мы столкнулись, в разных торфяниках длились от 800 до 1400 лет. Понятно, что недоучет этих обстоятельств негативно отражается на общей картине воссоздаваемой динамики развития растительности в эти периоды времени.

Хочется надеяться, что данное направление исследований, которое Сергей называл «пигментология торфов», позволит получать интересную информацию о климатических колебаниях в голоцене, которая в первую очередь будет полезна тем, кто использует в основном стандартные методы изучения торфяных отложений (ботанический состав и степень разложения торфа, состав спор и пыльцы, радиоуглеродный возраст).

Литература

ГОСТ 17.1.4.02-90. 1999. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a*. М.: ИПК Изд-во стандартов. 12 с.

Зверева А.В., Писарева С.И., Юдина Н.В. 1999. Тетрапиррольные пигменты в гумусовом органическом веществе // Химия растительного сырья. № 4. С. 31–34.

Климин М.А., Сиротский С.Е. 2005. Распределение фотосинтетических пигментов в профиле торфяных отложений как отражение колебаний климата в голоцене // Биогеохимические и геоэкологические процессы в экосистемах. Вып. 15. Владивосток: Дальнаука. С. 237–248.

Климин М.А., Орлова Л.А., Базарова В.Б. 2007. Искажения радиоуглеродных датировок в торфяных отложениях: одна из причин // Изучение глобальных изменений на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 46–50.

Климин М.А., Сиротский С.Е., Копотева Т.А. 2013. Пигментные характеристики торфяных отложений различного генезиса Нижнего Приамурья // Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных экосистем. Вып. 20. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 157–166.

Климин М.А. 2014. Механизм формирования пигментного профиля торфяных отложений // Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы Четвертого Междунар. полевого симпозиума (Новосибирск, 4–17 августа 2014 г.). Томск: Изд-во Томского ун-та. С. 278–280.

Климин М.А., Сиротский С.Е. 2014. Фотосинтетические пигменты в торфяных голоценовых отложениях Нижнего Приамурья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 311–315.

Климин М.А. 2015а. Отличия пигментных профилей торфяных отложений Сибири и Приамурья // Материалы XV совещания географов Сибири и Дальнего Востока (г. Улан-Удэ, 10–13 сентября 2015 г.). Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. С. 98–100.

Климин М.А. 2015б. Пигментные комплексы и пигментные профили торфяных отложений // Болота Северной Европы: разнообразие, динамика и рациональное использование. Междунар. симпозиум (Петрозаводск, 2–5 сентября 2015 г.): тез. докл. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. С. 40.

Серебренникова О.В. 1988. Эволюция тетрапиррольных пигментов в осадочных отложениях. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 141 с.

Удра И.Ф. 1988. Расселение растений и вопросы палео- и биогеографии. Киев: Наукова думка. 200 с.

Хотинский Н.А. 1977. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука. 200 с.

Чаков В.В. 2009. Ресурсы верховых болот Нижнего Приамурья и перспективы их освоения. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 172 с.

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ И ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ

Г.В. Харитонова

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Дикопольцева, 56,
Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: gkharitonova@mail.ru*

История одной статьи, в которой показано участие диатомовых водорослей в накоплении и переносе Fe, Mn, Zn и Cu в системе «речная вода – взвеси – донные отложения».

DIATOM ALGAE AND HEAVY METALS

G.V. Kharitonova

*Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, 56 Dikopoltsev Str.,
Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: gkharitonova@mail.ru*

The story of one paper, which shows part of diatom algae in the accumulation and transfer of Fe, Mn, Zn and Cu in the system of river water – suspensions – bottom sediments.

В жизни иногда случаются на грани чуда необъяснимые события. Одно из таких событий связано у меня с именем Сергея Егоровича Сиротского. Мы с ним вместе работали, часто спорили, обсуждали, что и как можно сделать, писали статьи. Работать с Сергеем Сиротским всегда было интересно – море материалов, еще больше идей. Окончательный вариант он читал по диагонали, но... обязательно появлялось одно (!) предложение, которое определяло смысл всей работы. В октябре 2010 г. в журнал «Почвоведение» мы сдали очередную статью «Минералогический и химический состав тонкодисперсной части донных отложений р. Амур» (Чижикова и др., 2011). В результате долгих споров и многих сомнений в статье появился вывод без достаточных, на первый взгляд, доказательств, но без него работа теряла цельность. Приведу его целиком: «Наибольшей аккумулятивной способностью по отношению к тяжелым металлам из биологических объектов в экосистеме Амура обладают водоросли. Аккумуляция в них марганца, железа, меди и цинка позволяет предположить, что накопление этих элементов в тонкодисперсных фракциях донных отложений может происходить в том числе за счет диатомовых водорослей». Статью сдали, сомнения остались: вывод сделан на основании данных эмиссионно-спектрального анализа (ЭСА). Конечно, метод ЭСА до сих пор используется при решении отдельных геохимических задач, но метод полуколичественный.

Самое интересное произошло практически сразу после того, как мы сдали статью в редакцию. Я просматриваю журнал PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America) и обнаруживаю за сентябрь 2010 г. удивительную по содержанию и красивую по оформлению статью M.D. de Jonge с соавторами «Quantitative 3D elemental microtomography of *Cyclotella meneghiniana* at 400-nm resolution» (De Jonge et al., 2010). Авторы статьи экспериментально доказали концентрирование диатомовыми водорослями именно марганца, железа, меди и цинка! Конечно, известно, что диатомовые водоросли играют большую роль не только в

создании первичной продукции, но и в геохимических циклах элементов (кремний, углерод) и в поглощении тяжелых металлов. Для их роста необходимы Fe, Mn, Zn и Cu, а Fe является одним из основных (после Si и N) регулятором роста популяции диатомовых водорослей (Round et al., 1990; Zimmermann–Timm, 2002; Brzezinski, 2008). Но определение содержания тех или иных элементов в составе диатомовых водорослей вследствие недостаточности разработки методов анализа и способов их выделения без изменения состава крайне затруднительно. Однако M.D. de Jonge с соавторами (2010) удалось блестяще решить эту задачу для клетки диатомовой водоросли

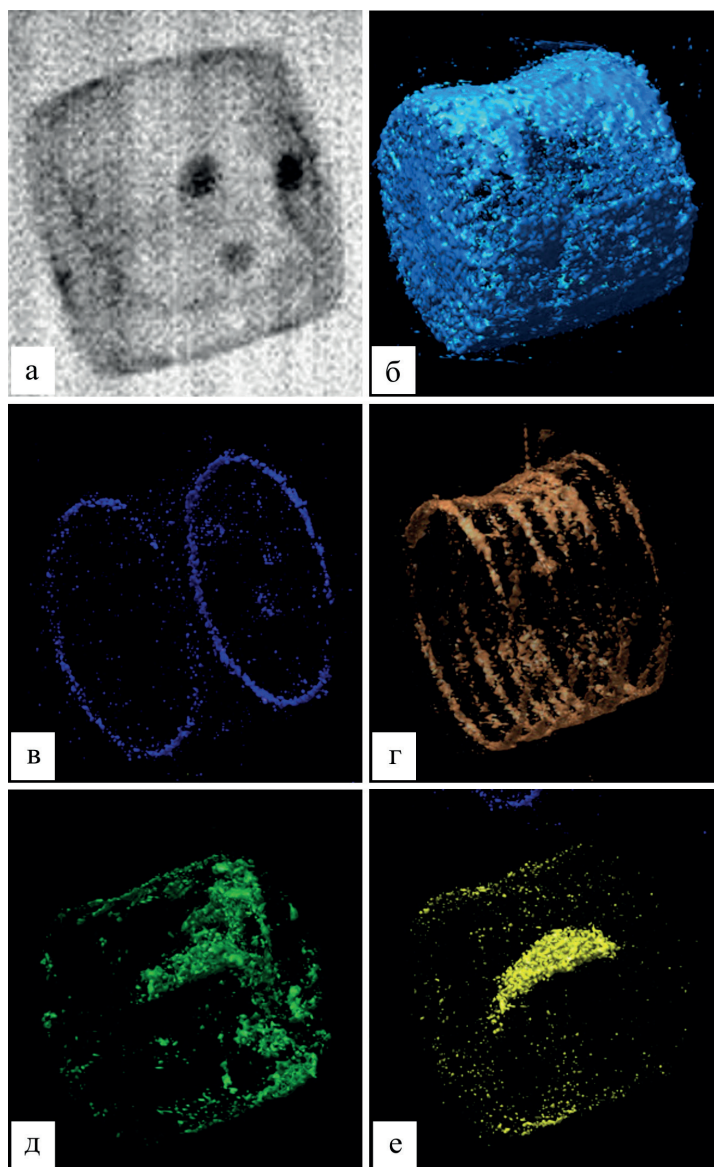


Рис. 1. Распределения элементов в клетке диатомовой водоросли семейства Stephanodiscaceae – *Cyclotella meneghiniana*: а – клетка в целом; б – Si; в – Mn; г – Fe; д – Cu; е – Zn (De Jonge et al., 2010).

Cyclotella meneghiniana (семейство Stephanodiscaceae). Использование рентгенфлуоресцентной микротомографии с высоким разрешением (400 нм) позволило авторам показать и доказать участие именно Fe, Mn, Zn и Cu в составе «живой» клетки. Это было потрясение!

Окрыленные, мы написали новую статью «Микроэлементы во фракциях донных отложениях р. Амур» (Харитонова и др., 2014). И дополнительно к данным электронной микроскопии, лазерной дифракции и эмиссионно-спектрального анализа с любезного разрешения M.D. de Jonge в качестве экспериментального подтверждения и визуализации выводов привели карту распределения Mn, Fe, Cu и Zn в клетке диа-

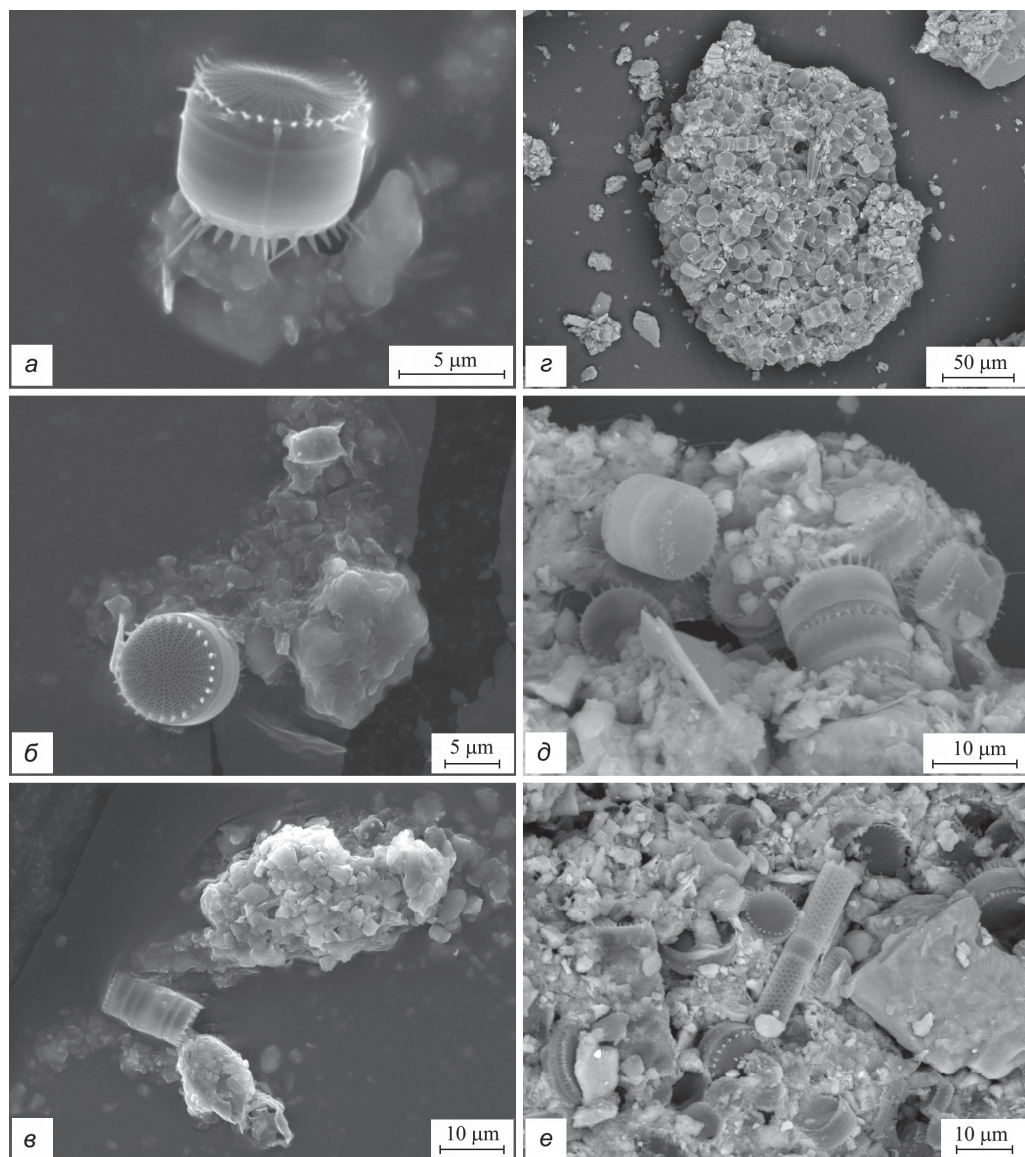


Рис. 2. Микрофотографии (РЭМ) диатомовых водорослей речных взвесей (а–в) и кернов льда (г–е).

томеи *Cyclotella meneghiniana* (семейство Stephanodiscaceae). Приведем ее и здесь, она того заслуживает (рис. 1). Вывод работы «Обнаруженная высокая аккумулятивная способность диатомовых водорослей по отношению к Fe, Mn, Zn и Cu, концентрирующихся в составе илистых фракций, позволяет предполагать участие водорослей в накоплении и переносе этих элементов в системе речная вода–взвеси–донные отложения» получил достойное подтверждение. Выхода статьи мы ждали три долгих года, чтобы отправить ее английскую версию Martin de Jonge с благодарностями. В ответ Martin написал большое письмо: он был приятно удивлен, ему понравилась структура статьи, ее логика и форма доказательств. Конечно, сроками выхода статьи он был несколько озадачен, но это уже другая история.

Наши дальнейшие исследования взвесей и кернов льда (зима 2013–2014 гг., образцы из коллекции В.И. Кима) среднего Амура показали, что после катастрофического наводнения 2012 г. наблюдается массовое развитие центрических диатомовых водорослей в планктоне, главным образом, одноклеточных из семейства Stephanodiscaceae (материалы не опубликованы). А в осенних и в зимних пробах отмечаются единично виды из рода *Aulacoseira*, приводимые ранее: *Aulacoseira granulata* – в летний и *A. islandica* – в зимне-осенний периоды (Медведева и др., 2001; Усольцева и др., 2006; Никулина, 2014) (рис. 2). Следовательно, можно ожидать, что тенденция накопления в тонкодисперсных фракциях донных отложениях Fe, Mn, Zn и Cu будет усиливаться.

Вместо заключения. Спасибо тебе, Сергей Егорович, за совместную работу, ее идейное и финансовое наполнение, расширение границ возможного и просто за человеческое тепло и дружеское участие.

Литература

- Медведева Л.А., Сиротский С.Е., Оглы З.П. 2001. Водоросли бассейна реки Амур (Россия): Литературный обзор // Биогеохимические и гидроэкологические особенности экосистем бассейна реки Амур. Вып. 11. Владивосток: Дальнаука. С. 151–174.
- Никулина Т.В. 2014. Видовой состав альгофлоры Нижнего Амура в 2005–2014 гг. и оценка качества воды по данным биологического анализа // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 483–500.
- Усольцева М.В., Никулина Т.В., Юрьев Д.Н., Лихошвай Е.В. 2006. К изучению развития и морфологических особенностей *Aulacoseira islandica* (O. Müller) Simonsen (Bacillariophyta) // Альгология. Т. 16. № 2. С. 145–155.
- Харитонова Г.В., Сиротский С.Е., Чижикова Н.П., Коновалова Н.С., Манучаров А.С., Тюгай З.Н., Уткина Е.В. 2014. Микроэлементы во фракциях донных отложениях р. Амур // Литология и полезные ископаемые. № 3. С. 207–219.
- Чижикова Н.П., Сиротский С.Е., Харитонова Г.В., Манучаров А.С., Коновалова Н.С., Уткина Е.В. 2011. Минералогический и химический состав тонкодисперсной части донных отложений р. Амур // Почвоведение. № 7. С. 848–860.
- Brzezinski M.A. 2008. Mining the diatom genome for the mechanism of biosilification // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. V. 105. № 5. P. 1391–1392.
- De Jonge M.D., Holzner C., Baines S.B., Twining B.S., Ignatyev K., Diaz J., Howard D.L., Legnini D., Miceli A., McNulty L., Jacobsen C.J., Vogt S. 2010. Quantitative 3D elemental microtomography *Cyclotella meneghiniana* at 400-nm resolution // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. V. 107(36). P. 15676–15680.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. 1990. The diatoms: Biology and morphology of the genera. Cambridge, New York, Port Chester; Melbourne; Sydney: Cambridge University Press. 747 p.
- Zimmermann-Timm H. 2002. Characteristics, dynamics and importance of aggregates in rivers – An Invited Review // Internat. Rev. Hydrobiol. V. 87. № 2–3. С. 197–240.

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ВОДАХ ЗЕЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В.П. Шестеркин, С.Е. Сиротский, Н.М. Шестеркина

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Дикопольцева, 56,
Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru*

Рассмотрено содержание микроэлементов в водах Зейского водохранилища в период максимального его наполнения. Установлены повышенные концентрации растворенных форм железа, марганца, меди и цинка, значительные их вариации, связанные с геохимическими особенностями территории.

TRACE ELEMENTS IN WATER OF THE ZEYA RESERVOIR

V.P. Shesterkin, S.E. Sirotsky, N.M. Shesterkina

*Institute of Water and Ecology Problems, FEB RAS, 56 Dikopol'tsev St.,
Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru*

Trace elements in water of the Zeya reservoir during its maximum filling are discussed. Increased concentration of dissolved iron, manganese, copper and zinc are detected. Their significant variations are associated with geochemical characteristics of the territory.

Введение

Зейское водохранилище – наиболее крупное в бассейне р. Амур. Помимо использования энергетического потенциала реки, его сооружение снизило риск наводнений в нижнем течении р. Зей, способствовало сохранению экологического состояния реки и судоходства ниже плотины.

Плотина Зейской ГЭС расположена в 649 км от устья р. Зеи. После завершения строительства в 1980 г. она создала при НПУ 315,0 м абс. водохранилище многолетнего регулирования глубиной 98 м с полным и полезным объемом воды 68,4 и 32,3 км³ соответственно, площадью зеркала 2420 км². Длина водохранилища составляет 225 км, площадь водосбора 82 500 км². Максимальные приток и сброс воды за последние 30 лет отмечались в 2007 г. (15 200 и 4843 м³/с) и в 2013 г. (11 700 и 4964 м³/с). Наибольший уровень воды (319,48 м абс.) наблюдался в 2013 г. Параметры Зейского водохранилища в 2005–2014 гг. приведены в табл. 1.

Зейское водохранилище, в отличие от многих других водохранилищ Сибири и Дальнего Востока (Авакян и др., 1987), характеризуется длительным периодом наполнения (1975–1985 гг.), обусловившим продолжительное по времени поступление в воду минеральных веществ из затопленных почв и растительности. Такие особенности формирования качества воды, наряду с гидрологическими особенностями (малый водный обмен, большие сработка и глубины в нижней части и др.) оказали существенное влияние на содержание микроэлементов.

Таблица 1

Параметры Зейского водохранилища в 2005–2014 гг.

Характеристика	Годы									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Приток, км ³	26,9	30,1	37,9	25,0	30,2	28,0	18,0	38,3	47,6	25,7
Максимальный объем, км ³	70,9	74,5	77,6	68,6	73,2	67,9	61,4	75,0	80,2	63,8
Сток, декабрь–март, км ³	7,1	7,7	8,2	8,6	8,2	9,9	9,0	7,3	14,6	14,8
Сток, апрель–ноябрь, км ³	12,4	21,2	36,1	14,7	18,5	24,1	16,5	17,7	40,2	20,7

Наиболее детально в водах Зейского водохранилища изучено содержание главных ионов, биогенных и органических веществ (Мордовин и др., 1997; Лопатко и др., 2005; Шестеркин, 2015). В меньшей степени исследовался микроэлементный состав (Шестеркин, 1990). Данная работа восполняет этот пробел.

Объекты и методы

Исследования проводились на 4-х станциях Зейского водохранилища, охватывающих приплотинную и центральную части водохранилища, в экстремальном по водности 2013 г. Схема расположения станций представлена на рис. 1.

Пробы воды отбирали с поверхности, среднего и придонного горизонтов, фильтровали через мембранные фильтры с размером пор 0,45 мкм, что позволяло опреде-

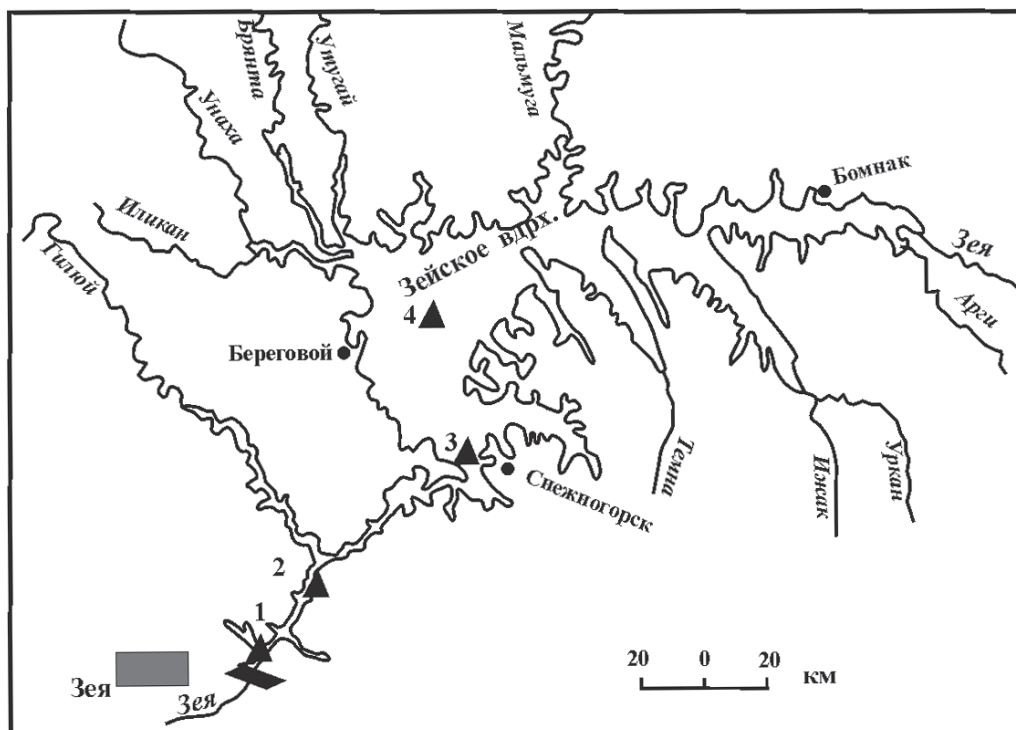


Рис. 1. Схема расположения станций наблюдений на Зейском водохранилище.

лять растворенные формы микроэлементов. Анализ проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе ICP-MS Agilent 7500cx в ЦКП ДВО РАН «Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов».

В работе также использованы данные за 2000–2014 гг. Амурского бассейнового водохозяйственного управления Федерального агентства водных ресурсов.

При оценке степени загрязненности вод использовали значения предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для водных объектов рыбохозяйственного значения, принятые для Российской Федерации (Приказ..., 2010).

Результаты исследований

По химическому составу воды Зейского водохранилища относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу (Алекин, 1970), характеризуются близкими к нейтральным значениями pH и удовлетворительным содержанием кислорода (табл. 2). Дефицит кислорода отмечался в 2001–2002, 2004–2005 и 2007 гг. преимущественно зимой и весной на глубине 80–85 м у плотины, где содержание кислорода снижалось до 3,7 мг/дм³. Наибольшие различия между поверхностным и придонным слоями (до 8,2 мг/дм³) отмечались в январе 2005 г. В 2013 г. содержание кислорода варьировало в пределах 6,8–8,4 мг/дм³.

Минерализация и содержание главных ионов в водах Зейского водохранилища в настоящее время определяются в основном минерализацией и содержанием главных ионов в водах питающих рек. Летом 2013 г. минерализация воды в водохранилище изменялась в узких пределах (табл. 2), в среднем составляла 24,8 мг/дм³, по акватории и глубине водоема содержание главных ионов распределялось относительно равномерно (Шестеркин, 2015).

Высокая заболоченность водосборов рек Зея, Унаха, Уркан и др., дренирующих Верхне-Зейскую равнину, обуславливает значительное поступление органического вещества в Зейское водохранилище (Лебедев и др., 1977). Поэтому среди водохранилищ Дальнего Востока и Сибири оно выделяется повышенными значениями цветности воды, ХПК и перманганатной окисляемости (ПО). В период 2000–2011 гг. значения ПО колебались в пределах 7,9–40 мг О/дм³, причем максимум отмечался в

Таблица 2

Показатели качества вод Зейского водохранилища

Участок	pH, ед. pH	Минерализация, мг/дм ³	ХПК, мг О/дм ³	Перманганатная окисляемость (ПО), мг О/дм ³	Цветность, град
1	<u>6,14–6,56</u> 6,38	<u>23,4–27,3</u> 25,5	<u>24–29</u> 26	<u>15,5–19,0</u> 16,9	<u>84–99</u> 90
2	<u>6,38–7,10</u> 6,80	<u>26,1–27,5</u> 26,9	<u>22–26</u> 25	<u>12,6–14,2</u> 13,6	<u>68–80</u> 75
3	<u>6,48–6,80</u> 6,60	<u>23,9–27,7</u> 25,3	<u>24–26</u> 25	<u>12,0–12,6</u> 12,4	<u>64–68</u> 67
4	<u>6,34–6,59</u> 6,48	<u>24,4–25,8</u> 25,5	<u>22–23</u> 22	<u>11,4–12,3</u> 11,9	64

Примечание: здесь и далее в числителе минимальное и максимальное значения, в знаменателе – среднее значение.

заливах. В 2013 г. наибольшие значения цветности воды, ПО и ХПК, обусловленные прохождением паводка на р. Гиллой, отмечались в районе плотины ГЭС, по глубине больших различий в распределении не отмечалось (табл. 2).

Воды Зейского водохранилища характеризуются относительно невысоким содержанием микроэлементов. Низкие концентрации по сравнению со средними значениями для рек мира и равномерное распределение по акватории и глубине характерно для кобальта, мышьяка, бериллия, селена, ванадия. Концентрации хрома изменялись в небольших пределах, повышенные значения отмечались на всех станциях в поверхностных (0,5 м) горизонтах. Содержание бария было в пределах значений для рек мира (20 мкг/дм³) и варьировало в узком диапазоне.

Неравномерное распределение содержания по акватории водохранилища было характерно для микроэлементов: кадмия, никеля, свинца, молибдена, максимальное содержание которых отмечалось на ст. 2 (устье р. Гиллой) и было, очевидно, обусловлено поступлением с паводковыми водами р. Гиллой. Причем максимальные концентрации кадмия, свинца и молибдена наблюдались в поверхностном слое, никеля – на глубине 40 м. Повышенными были концентрации свинца в поверхностных горизонтах и на остальных станциях. Для распределения бора характерно снижение средних по глубине концентраций от приплотинной к центральной части водохранилища, максимальные значения наблюдались на ст. 1 на глубине 10 м, на ст. 2 на глубине 40 м, на ст. 3, 4 на глубине 20 м.

Широкая амплитуда колебания концентраций и существенное превышение значений ПДК отмечались для алюминия, цинка, меди, ртути, марганца и железа (табл. 3).

В водных объектах с высоким содержанием РОВ алюминий преимущественно находится в составе комплексных соединений. В водах Зейского водохранилища с нейтральными значениями pH и повышенным содержанием РОВ его концентрации по сравнению с кларковым значением для речных вод (50 мкг/дм³) (Добровольский, 1983; Hitchon et al., 1999) и ПДК (40 мкг/дм³) выше и изменяются в широких пределах (табл. 3).

По акватории водоема содержание алюминия распределялось неравномерно, максимальные значения из-за паводка на р. Гиллой наблюдались в приплотинной части водохранилища. Подобная ситуация, вызванная поступлением с водосборной площади продуктов выветривания алюмосиликатных минералов при большом притоке воды, отмечалась в 2013 г. в водах Бурейского водохранилища (Шестеркин и др., 2014). Относительно глубины повышенные концентрации характерны для поверхностных горизонтов.

Определенных закономерностей в распределении содержания меди и цинка по акватории и глубине в водах Зейского водохранилища не наблюдалось. Концентрации изменялись в довольно широких пределах (табл. 3) и в среднем были выше, чем в Бурейском водохранилище (Чудаева и др., 2011). Повышенное их содержание в водах Зейского водохранилища в 2013 г., могло быть обусловлено поступлением с водосборной площади в составе устойчивых органоминеральных комплексов при большом содержании органических веществ, с одной стороны, и миграцией в условно растворенной форме в виде тонкодисперсной фазы (0,1–0,45 мкм). Как известно, для меди и цинка поверхностное взаимодействие с глинистыми частицами является довольно сильным, а образование металлоорганических комплексов, главным образом фульватных, способствует усилению сорбции (Линник, Набиванец, 1986).

Таблица 3

Содержание микроэлементов в воде Зейского водохранилища, мкг/дм³

Элемент	Станции			
	1	2	3	4
Al	<u>145–180</u> 164	<u>100–138</u> 118	<u>94–103</u> 99	<u>82,2–91,7</u> 87,4
Fe	<u>10–100</u> 55	<u>60–130</u> 93	<u>110–170</u> 140	<u>170–230</u> 200
Mn	<u>2,7–15,9</u> 11,9	<u>2,5–14,3</u> 8,0	<u>6,1–9,8</u> 7,4	<u>12,6–28,4</u> 18,0
Ba	<u>19,1–19,7</u> 19,4	<u>18,5–20,0</u> 19,2	<u>18,4–18,6</u> 18,5	<u>18,4–19,0</u> 18,6
Zn	<u>16,5–41,9</u> 30,8	<u>29,1–55,6</u> 45,4	<u>28,1–56,6</u> 46,4	<u>23,3–50,3</u> 34,1
Cu	<u>19,4–27,5</u> 23,4	<u>11,6–36,0</u> 19,3	<u>11,1–28,3</u> 22,1	<u>23,9–28,8</u> 26,9
Cd	<u>0,04–0,12</u> 0,08	<u>0,08–0,62</u> 0,27	<u>0,09–0,30</u> 0,18	<u>0,07–0,28</u> 0,17
Co	<u>0,04–0,05</u> 0,05	<u>0,04–0,05</u> 0,04	<u>0,04</u> 0,04	<u>0,03–0,04</u> 0,03
Ni	<u>0,97–1,20</u> 1,10	<u>1,0–2,32</u> 1,47	<u>0,97–1,10</u> 1,01	<u>0,8</u> 0,8
Pb	<u>0,71–1,21</u> 0,93	<u>0,75–1,81</u> 1,16	<u>0,46–1,22</u> 0,76	<u>0,42–1,25</u> 0,72
As	<u>0,33–0,35</u> 0,33	<u>0,33–0,35</u> 0,34	<u>0,31</u> 0,31	<u>0,32–0,35</u> 0,33
Cr	<u>0,18–0,29</u> 0,22	<u>0,16–0,27</u> 0,23	<u>0,14–0,27</u> 0,19	<u>0,12–0,21</u> 0,15
Be	<u>0,02</u> 0,02	<u>0,02</u> 0,02	<u>0,01</u> 0,01	<u>0,01</u> 0,01
Hg	<u>0,02–0,06</u> 0,04	<u>0,04–0,10</u> 0,06	<u>0,02–0,05</u> 0,04	<u>0,04</u> 0,04
B	<u>0,96–2,30</u> 1,45	<u>1,15–1,81</u> 1,38	<u>1,03–1,51</u> 1,21	<u>0,81–1,05</u> 0,89
Mo	<u>0,21–0,25</u> 0,22	<u>0,18–0,65</u> 0,35	<u>0,16–0,24</u> 0,21	<u>0,13–0,14</u> 0,13
Sb	<u>0,02–0,05</u> 0,03	<u>0,02–0,10</u> 0,05	<u>0,01–0,02</u> 0,02	<u>0,02–0,05</u> 0,03
Se	<u>0,26–0,35</u> 0,31	<u>0,22–0,27</u> 0,25	<u>0,21–0,31</u> 0,25	<u>0,21–0,25</u> 0,25
V	<u>0,16–0,18</u> 0,17	<u>0,15–0,19</u> 0,17	<u>0,15–0,17</u> 0,16	<u>0,13–0,14</u> 0,14

Примечание: здесь и далее жирным шрифтом выделено превышение ПДК.

Концентрации ртути в воде Зейского водохранилища в 2013 г. варьировали в небольших пределах и превышали значения ПДК (табл. 3). При наполнении водохранилищ часто отмечается накопление ртути в поверхностном гумусовом слое затопленных почв, в формирующихся донных отложениях и мышцах рыб. При наполнении канадских водохранилищ, снижение концентраций ртути в мышцах рыб было

зарегистрировано в водохранилищах, возраст которых составлял 35 лет и более лет. (Jackson, 1988).

Марганец, в отличие от других микроэлементов, меньше связывается в комплексы. Содержание его в воде определяется интенсивностью потребления при фотосинтезе, разложением водорослей и высшей водной растительности, и др. В воде Зейского водохранилища содержание Mn изменялось в широких пределах и на порядок-два превышало значения в Бурейском водохранилище (Чудаева и др., 2011). Максимум концентраций отмечался в центральной части водохранилища, что свидетельствует о поступлении его с болот Верхне-Зейской равнины. По глубине минимальное содержание было в поверхностных горизонтах за счет потребления при фотосинтезе. В придонных горизонтах содержание повышалось в 6 раз в приплотинной и в 1,5–2 раза в центральной частях водохранилища.

Заболоченность водосборов рек Верхне-Зейской равнины оказывает значительное влияние на сток Fe-органических комплексов в водохранилище. Максимальное содержание железа (до 4,6 мг/дм³) отмечалось в придонных слоях в начале заполнения водохранилища за счет образования восстановительной среды, обусловившей поступление закисного железа из донных отложений в воду (Мордовин и др., 1977).

В 1978 г. содержание железа варьировало в широких пределах (0,06–3,00 мг/дм³). Максимальные значения были в нижних слоях, минимальные – в верхних. Подобное распределение железа по глубине отмечалось при наполнении Вилуйского водохранилища (Лабутина, 1985).

В последующие годы содержание железа постепенно снижалось вследствие улучшения кислородного режима. Поэтому в отсутствие анаэробных условий основным источником его поступления стал поверхностный сток. Зимой концентрации железа в придонных слоях изменялись от 0,76 до 3,12 мг/дм³, в верхних – от 0,61 до 0,70 мг/дм³.

В 2013 г. содержание железа не превышало 0,23 мг/дм³. Максимальные значения в основном отмечались в придонных горизонтах воды центральной части водохранилища, причем различия между придонными и поверхностными слоями были минимальны (рис. 2). Более существенными вследствие паводка на р. Гиллой были различия в распределении по глубине в нижней части водохранилища.

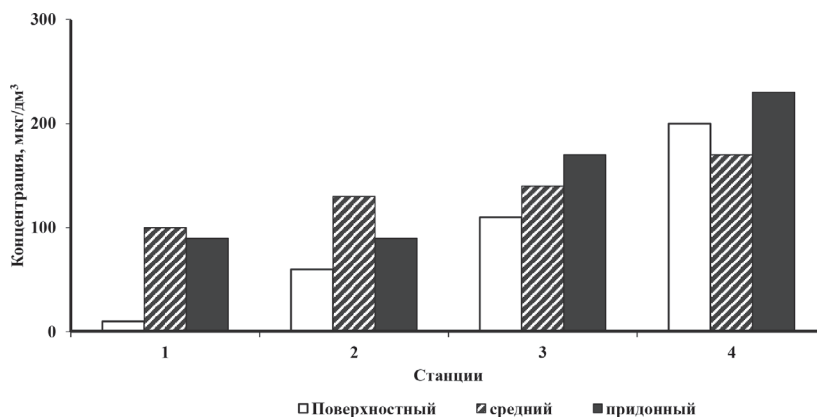


Рис. 2. Распределение содержания железа в воде Зейского водохранилища в июле 2013 г. по акватории и глубине.

Заключение

Воды Зейского водохранилища характеризуются значительными вариациями концентраций растворенных форм металлов, которые, в основном, невелики и сопоставимы со среднемировыми значениями содержания в речных водах. Исключение составляют Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Hg, концентрация которых часто превышает значения ПДК. В отсутствие интенсивной антропогенной нагрузки их повышенное содержание соответствует естественному геохимическому фону территории, указывает на значительную роль заболоченных таежных ландшафтов, влияние которых возрастает в экстремальные по водности годы.

Литература

- Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. 1987. Водохранилища. М.: Мысль. 325 с.
- Алекин О.А. 1970. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 444 с.
- Добровольский В.В. 1983. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль. 272 с.
- Лабутина Т.М. 1985. Формирование и прогнозирование гидрохимического режима водохранилищ Северо-Востока СССР. Якутск: ЯФ СО АН СССР. 118 с.
- Лебедев Ю.М., Каспарова С.Г., Кашин Н.П., Кукулина Н.М. 1977. Формирование стока биогенных элементов и органического вещества в верховьях Зеи // Гидрохимия и гидрология юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 46–52.
- Линник П.Н., Набиванец Б.И. 1986. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеиздат. 270 с.
- Лопатко А.С., Карандашов А.И., Юдина И.М., Пискунов Ю.Г. 2005. Состав воды Зейского водохранилища спустя 30 лет с начала его заполнения // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: матер. всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск, 28 февраля–3 марта 2005 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 69–71. (Дружининские чтения. Вып. 2).
- Мордовин А.М., Петров Ю.С., Шестеркин В.П. 1997. Гидроклиматология и гидрохимия Зейского водохранилища. Владивосток-Хабаровск: Дальнаука. 138 с.
- Приказ № 20 от 18.01.2010 г. Федерального агентства по Рыболовству «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения».
- Чудаева В.А., Шестеркин В.П., Чудаев О.В. 2011. Микроэлементы в поверхностных водах бассейна реки Амур // Водные ресурсы. № 5. С. 606–617.
- Шестеркин В.П. 1990. Динамика аммонийного азота и железа в воде Зейского водохранилища // Вопросы экологии при организации энергообеспечения в Приамурье. Вторые чтения имени Г.И. Невельского. Сб. 3. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 60–62.
- Шестеркин В.П., Сиротский С.Е., Шестеркина Н.М. 2014. Воздействие гидроэнергетического строительства на содержание и сток растворенных веществ в воде реки Бурея // Водное хозяйство России. № 4. С. 72–83.
- Шестеркин В.П. 2015. Солевой состав вод Зейского водохранилища // Водное хозяйство России. № 5. С. 32–42.
- Hitchon B., Perkins E.N., Gunter W.D. 1999. Introduction to the Ground Water Geochemistry. Sherwood Park; Alberta: Geoscience Publishing Ltd. 310 p.
- Jackson T.A. 1988. The mercury problem in recently formed reservoirs of Northern Manitoba (Canada): effects of impoundment and other factors on the productions of methylmercury by microorganisms in sediments // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 45. P. 97–121.

ФИТОПИГМЕНТНЫЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ МАЛЫХ РЕК ВОСТОЧНОГО СКЛОНА СЕВЕРНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

**Л.А. Гаретова, С.Е. Сиротский, С.И. Левшина,
Н.К. Фишер, В.П. Шестеркин**

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Дикопольцева, 56,
Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: micro@ivep.as.khb.ru*

В работе представлены данные по гидролого-гидрохимическим параметрам устьевых областей двух малых рек Татарского пролива. Приводятся результаты оценки пространственной изменчивости содержания органического вещества (C_{org}), пигментов фитопланктона (хлорофиллов *a*, *b*, *c*, суммы каротиноидов), численности эколого-трофических групп бактериопланктона в переходной зоне «река-море» при совпадении речной межени и высокого прилива. Дана оценка качества водной среды водных объектов и уровня углеводородного загрязнения по гидрохимическим и микробиологическим критериям.

FITOPIGMENT AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE ESTUARINE AREAS OF SMALL RIVERS OF THE EASTERN SLOPE OF NORTHERN SIKHOTE-ALIN

L.A. Garetova, S.E. Sirotsky, S.I. Levshina, N.K. Fisher, V.P. Shesterkin

*Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, 56 Dikopoltsev Str.,
Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: micro@ivep.as.khb.ru*

The paper presents data on hydrological and hydrochemical parameters of the estuarine areas of two small rivers, flowing into the Tatar Strait. The results include assessment data on the spatial variability of organic matter (TOC), phytoplankton pigments (chlorophyll *a*, *b*, *c*, sum of carotenoids), number of eco-trophic groups of bacterial plankton in the «river-sea» transition zone where river low water and high tide coincided. Water quality in the studied water bodies and the level of hydrocarbon contamination were estimated with hydrochemical and microbiological criteria.

Введение

Устьевые области многих малых рек, впадающих в Татарский пролив, находятся в условиях стабильного антропогенного пресса. Их современный облик начал формироваться в 40-е годы прошлого века в период строительства железной дороги Комсомольск-Совгавань. Железнодорожная магистраль была проложена вдоль побережья и затронула устья многих малых рек (Мучке, Токи, Большая Дюанка, Малая Дюанка, Чистоводный и др.). В последние годы усиливается антропогенный пресс со стороны моря за счет строительства и эксплуатации портовых сооружений (угольных и нефтеналивных терминалов). В частности, в бухте Мучке уже функционирует один угольный терминал и второй находится в стадии строительства. В настоящее время реки

Мучке, Малая Дюанка и Большая Дюанка по-прежнему входят в перечень водоемов, являющихся местом нереста лососевых рыб, а р. Токи в этом перечне отсутствует. Вероятнее всего, утрата данной рекой нерестового значения обусловлена деградацией ее устьевой области.

Поскольку устьевые участки малых рек в большей степени, чем крупных водотоков, находятся под влиянием морских приливов, их экологическое состояние в значительной степени зависит от состояния сопряженной морской среды. Свой вклад в экологическое состояние устьевых областей вносит органические вещества (ОВ) терригенного и антропогенного генезиса, поступающие с речным стоком. Их количество и качественный состав в большой степени зависят от состояния водосборной площади, комбинации водных режимов реки и моря.

Потенциальными продуцентами ОВ в зонах смешения морских и речных вод являются пресноводный и морской фитопланктон и фитобентос, макрофиты (водоросли и травы), высшая растительность, а также микроорганизмы, которые одновременно могут быть и продуцентами ОВ и его деструкторами. Высокая скорость размножения бактерий позволяет синтезировать значительную биомассу, зачастую соизмеримую с первичной продукцией ОВ в процессе фотосинтеза, поэтому микроорганизмы являются постоянным источником питания для зоопланктона и зообентоса. Гетеротрофные бактерии ответственны за разложение и минерализацию ОВ и являются единственной группой организмов, которые возвращают растворенное ОВ в углеродный цикл. Важность автохтонного источника ОВ в функционировании бактериального компонента пищевой цепи подтверждается зависимостями продукции бактерий от первичной продукции и концентрации хлорофилла *a* (Кудрявцева и др., 2011). Не менее важно и то, что в водной среде водоросли являются практически единственными продуцентами свободного кислорода, необходимого для дыхания водных организмов, а также поддерживают способность экосистемы к самоочищению.

Фитопланктонные сообщества занимают особое место среди индикаторов состояния водоемов. Недостаточная изученность распределения и состояния фотосинтетических пигментов в зонах смешения речных и морских вод создает существенный пробел в целостности представления о трофическом состоянии и продуктивном потенциале эстуарных экосистем.

Целью настоящей работы является изучение распределения органических веществ, пигментов фитопланктона, эколого-трофических групп бактериопланктона в устьевых областях рек Мучке и Токи при совпадении речной межени и высокого прилива.

Материалы и методы

Малые реки Токи и Мучке протяженностью до 40 км берут начало на восточном макросклоне Северного Сихотэ-Алиня и впадают в Татарский пролив в р-не п.г.т. Ванино. Карта-схема района исследования представлена на рис. 1. Долины рек узкие в верховьях и широкие на устьевых участках. Ширина русел колеблется от 3–5 до 500 м. В верховьях русла порожистые, с быстрым течением. Глубина рек в межень не превышает 0,3 м в углублениях русла. Устьевая область р. Токи включает в себя полузамкнутую лагуну (оз. Токи), сообщающуюся с одноименной бухтой короткой (около 30 м) протокой шириной 12 м. Собственно озеро Токи имеет площадь водного зеркала

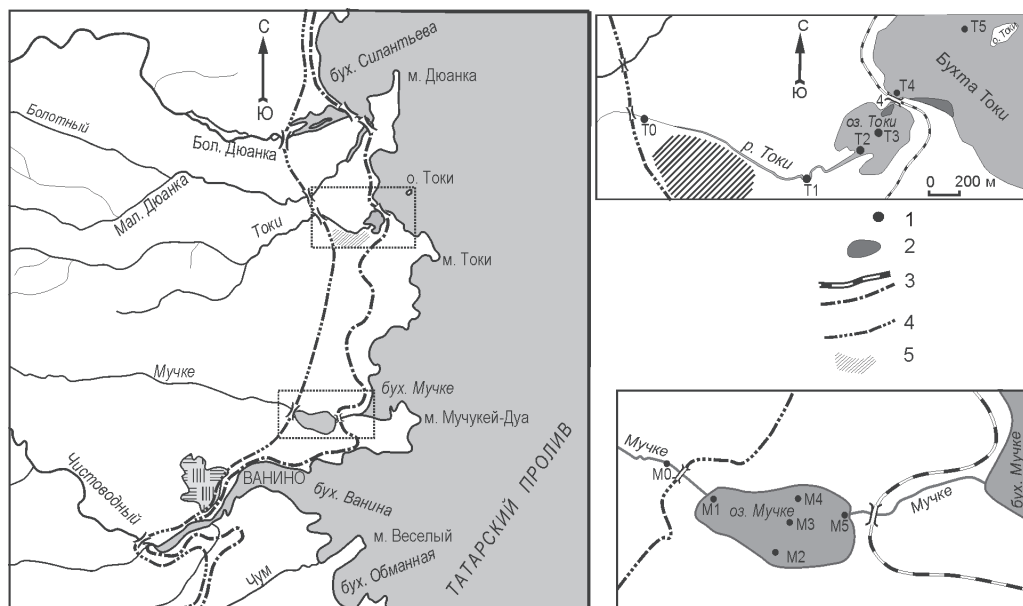


Рис. 1. Карта-схема района исследования: 1 – станции отбора проб; 2 – зона осушки; 3 – железная дорога; 4 – автомобильная дорога; 5 – полигон хранения твердых отходов.

0,23 км² и выпуклый рельеф дна. Устьевое оз. Мучке имеет площадь 0,59 км², вдается в берег на расстояние 1,1 км от вершины бух. Мучке и соединяется с ней мелководной протокой шириной 15 м. Через протоки проложены железнодорожные мосты. В районе исследования приливы имеют неправильный полусуточный характер, с высотой волны 0,3–1,0 м. Во время прилива морские воды проникают в устья рек, во время отлива речные и морские воды срабатываются в одноименные бухты. На водосборе р. Токи находится полигон хранения твердых отходов (ПХТО) п.г.т. Ванино. На южном берегу оз. Мучке находится нефтехранилище, а на северном берегу бух. Мучке действует морской угольный терминал.

Полевые работы проводили в последней декаде июля 2014 г. при совпадении речной межени и высокого уровня прилива. Пробы воды для анализов отбирали в фазу отлива. Одновременно на станциях отбора проб определяли температуру воды, УЭП, соленость, рН при помощи кондуктометра WQC-24 (DKK-TOA Corporation, Япония). Содержание $C_{\text{орг}}$ в воде определяли на анализаторе общего органического углерода Total Organic Carbon (Shimadzu, Япония). Содержание углеводов (УВ) в воде проводили ИК-спектрометрическим методом с использованием концентратомера КН-2 (Сибэксприбор, Россия).

Микробиологические посевы производили не позднее 1 часа после отбора проб согласно общепринятым в водной микробиологии методам (Кузнецов, Дубинина, 1989). Общую численность гетеротрофных бактерий (ГБ) определяли на рыбопептонном агаре (РПА), разбавленном в 10 раз, численность сапрофитных бактерий (СБ) на стандартном РПА. Численность нефтеокисляющих бактерий (НОБ) выявляли на среде Раймонда с нефтью, численность фенолрезистентных бактерий (ФРБ) – на среде РПА:10 с внесением фенола в концентрации 1 г/л. Результаты подсчета выража-

ли в численности колониеобразующих единиц (КОЕ) микроорганизмов в 1 мл воды. Фотосинтетические пигменты фитопланктона определяли согласно ГОСТу (ГОСТ 17.1.4.02-90).

Результаты и обсуждение

Характерная особенность областей смешения горных рек и моря – их малая протяженность и резкая изменчивость всех параметров с «речных» на «морские». В устьевых областях рек Мучке и Токи отмечалась пространственная неоднородность гидролого-гидрохимических показателей как в собственно руслах рек, так и в озерах (табл. 1). Воды вышележащих речных станций отличались по величине минерализации почти на порядок. Солевой баланс увеличивался по направлению от устья р. Мучке к морю не менее чем на 3,77 ‰, максимально на 4,55 ‰. В устьевой области р. Токи горизонтальный градиент солёности был более выражен, чем в р. Мучке: за один отбор проб солёность увеличивалась на 15 ‰. Такая разница в градиентах солёности обусловлена морфометрическими различиями водных объектов и, в первую очередь, удаленностью оз. Мучке от взморья.

В зонах смешения речных и морских вод органическое вещество формируется как за счет остатков гидробионтов, так и за счет поставки большого количества терригенного вещества (Пересыпкин и др., 2011). Антропогенная составляющая в эстуариях зачастую представлена нефтепродуктами.

Общее содержание $C_{\text{орг}}$ в воде устьевой области р. Мучке варьировало от 6,01 до 37,01 мг/л, при минимуме в речной воде (ст. М0) и максимуме на мелководье озера (ст. М4). В воде верхнего участка р. Токи (ст. Т0) содержание $C_{\text{орг}}$ было 2 раза выше, чем в р. Мучке. По станциям устьевой области р. Токи содержание $C_{\text{орг}}$ варьировало менее значительно, чем по станциям оз. Мучке и составляло 8,96–15,23 мг/л.

Содержание УВ в воде оз. Мучке составляло 0,095–0,250 мг/л (в среднем 0,179), в оз. Токи – 0,099–0,336 мг/л (в среднем 0,227). В обоих случаях отмечается превышение ПДК в 3,6 и 4,5 раз соответственно. Доля УВ от $C_{\text{орг}}$ в устьевой области р. Мучке

Таблица 1

Гидролого-гидрохимические параметры устьевых областей рек Мучке и Токи в фазу отлива (июль 2014 г.)

Станции	Место отбора проб	Глубина, м	To C	pH	S, ‰	M, г/л	УЭП, mS
M0	Русло р. Мучке (а./м. мост)	0,25	14,7	6,82	0,00	0,029	0,059
M1	Устье р. Мучке	0,40	16,0	6,62	0,00	0,439	0,088
M2	Правый берег озера Мучке	0,45	22,6	7,37	2,97	2,77	5,54
M3	Середина озера Мучке	3,0	21,4	7,47	3,77	3,46	6,91
M4	Левый берег озера Мучке	1,0	22,9	7,35	3,91	3,58	7,16
M5	Выход из озера Мучке (ж./д. мост)	0,7	22,3	7,58	4,55	4,13	8,24
T0	Русло р. Токи (а./м.мост)	0,40	14,5	7,27	0,0	0,28	0,055
T1	Русло р. Токи, 500 м выше устья	1,0	15,5	6,67	0,28	0,35	0,696
T2	Устье р.Токи	1,2	17,1	6,57	0,47	0,52	1,052
T3	Середина озера Токи	0,52	20,8	7,07	10,58	9,01	17,98
T4	Выход из озера Токи (ж./д. мост)	0,3	20,2	7,35	15,34	12,65	25,3
T5	Бухта Токи	1,45	13,6	7,26	19,74	15,9	31,7

составляла от 0,26 до 2,6 %, в р. Токи их доля была в целом выше и составляла 1,1–3,6 % от содержания $C_{\text{орг}}$. Такие показатели свидетельствуют в пользу хронического УВ загрязнения данных акваторий и согласуются с ранее полученными данными (Гаретова, 2013).

Распределение $C_{\text{орг}}$ и УВ по акваториям исследованных водных объектов отличается от простого разбавления речных вод морскими (рис. 2) и указывает на повышение уровня продуцирования ОВ в озерных участках устьевых областей относительно граничащих водных объектов (река и море).

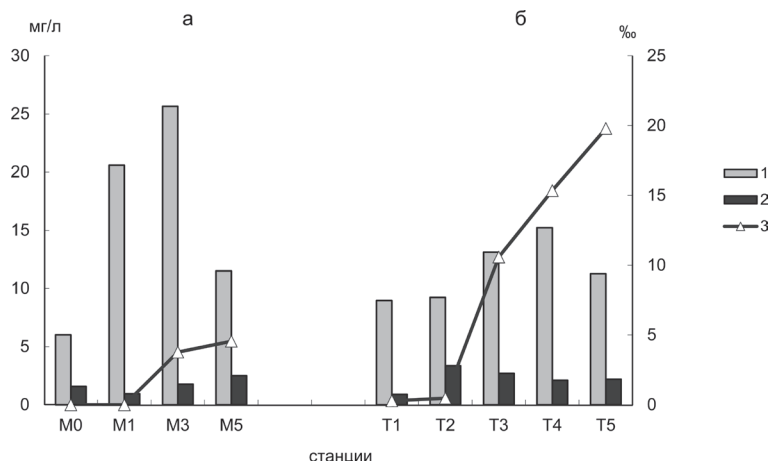


Рис. 2. Распределение органических компонентов и солености по продольному профилю устьевых областей р. Мучке (а) и р. Токи (б): 1 – $C_{\text{орг}}$, мг/л; 2 – УВ, мг/лх10; 3 – соленость, ‰.

Пигментные характеристики фитопланктона

Главным критерием продуктивности водных экосистем является первичная продукция как первоисточник энергии для гетеротрофных организмов и основание трофической пирамиды. Сходство генезиса пигментов и органических веществ в водоеме и одновременное участие этих веществ в деструкции отражают синхронность гидрологических и биологических процессов, что придает пигментным характеристикам фитопланктона значение интегральных экосистемных показателей (Бульон, 1976).

В устьевой области р. Мучке концентрация хлорофилла *a* (хл. *a*) варьировала от 1,21 до 7,18 мг/м³ при максимуме на мелководье (ст. М2) с соленостью близкой к 3 ‰ (табл. 2). В воде ст. М5 концентрация хл. *a* была в 3 раза выше, чем в пресной воде верхнего участка реки.

Среднее содержание хл. *a* в фитопланктоне устьевой области р. Токи было в 2 раза выше, чем в эстуарии р. Мучке и составляло 7,38 мг/м³. По станциям распределение концентраций хл. *a* было неравномерным и существенно колебалось от 1,54 до 15,23 мг/м³. Максимальное его содержание отмечено на мелководных станциях (ст. Т3 и Т4), минимальное в воде бух. Токи (ст. Т5).

В соответствии с классификацией качества вод по содержанию хл. *a* в фитопланктоне (Сиренко, 1988) приняты 6 классов качества вод. Для эстуарных систем специфических критериев оценки не разработано, поэтому оценка трофического статуса

Таблица 2

**Содержание фотосинтетических пигментов
в фитопланктоне устьевых областей рек Мучке и Токи**

Станция	Дата	Содержание пигментов мг/м ³				$C_{\text{Кар.}}/C_{\text{Хл. а}}$
		Хл. <i>a</i>	Хл. <i>b</i>	Хл. <i>c</i>	$\Sigma\text{Кар.}$	
М0	23.07.14	1,36	0,73	0,75	2,1	1,54
М1	->-	3,46	1,16	1,10	3,4	0,98
М2	->-	7,18	1,13	0,81	5,6	0,78
М3	->-	1,21	0,83	0,47	2,5	2,07
М4	->-	1,38	0,50	0,54	2,5	1,81
М5	->-	4,33	1,01	0,88	6,0	1,38
Т0	25. 07.14	2,19	1,08	0,65	3,0	1,37
Т1	->-	2,47	1,17	0,82	2,9	1,17
Т2	->-	2,21	0,82	0,75	2,6	1,18
Т3	->-	15,23	0,09	2,18	15,1	0,99
Т4	->-	14,79	0,33	1,93	14,3	0,96
Т5	->-	1,54	0,32	0,19	1,8	1,16

исследуемых водных объектов проводилась в соответствии с классификацией для пресноводных экосистем.

По содержанию хл. *a* были дифференцированы участки устьевых областей с различной продуктивностью фитопланктона. При концентрации хл. *a* в воде до 3 мг/м³ водный объект относится к олиготрофному типу с качеством вод «очень чистые». Такими характеристиками обладают воды верхних участков русел рек Мучке и Токи. В оз. Мучке концентрация хл. *a* составляла в среднем около 5 мг/м³, что соответствует мезотрофному уровню водного объекта с качеством вод категории «чистые». Отливные воды из оз. Токи характеризуются как «умеренно-загрязненные», а его трофический статус укладывается в диапазон концентраций 9–15 мг/м³, соответствующий слабо эвтрофному уровню.

Изучение количественных соотношений между различными пигментами фитопланктона позволяет судить о преобладании той или иной группы водорослей в водной среде. Так, основную массу морского фитопланктона составляют диатомовые и перидиниевые водоросли, которые содержат хлорофиллы *a* и *c*. Определение даже небольшого количества хл. *b* указывает на развитие мелких зеленых жгутиковых и цианобактерий. Высокое содержание хл. *a* свидетельствует об интенсивной фотосинтетической деятельности фитопланктона, а уменьшение его содержания и повышение хл. *c* указывает на затухание жизнедеятельности фитопланктонного сообщества. При неблагоприятных условиях в первую очередь разрушается хл. *a*. Это явление сопровождается накоплением более устойчивых каротиноидов (Бульон, 1976).

Величина соотношения концентрации каротиноидов к концентрации хл. *a* в эстуарии р. Мучке составляло 0,78–2,07, а в эстуарии р. Токи 0,96–1,37, что находится в пределах условного (< 2) порога, характеризующего активно функционирующие фитопланктонные сообщества. Т.е. фитопланктон в переменных условиях (соленость, температура, минеральный состав) устьевых областей рек Мучке и Токи находится в активном состоянии.

В оз. Мучке максимальное процентное содержание хл. *a* (78,7 %) в фитопланктоне было отмечено на мелководье в прибрежной части (ст. М2) (рис. 3), что указывает

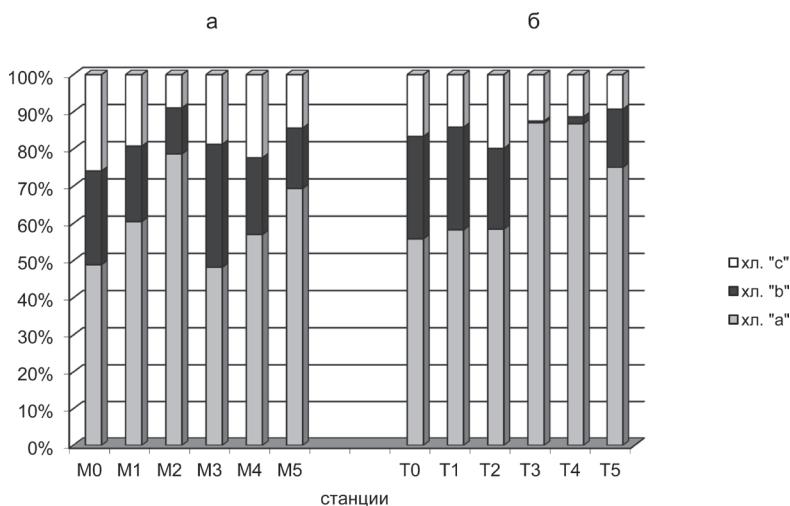


Рис. 3. Процентное содержание фотосинтезирующих пигментов в биомассе фитопланктона устьевых областей: а – р. Мучке; б – р. Токи.

на активное размножение микроводорослей. На середине озера (ст. 3) выявлено самое высокое (33 %) содержание хл. *b* что говорит о присутствии в фитопланктоне зеленых жгутиковых и цианобактерий.

В оз. Токи максимальное процентное содержание хл. *a* в биомассе фитопланктона соответствовало станциям T3 и T4 с соответствующей соленостью 10,6 и 15,3 ‰). Содержание хл. *b*, снижалось от пресноводных к солоноватоводным станциям, что может свидетельствовать о снижении доли пресноводных жгутиковых. Вместе с тем, в бухте (ст. T5) с соленостью воды 19,74 ‰ вновь отмечалось увеличение доли хл. *b* за счет галофильных жгутиковых.

Существуют данные, что в эстуариях реакции фитопланктона на перемешивание воды происходят быстрее, чем в открытом море, что влечет за собой более быструю смену разных слагаемых фотосинтезирующего аппарата (MacIntyre et al., 2000). Вероятно, такие значительные флуктуации процентного содержания фотосинтетических пигментов в эстуариях рек Мучке и Токи свидетельствуют о качественных функциональных изменениях в фитопленозе, скорее всего обусловленных изменением видового состава фитопланктона в условиях переменной солености.

Бактериопланктонные сообщества

Для органических веществ важнейшие закономерности связаны с деятельностью бактериопланктона, поскольку в водных экосистемах одновременно с биосинтезом происходит микробиологическая трансформация автохтонных и аллохтонных веществ. Численность и соотношение культивируемых эколого-трофических групп (ЭТГ) бактерий являются важным показателем состояния бактериопланктонного сообщества, его способности к деструкции различных органических веществ.

В последней декаде июля 2014 г. показатели общей численности гетеротрофных бактерий (ГБ) в воде станций верхних участков рек Мучке и Токи были ниже, чем на нижележащих участках и не превышали 10 тыс. КОЕ/мл (табл. 3). Такие показатели

Таблица 3

Характеристика бактериопланктонных сообществ устьевых областей рек Мучке и Токи

Станция	Дата	Численность эколого-трофических групп микроорганизмов, КОЕ/мл				ГБ/СБ
		ГБ	СБ	ФРБ	НОБ	
М0	23.07.14	1150	1175	265	1650	0,98
М1	->-	8500	1220	910	5700	6,97
М2	->-	9600	1815	130	7950	5,29
М3	->-	7050	670	20	2300	10,50
М4	->-	6250	3250	25	1520	1,90
М5	->-	900	2520	15	880	0,35
Т0	25. 07.14	6100	450	95	4000	13,55
Т1	->-	12050	1170	205	5500	10,29
Т2	->-	23950	1460	375	5200	16,4
Т3	->-	7700	1640	5	900	4,7
Т4	->-	9150	1710	25	640	5,35
Т5	->-	550	975	0	270	0,56

типичны для холодноводных малых рек Сихотэ-Алиня в период летней межени (Гаретова, 2009) и характеризуют качество вод как «умеренно-загрязненные».

Наиболее общей закономерностью распределения бактериопланктона в воде исследованных устьевых областей является увеличение численности всех эколого-трофических групп в воде озер по сравнению с граничащими пресноводными и морскими участками. Так, численность ГБ по станциям оз. Мучке варьировала незначительно от 6250 до 9600 КОЕ/мл и в среднем составляла 8750 КОЕ/мл, что в 7,6 раз больше, чем на пресноводной станции М0 и в 9,7 раз выше таковой в самой солоноводной части озера (ст. М5). Группа сапрофитных бактерий (СБ), участвующих на начальных стадиях разложения ОВ доминировала в составе пресноводного бактериопланктонного сообщества (ст. М0), а также в воде нижнего участка (ст. М5) с соленостью 4,55 ‰.

Отношение численности группы ГБ к численности группы СБ является показателем степени трансформации ОВ. При величине отношения ГБ/СБ < 10 преобладают начальные этапы деструкции ОВ, в которых участвуют копитрофы. В эстуарии р. Мучке величина ГБ/СБ варьировала от 0,35 на ст. М5 до 10 в мелководной части (ст. М3). Такие различия в составе сообществ обусловлены неравномерностью распределения ОВ по акватории и его качественным составом, определяющим его доступность для бактерий.

В оз. Токи численность ГБ в среднем была в 1,6 раза выше, чем в оз. Мучке. Вероятнее всего, это в большей степени обусловлено мелководностью оз. Токи, способствующей прогреву водных масс и развитию бактериопланктона. Максимальная численность ГБ выявлена в мелководной центральной части (ст. Т2 и Т3), минимальная в воде бухты (ст. Т5) при солености воды 19,74 ‰. В речных водах (ст. Т1 и Т2) ОВ находилось на поздних этапах деструкции (ГБ/СБ = 10,3–16,4). В озере происходит обогащение воды свежим, слабо разложенным ОВ, что приводит к активизации сапрофитной группы бактериопланктонного сообщества, и, как следствие, к снижению соотношения ГБ/СБ (5,4–4,7). В воде бухты Токи ОВ представлено свежесинтезированным ОВ (ГБ/СБ=0,56).

Численность фенолрезистентных бактерий (ФРБ) в водных объектах была невелика и не превышала 1 тыс. КОЕ/мл, что указывает на отсутствие хронического загрязнения вод соединениями фенольного ряда.

Иная картина наблюдалась с содержанием в воде нефтеокисляющих бактерий (НОБ). В воде русла р. Мучке численность данной группы была одного порядка с показателями численности групп ГБ и СБ, что вероятнее всего обусловлено регулярной антропогенной нагрузкой от автомобильной трассы. В оз. Мучке доля НОБ от численности ГБ составляла от 24,3 до 97,7% (в среднем 60 %). Такие высокие величины НОБ характерны для адаптированных к углеводородам сообществам микроорганизмов, развивающихся в условиях постоянного присутствия природных и антропогенных углеводородов.

По станциям эстуария р. Токи численность НОБ варьировала от 270 до 5500 КОЕ/мл при минимальном количестве в воде бухты. Максимальное их содержание отмечено в пресной воде (ст. Т1, Т2). Здесь НОБ составляли 65,6–45 % от численности ГБ. Вероятнее всего, такие высокие величины содержания адаптированных к углеводородным субстратам бактерий, обусловлены постоянным притоком нефтепродуктов за счет поверхностного стока с автомобильной дороги и территории ПХТО, расположенного на правом берегу р. Токи.

В целом содержание НОБ в сообществах ГБ рассматриваемых объектов существенно превышало показатель 10 %, установленный для умеренно-загрязненных углеводородами вод (Патин, 2001), т.е. обе устьевые области испытывают углеводородную нагрузку, что согласуется с данными по содержанию УВ в воде.

Заключение

В период совпадения речной межени и высокого уровня прилива в Татарском проливе горизонтальный градиент солености в устьевых областях малых рек зависит от их морфолого-гидрологических особенностей (размер площади водного зеркала, глубина, удаленность озерных расширений от взморья). Соленость в эстуарии р. Токи, определенная в фазу отлива увеличивалась более чем на 15 ‰, в эстуарии р. Мучке горизонтальный градиент солености составлял 4,55 ‰.

Характер распределения бактериопланктона и фитопигментов, а также $C_{орг}$ и УВ в исследованных водных объектах свидетельствует о повышении уровня продуцирования данных компонентов в зонах смешения (оз. Мучке и оз. Токи) относительно граничных пресноводных и морских биотопов.

Содержание $C_{орг}$ в оз. Мучке (20,6–37,01 мг/л) соответствовало высокоэвтрофному типу. По уровню продуцирования фитопланктона, определяемому по концентрации хлорофилла *a*, трофический статус оз. Мучке оценивался мезотрофным уровнем (средняя концентрация хл. *a* около 5 мг/м³). Наиболее вероятной причиной различий в оценке трофического статуса оз. Мучке является качественный состав ОВ, а именно доминирование в его составе ОВ терригенного и антропогенного генезиса.

Трофический статус оз. Токи характеризовался слабо эвтрофным уровнем как по гидрохимическим (содержание $C_{орг}$ = 9,0–15,2 мг/л), так и по пигментным характеристикам (концентрация хл. *a* не более 15 мг/м³).

Оба исследованных водных объекта характеризуются наличием хронического углеводородного загрязнения, которое проявляется в высоком (до 3,6 %) содержании

УВ в составе $C_{\text{орг}}$, а также в высоких показателях численности и доли (более 10 %) нефтеокисляющих бактерий в сообществе гетеротрофных бактерий.

При сравнении наших результатов с полученными ранее данными мониторинга на модельном полигоне (Гаретова, Каретникова, 2010; Гаретова, 2013) можно заключить, что утрата рекой Токи значения нерестового объекта обусловлена не только современным антропогенным прессом, но является результатом исторически-временных преобразований ее устьевой области. Обмеление, изменение температурного режима и проточности привели к интенсификации автохтонного образования углеводородов и вторичного загрязнения вод за счет донных отложений.

Литература

- Бульон В.В. 1976. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. М.: Наука. 150 с.
- Гаретова Л.А. 2009. Эколого-микробиологическая оценка лососевых рек Хабаровского края // Известия ТИНРО. Т. 157. С. 175–181.
- Гаретова Л.А. 2013. Характеристика стока органических веществ и бактериопланктона в устьевой области малой реки Токи (Татарский пролив) // Жизнь пресных вод. Вып.1. Владивосток: Дальнаука. С. 174–186.
- Гаретова Л.А., Каретникова Е.А. 2010. Гидрохимические и микробиологические показатели в оценке экологического состояния малых эстуарных систем (на примере оз. Токи) // Известия ТИНРО. Т. 162. С. 294–305.
- ГОСТ 17.1.4.02-90. 1990. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a*. ИПК. Издательство стандартов. Москва.
- Кудрявцева Е.А., Савичев А.С., Александров С.В., Капатецкий Т.А., Пименов Н.В. 2011. Зависимость между бактериопланктоном и условиями среды в Гданьском бассейне Балтийского моря // Матер. XIX Междунар. научн. конф. (школы) по морской геологии. Т. IV. М.: ГЕОС. С. 72–74.
- Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. 1989. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука. 228 с.
- Патин С.А. 2001. Нефть и экология континентального шельфа. М.: изд-во ВНИРО. 247 с.
- Пересыпкин В.И., Смуров А.В., Шульга Н.А., Сафонова Е.С., Смурова Т.Г., Банг Ч.В. 2011. Состав органического вещества воды, взвеси и донных осадков залива Нячанг (Вьетнам, Южно-Китайское море) // Океанология. Т. 51. № 6. С. 1020–1029.
- Сиренко Л.А. 1988. Проблемы евтрофирования водоемов // Экологическая химия водной среды. М.: Наука. С. 125–147.
- MacIntyre H.L., Kana T.M., Geider R.J. 2000. The effect of water motion on short-term rates of photosynthesis by marine phytoplankton // Trends Plant Sci. V. 5. № 1. P. 12–17.

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ
ВОДОРΟΣЛЕЙ ПЕРИФИТОНА
КАК ПОКАЗАТЕЛИ ТРОФИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ВОДОТОКОВ БАССЕЙНОВ РЕК БУРЕЯ И ЗЕЯ
(Амурская область)**

Н.М. Яворская, С.Е. Сиротский

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Дикопольцева, 56,
Хабаровск 680000 Россия. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru*

Приводятся результаты исследований пигментного состава водорослей перифитона в водотоках басс. рр. Буря и Зей (Амурская область) в 2014 г. Выявлено, что водоросли перифитона функционируют в пределах своей физиологической нормы. По величинам первичной продукции перифитона, обследованные реки можно отнести к высокоэвтрофному типу.

**PHOTOSYNTHETIC PERIPHYTON PIGMENTS
IN AS AN INDICATOR OF THE TROPHIC CONDITION
OF THE WATERCOURSE OF RIVER BASINS AND STORM ZEYA
(Amur region)**

N.M. Yavorskaya, S.E. Sirotsky

*Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, 56 Dikopoltsev Str.,
Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru*

The results of studies of the pigment composition of periphyton algae in waterways basins Zeya and Bureya (Amur region) in 2014. It was found that the algae periphyton operate within its physiological norm. In periphyton primary production, surveyed the river can be attributed to highly eutrophic type.

Введение

К.А. Тимирязев (1948) писал, что зерно хлорофилла – исходная точка всякого органического движения, всего того, что мы разумеем под словом жизнь. Свойства хлорофилла были изучены русскими учеными М.В. Ненцким, К.А. Тимирязевым, М.С. Цветом, структура установлена немецкими исследователями Р. Вильштеттером, Г. Фишером и подтверждена Р. Вудвордом, осуществившим в 1960 г. синтез этого пигмента (Минеева, 2004).

Повсеместное и неоднородное распространение растительных пигментов характеризует структуру биотопов пелагиали и бентали водоемов. Растительные пигменты удовлетворяют требованиям, предъявляемым к экологическим показателям, поскольку интегрально отражают основные свойства водной экосистемы – продуктивность, организованность, устойчивость. Незаменимая роль растительных пигментов в мониторинге обусловлена непосредственным участием в фотосинтетическом процессе

новообразования органического вещества, а также глобальной значимостью этих веществ как экологических маркеров при изучении продукции и деструкции (Сигарева, 2010).

Среди показателей продуктивности автотрофных организмов важное место занимает хлорофилл *a*. По хлорофиллу оценивают степень развития водорослей, их биомассу, ассимиляционную активность, косвенно первичную продукцию, судят об уровне нагрузки биогенными элементами водных объектов в целом (Сиротский, 2005а). Изучение продукции автотрофных организмов входит в число необходимых предпосылок для рационального использования рыбных запасов, их регулирования и прогнозирования вылова (Сиротский, Богатов, 1999).

Эвтрофирование водных объектов может происходить под влиянием как антропогенных, так и природных факторов, а чаще всего от совместного воздействия этих двух факторов (Сиротский, Юрьев, 2000). Для анализа качества вод могут быть использованы практически все группы организмов, населяющих водоемы и водотоки: планктонные и бентосные беспозвоночные, водоросли, макрофиты, бактерии и рыбы, т.е. гидробионты (Сиротский, 2014). Изучение перифитона при биологическом анализе имеет первостепенное значение, так как он является интегральным показателем состояния водных экосистем. Это объясняется тем, что организмы, его составляющие, характеризуют условия именно данного пункта, а не занесены случайно из других мест, как это может быть с планктонными организмами. По своему составу и развитию перифитон отвечает средним условиям, в которых существовало сообщество до момента исследования. Если даже в момент исследования в данном месте будет находиться чистая вода, это не помешает характеру перифитона открыть загрязнение водоема, которое имело место раньше (Сиротский, 2008).

Сведения по содержанию фотосинтетических пигментов в рр. Буря и Зея представлены в работах С.Е. Сиротского, в т.ч. включая соавторов (1993, 1996, 1999, 2000, 2005 а, б, 2010, 2011а, б, 2014). Комплексное гидроэкологическое обследование водных объектов басс. р. Буря сотрудниками ИВЭП ДВО РАН (г. Хабаровск) и БПИ ДВО РАН (г. Владивосток) было начато в 1993–1994 гг. в составе работ по проектированию Бурейской ГЭС. Начиная с 2003 г. работы уже осуществлялись в рамках научного социально-экологического мониторинга Бурейской ГЭС, а с 2012 г. работы по мониторингу продолжались при строительстве Нижне-Бурейской ГЭС. В 2004 г. продолжены более детальные гидроэкологические исследования водных объектов басс. р. Зея. Зона влияния Зейской ГЭС рассматривалась в качестве аналога Бурейской ГЭС. В 2007–2008 гг. исследования были связаны с проектированием Нижне-Зейского гидроузла, а в 2013 г. – с работами в рамках реконструкции Зейской ГЭС (Сиротский, 2014). Результаты комплексных исследований сообществ организмов разных трофических уровней и подробное описание объектов басс. рр. Буря и Зея представлены в коллективных монографиях (Гидроэкологический мониторинг..., 2007; Гидроэкологический мониторинг..., 2010).

По данным С.Е. Сиротского (2007, 2014) рр. басс. Буря и Зея с 1993 по 2013 гг. по концентрации хлорофилла *a* в водорослях перифитона, главным образом, являлись олиго-, мезо- и слабо эвтрофными и принадлежали к категориям «очень чистых», «чистых», «умеренно-загрязненных». Только в отдельные месяцы наблюдалось резкое увеличение трофического статуса в рр. Буря (ниже плотины БГЭС; плотина НБГЭС), Синель, Дея, Бол. Симичи, Дикан, р. Зея (г. Зея, 1,5 км ниже пло-

тины ГЭС) до гипертрофного, что в основном связано с фазами водности в период обследования.

Цель работы – изучить фотосинтетические пигменты в сообществах перифитона водотоков басс. рр. Буря и Зей в 2014 г. и определить их суммарную первичную продукцию и трофический статус.

Материал и методика

Материалом для определения фотосинтетических пигментов служили водоросли перифитона, населяющие гравийно-галечный субстрат водотоков. Пробы собирали в мае, июле, октябре 2014 г. в бассейне р. Буря и в июле 2014 г. – в бассейне р. Зей. С глубины 0,2–0,7 м методом случайной выборки отбирали 2–8 камней, с которых в кювету с определенным объемом воды щеткой счищали водоросли-перифитона. Площадь камней рассчитывали по их проекции на бумаге весовым методом (Богатов, 1994). Всего обработано 36 проб. Водоросли перифитона концентрировали из 0,025–0,05 л воды через мембранные фильтры «Владипор» типа МФАС-ОС-3. Определение пигментов перифитона проводили по стандартной спектрофотометрической методике в 90 % ацетоновом экстракте (ГОСТ 17.1.4.02–90) с учетом методических уточнений М.А. Климкина и С.Е. Сиротского (2005). Измерения выполняли с помощью UV-VIS спектрофотометра UV mini–1240 фирмы Shimadzu. Концентрацию хлорофилла *a* (С хл *a*) рассчитывали по (Jeffrey, Humphrey, 1975); хлорофиллов *b*, $c_1 + c_2$ (С хл *b*, С хл $c_1 + c_2$), каротиноидов (С *k*) по (ГОСТ 17.1.4.02–90). Пигментный индекс Маргалефа ($I_{430/664}$) и пигментное отношение ($O_{480/664}$) рассчитывали исходя из оптических плотностей ацетонового экстракта пигментов в областях длинно- и коротковолнового максимумов поглощения света хлорофиллом *a* (664 нм и 430 нм) и коротковолновых максимумов для каротиноидов (480 нм) (Сиделев, Бабаназарова, 2008). Определение трофического статуса водотоков и классов качества воды по содержанию хлорофилла *a* в водорослях перифитона выполнялось по (Сиротский, 2014). Расчет первичной продукции под 1 м² и классификация водотоков по продуктивности приведены по (Винберг, 1960; Бульон, 1983).

Результаты и обсуждение

Анализ данных показал, что концентрация хлорофилла *a* в сообществах перифитона водотоков явно преобладает в басс. рр. Зей (табл. 1). Большой размах колебаний содержания хлорофилла *a* в водорослях перифитона характерен только для рр. Буря и Зей, что связано, в основном, с условиями их обитания и временем года. Минимальное его значение отмечено в октябре в р. Буря (п. Новобурейский), максимальное – в июле в р. Зей (ниже плотины ЗГЭС). Динамика содержания хлорофилла *a* наблюдается к нарастанию в отдельных водотоках и в летний период (рр. Синель, Пайканчик), и в осенний (рр. Буря (ниже плотины БГЭС), Малые Симичи), что объясняется их гидрологическим режимом.

Содержание хлорофилла *b*, имеющегося только у зеленых и сине-зеленых водорослей, и хлорофилла $c_1 + c_2$, характерного для диатомовых водорослей, перидиней и хризомонад, существенно ниже по сравнению с хлорофиллом *a* и довольно изменчиво. Так, наибольшие значения концентрации хлорофилла *b* вновь выявлены в рр.

Таблица 1

**Предельные и средние величины концентраций хлорофилла a ,
пигментного отношения, пигментного индекса, первичной продукции
в перифитоне водотоков басс. рр. Буря и Зея, 2014 г.**

Показатель	Бассейн р. Буря		Бассейн р. Зея	
	Пределы	Среднее	Пределы	Среднее
С хл a , мг/м ²	1,3–142,1	33,2	2,9–255,0	31,2
$O_{480/664}$	0,4–1,1	0,8	0,6–1,1	0,8
$I_{430/664}$	1,6–2,8	2,2	2–2,5	2,3
Первичная продукция, гС/м ²	0,1–6,8	1,6	0,1–12,2	1,5

Буря и Зея (июль), а также в р. Дея (октябрь); наименьшее – в р. Большие Симичи (июль) (табл. 2). Концентрация хлорофилла $c_1 + c_2$ снова явно превалировала в рр. Буря и Зея. Самые низкие его показатели отмечены в октябре в р. Буря и июле – в р. Малый Гармакан. Содержание каротиноидов в перифитоне обследованных водотоков изменялось соответственно хлорофиллу a . Отношение концентраций этих пигментов в основной массе значений находилось в пределах 0,8–139,0 м².

Проведенный анализ пигментного отношения и пигментного индекса установил, что средние отношения близки к единице, значения индекса – не более 2,3 (табл. 1). Согласно С.Е. Сиротскому и Л.А. Медведевой (1996), они состоят в пределах известных данных для рек горного типа и характеризуют нормальное физиологическое состояние водорослей в период исследований, обитающих при достаточной обеспеченности биогенным питанием, и соответствуют диатомовому перифитону (Бульон, 1983; Гидробиологический мониторинг..., 2007). Величины первичной продукции перифитона (г С/м²) существенно изменялись в обследованных реках, достигая наивысших показателей в р. Зея и наименьших – в р. Буря (табл. 1).

Бассейны рр. Буря и Зея по среднему содержанию хлорофилла $a > 30$ мг/м², преобладающего в общем фоне зеленых пигментов в перифитоне водотоков, характеризуются как слабо эвтрофные. Развитие водорослей перифитона, оцениваемое по содержанию хлорофилла a соответствовало олиготрофному уровню и I классу качества («очень чистые воды») в бассейне р. Буря в рр. Синель (май, октябрь), Малые Симичи (май), Большие Симичи (октябрь), Малая Желунда (октябрь), Малая и Большая Бушунга (октябрь), Пайканчик (май), Дикан (октябрь) и сама Буря (п. Новобурейский) (октябрь); в бассейне р. Зея – во всех обследованных реках, кроме р. Зея, причем в п. Овсянка они относились к мезотрофному уровню и II классу качества («чистые»), а ниже плотины ЗГЭС – к гипертрофному уровню и VI классу качества («очень грязные»), приуроченному к периоду летней межени.

Заключение

Проведенные обследования показали, что в водотоках басс. Буря и Зея наблюдаются благоприятные условия для фотосинтеза и развития водорослей, так как преобладающим компонентом пигментной системы является хлорофилл a . Изменение всех фотосинтетических пигментов водорослей перифитона проистекает взаимосвязано. Распределение пигментных характеристик альгоценозов перифитона в речной системе р. Буря характеризуется увеличением их содержания в летний период. Значения

Таблица 2

**Содержание фотосинтетических пигментов
в перифитоне водотоков басс. рр. Буря и Зея, 2014 г.**

Дата	Водоток	С хл b , мг/м ²	С хл c_1+c_2 , мг/м ²	С k , м ²
Бассейн р. Буря				
15.V.	Буря (п. Новобурейский)	2,7	3,2	24,8
11.X.		0,4	0,2	0,8
3.VII.	Буря (ниже Малиновки)	24,9	31,1	48,9
11.VII.	Буря (ниже плотины БГЭС)	6,1	4,5	30,9
12.X.		8,2	6,2	53,4
15.V.	Синель	0,5	1,2	6,6
4.VII.		2,1	2,2	13,4
12.X.		1,3	0,7	3,4
15.V.	Малые Симичи	0,1	1,2	11,0
12.X.		6,5	3,4	31,9
15.V.	Большие Симичи	1,2	5,7	44,9
4.VII.		0,0	2,4	18,0
12.X.		3,4	2,3	12,5
13.X.	Малая Желунда	0,9	0,4	2,9
13.X.	Большая Желунда	4,4	3,9	24,3
13.X.	Малая Бушунга	0,8	0,7	4,7
13.X.	Большая Бушунга	1,8	1,3	8,2
15.V.	Дея	1,0	8,8	73,6
3.VII.		3,7	2,3	14,1
12.X.		12,2	4,9	39,5
15.V.	Пайканчик	0,5	1,1	5,5
4.VII.		1,1	2,6	21,0
12.X.		3,8	2,4	13,9
3.VII.	Дикан	2,8	4,4	22,1
11.X.		2,3	1,8	9,7
Бассейн р. Зея				
6.VII.	Тында	0,4	1,1	5,0
6.VII.	Алленга	0,4	0,9	6,1
7.VII.	Зея (ниже плотины ЗГЭС)	17,7	34,9	139,0
8.VII.	Зея, п. Овсянка	3,8	5,6	17,3
7.VII.	Малый Гармакан	0,6	0,5	2,2
7.VII.	Большой Гармакан	4,1	1,3	6,5
7.VII.	Широковская	0,8	2,0	4,3
8.VII.	Макча	2,7	2,4	9,0
8.VII.	Малая Макча	1,4	0,8	1,9
9.VII.	Большая Эракингра	0,9	1,4	5,2
9.VII.	Гулик	0,9	1,4	4,5

пигментного индекса, свидетельствуют о том, что изменений в физиологическом состоянии водорослей перифитона в водотоках не происходило.

Годовые для бассейна р. Бурей показатели продукции находятся в пределах от 266 до 29125 ккал/м², для бассейна р. Зея – от 588 до 52264 ккал/м². Средний для обоих бассейнов показатель продукции перифитона составляет 572 г С/м² или 6691 ккал/м² в год; вылов рыб – 0,18 % от первичной продукции. Таким образом, по величинам первичной продукции басс. рр. Бурей и Зея могут быть отнесены к водотокам высокоэвтрофного типа, следовательно, по определению А.Ф. Алимова (2000), они являются менее устойчивыми и более выносимыми продуктивными системами.

Благодарности

Авторы очень признательны Михаилу Анатольевичу Климину за неоценимую помощь при обработке проб и конструктивную критику (ИВЭП ДВО РАН, г. Хабаровск).

Литература

- Алимов А.Ф. 2000. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб: Наука. 147 с.
- Богатов В.В. 1994. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 218 с.
- Бульон В.В. 1983. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Л.: Наука. 150 с. (Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Т. 98).
- Бульон В.В., Сиротский С.Е. 2010. Прогнозирование биологической продуктивности водохранилищ рек Зеи и Буреи // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. Всерос. науч.-практ. конф., Хабаровск, 26-29 октября 2010 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 33–36. (Дружининские чтения. Вып. 4).
- Бульон В.В., Сиротский С.Е. 2011 а. Прогноз и сравнительная характеристика биологической продуктивности водохранилищ на реках Зея и Бурей // Водные ресурсы. Т. 38. № 6. С. 688–697.
- Бульон В.В., Сиротский С.Е., Остроухов А.В. 2014. Прогнозирование биологической продуктивности водохранилищ Дальнего Востока // Доклады Академии Наук. Т. 457. № 3. С. 366–369.
- Винберг Г.Г. 1960. Первичная продукция водоемов. Изд-во АН БССР. Минск. 329 с.
- Гаретова Л.А., Сиротский С.Е., Шестеркина Н.М., Таловская В.С., Каретникова Е.А., Ри Т.Д. 2011 б. Оценка экологического состояния р. Зея и ее притоков в зоне строительства Нижнезейской ГЭС // Водные ресурсы. Т. 38. № 4. С. 464–473.
- Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. 2007. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 273 с.
- Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. 2010. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 354 с.
- ГОСТ 17.1.4.02–90. 1990. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла а. ИПК. Издательство стандартов. Москва. 12 с.
- Климин М.А., Сиротский С.Е. 2005. Распределение фотосинтетических пигментов в профиле торфяных отложений как отражение колебаний климата в голоцене // Биогеохимические и геоэкологические процессы в экосистемах. Вып. 15. Владивосток: Дальнаука. С. 237–248.
- Минеева Н.М. 2004. Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ. М.: Наука. 156 с.
- Сигарева Л.Е. 2010. Растительные пигменты в мониторинге экологического состояния водохранилищ // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: мат. всерос. науч.-практ. конф., 26-29 октября 2010 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 137–137. (Дружининские чтения; вып. 4.).
- Сиделев С.И., Бабаназарова О.В. 2008. Анализ связей пигментных и структурных характеристик фитопланктона высокоэвтрофного озера // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. Т. 1. № 2. С. 162–177.

Сиротский С.Е. 1993. Значение первичной продукции в оценке состояния водной экосистемы реки Амур // Биогеохимическая экспертиза состояния окружающей среды. Владивосток: Дальнаука. С. 49–69.

Сиротский С.Е. 1999. Пигментные характеристики водорослей перифитона бассейна р. Бурея // Труды Государственного природного заповедника «Буреинский». Вып. 1. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука. С. 97–101.

Сиротский С.Е. 2000. Современное состояние водной экосистемы р. Бурея // Состояние природной среды и природоохранная деятельность в Хабаровском крае в 1999 году: Государственный доклад / Государственный комитет по охране окружающей среды Хабаровского края. Под ред. В.М. Болтрушко. Хабаровск. С. 150–153.

Сиротский С.Е. 2005 а. Трофический статус водотоков бассейна рек Бурея, Зея, Бурейского и Зейского водохранилищ // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: материалы всерос. науч.-практ. конф., Хабаровск, 28 февр. – 3 марта 2005 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 95–99. (Дружининские чтения; вып. 2.).

Сиротский С.Е. 2005 б. К вопросу о кларках водорослей перифитона бассейна р. Бурея // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: материалы всерос. науч.-практ. конф., Хабаровск, 28 февр. – 3 марта 2005 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 187–189. (Дружининские чтения; вып. 2.).

Сиротский С.Е. 2007. Трофический статус водных объектов бассейна реки Бурея // Гидроэкологический мониторинг воны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 105–124.

Сиротский С.Е. 2008. Пигментные характеристики водотоков юго-западной части острова Феклистова (Шантарские острова) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 4. Владивосток: Дальнаука. С. 118–121.

Сиротский С.Е. 2014. Фотосинтетические пигменты в перифитоне водотоков бассейнов рек Зея и Бурея // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 619–628.

Сиротский С.Е., Богатов В.В. 1999. Методические рекомендации по оценке ущерба рыбному хозяйству на основе данных о первичной продукции в водотоках и водоемах // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. С. 129–152.

Сиротский С.Е., Медведева Л.А. 1996. Пигментные характеристики водорослей перифитона водотоков Дальнего Востока // Биогеохимические и экологические исследования природных и техногенных экосистем Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. С. 86–96.

Сиротский С.Е., Юрьев Д.Н. 2000. Трофический статус водных объектов бассейна Амура по содержанию хлорофилла «а» в автотрофных организмах // Геохимические и эколого-биохимические исследования в Приамурье. Вып. 10. Владивосток: Дальнаука. С. 111–129.

Тимирязев К.А. 1948. Избранные работы по хлорофиллу и усвоению света растением // Редакция академика Н.А.Максимова. Изд-во АН СССР. 358 с.

Jeffrey S.W., Humphrey G.F. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls *a*, *b*, *c*₁ and *c*₂ in higher plants algae and natural phytoplankton // Biochem. Physiol. Pflanz. V. 167. № 2. P. 191–194.

АЛЬГОФЛОРА ВОДОТОКОВ БАССЕЙНА ЛАГУНЫ ЦАПЛИЧЬЯ АМУРСКОГО ЗАЛИВА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ, ХАСАНСКИЙ РАЙОН)

Т.В. Никулина

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток, 690022, Россия. E-mail: nikulina@biosoil.ru*

Изучена альгофлора реки Нарва, впадающей в бух. Нарва, и трех безымянных водотоков, впадающих в лаг. Цапличья Амурского залива (Приморский край, Хасанский район). Выявлено видовое разнообразие водорослей на участках, значительно удаленных от зоны впадения рек в лагуну и залив, в устьевой части водотоков, а также в прибрежье лагуны. Всего было обнаружено 226 видов (с учетом внутривидовых таксонов – 231) водорослей, принадлежащих к 7 отделам. Определены количественные характеристики водорослей перифитона р. Нарва ($N=5,77-15,78$ млрд кл./м² и $B=6,98-19,63$ г/м²) и одного из ручьев ($N=3,72-3,94$ млрд кл./м² и $B=5,71-9,51$ г/м²); а также водорослей планктона безымянных водотоков ($17,5-247,5$ тыс. кл./л, $B=0,02-0,53$ мг/л). Согласно методу Пантле-Бук в модификации Сладечека, воды отнесены к II и III классам чистоты (чистые и умеренно загрязненные).

THE ALGAL FLORA OF STREAMS FROM BASIN TSAPLICHYA LAGOON OF AMUR BAY (PRIMORYE, KHASAN DISTRICT)

T.V. Nikulina

*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences,
Far East Branch, 100 letiya Vladivostoka Avenue, 159,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: nikulina@biosoil.ru*

Algal flora of Narva River of Narva Bay basin, and three unnamed streams of Tsaplichya lagoon basin (the Amur Bay, Primorye, Khasan district) was studied. Total 226 species (including intraspecific taxa – 231) algae, belonging to 7 Divisions, have been found. Quantitative characteristics of the periphyton algae of Narva River ($N=5,77-15$ bill. cells/m² and $B=6,98-19,63$ g/m²) and one of the streams ($N=3,72-3,94$ bill. cells/m² and $B=5,71-9,51$ g/m²) were determined; as well as the abundance and biomass of plankton algae of streams were counted ($N=17,5-247,5$ thousand cells / l, $B=0,02-0,53$ mg / l). Waters of Narva River and three unnamed streams classified as clean and slightly polluted (II and III classes of cleanliness), according to the Pantle-Buck's method (in Sladечek's modifications).

Введение

Исследования видового состава пресноводных водорослей водотоков и водоемов Хасанского района Приморского края проводятся российскими исследователями несколько десятилетий. Сведения о видовом составе водорослей перифитона известны

для пресноводных озер Карасье, Дорицине, озер лагунного типа, рек Кедровая, Барабашевка, Нарва, Тесная, Филипповка, Рязановка, Пойма, Камышовая (Кухаренко, 1964, 1972, 1974а, б, 1976, 1989; Журкина, 1972; Журкина, Кухаренко, 1974; Medvedeva, 1995, 2000; Медведева, 2002; Никулина и др., 2008; Богатов и др., 2009 и др.). В реках этого района обнаружено 224 вида водорослей (включая разновидности и формы – 260 таксонов) из отделов Cyanoprokaryota, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta и Rhodophyta (Медведева, 2006). Наиболее полно обследованным является основной водоток заповедника «Кедровая Падь» (р. Кедровая), для которого, кроме максимально полных сведений об альгофлоре, известны данные о структурных и функциональных показателях сообществ водорослей перифитона (Медведева, 1996, 1999; Сиротский, Медведева, 1995; Медведева, Сиротский, 1998; Никулина и др., 2008; Богатов и др., 2009).

В связи с усиливающимся хозяйственным освоением территории Дальневосточного региона и Хасанского района Приморского края, в частности, увеличивается антропогенный прессинг на естественные водотоки и водоемы, и, как следствие, происходит изменение состава и состояния населяющей их водной биоты. Поэтому в настоящее время остается актуальным проведение исследований региональной альгофлоры, включающих получение данных о видовом составе, экологии, распространении водорослей, а также сведений о структурных характеристиках перифитонных и планктонных сообществ. Кроме того, большой научный интерес представляет изучение альгосообществ, обитающих на границе между морской и пресноводной средами.

Цель данной работы – исследование альгофлоры трех безымянных водотоков, впадающих в лаг. Цапличья, и р. Нарва, впадающей в бух. Нарва Амурского залива (Приморский край, Хасанский район). В ходе настоящего исследования было выявлено видовое разнообразие водорослей на участках, значительно удаленных от зоны впадения рек в лагуну и залив, в устьевой части водотоков, а также в прибрежье лагуны; определены количественные характеристики (численность и биомасса) водорослей реки и ручьев; оценено санитарно-биологическое состояние вод водотоков по методу Пантле-Бук в модификации Сладечека.

Материал и методы

В ноябре 2013 г. проведен сбор качественного и количественного альгологического материала на территории и в окрестностях с. Перевозная (Хасанский район, Приморский край), расположенного на п-ве Ломоносова на западном побережье Амурского залива.

Пробы водорослей перифитона и фитопланктона были отобраны на 10 гидробиологических станциях, расположенных на четырех водотоках: р. Нарва (басс. бух. Нарва), безымянной реке №1, впадающей в протоку лаг. Цапличья, безымянных реках №2 и №3, принадлежащих бассейну лаг. Цапличья (рис. 1), а также в прибрежной зоне лагуны, в непосредственной близости к устьям рек №1 и №2.

Всего было отобрано 44 пробы: 28 качественных (21 перифитона и 7 фитопланктона) и 16 количественных (6 перифитона и 10 фитопланктона).

Обработка материала проводилась по общепринятым методикам (Голлербах, Полянский, 1951; Водоросли, 1989) с использованием определителей и атласов отечественных и зарубежных специалистов (Забелина и др., 1951; Голлербах и др., 1953;



Рис. 1. Схема расположения станций отбора альгологических проб.

Коршиков, 1953; Матвиенко, 1954; Косинская, 1960; Дедусенко-Щеголева, Голлербах, 1962; Ramanathan, 1964; Patrick, Reimer, 1966, 1975; Диатомовые водоросли СССР, 1974, 1988, 1992; Виноградова и др., 1980; Паламарь-Мордвинцева, 1982, 1984; Мошкова, Голлербах, 1986; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, b; Царенко, 1990; Hartley et al., 1996). При идентификации видовой принадлежности водорослей использовали световые микроскопы «Axioskop 40» (Zeiss, объективы 40х/0,65 и 100х/1,25 oil) и «Alphaphot-2 YS-2» (Nikon, объективы 40х/0,65 и 100х/1,25 oil). Для каждого вида отмечалась частота встречаемости по шестибальной шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – оч. часто, 6 – масса (Кордэ, 1956).

Санитарно-биологическое состояние вод водотоков оценено по методу Пантле-Бук в модификации Сладечека (Pantle, Buck, 1955; Сладечек, 1967), основанного на присутствии в альгосообществах водорослей-индикаторов органического загрязнения.

Для учета численности водорослей планктона и перифитона применяли счетную камеру, объем которой равен 0,01 см³. Расчет численности водорослей перифитона и планктона проведен по стандартным методикам (Водоросли, 1989). Биомассу водорослей рассчитывали счетно-объемным методом (Водоросли, 1989).

Результаты и обсуждение

Флора водорослей планктона и перифитона р. Нарва и водотоков бассейна лаг. Цапличья

В результате обследования р. Нарва и водотоков, впадающих в лаг. Цапличья в ноябре 2013 г. выявлен видовой состав водорослей планктона и перифитона. Всего

было обнаружено 226 видов (с учетом внутривидовых таксонов – 231) водорослей, принадлежащих к 98 родам и 7 отделам (табл. 1, 2). Впервые для южной части Дальнего востока России указаны пять видов водорослей: *Aulosira planctonica* Elenkin, *Lyngbya majuscula* Harvey ex Gomont, *Plectonema tomasinianum* Bornet ex Gomont (Cyanobacteria), *Gyrosigma wormleyi* (Sullivant) Boyer (Bacillariophyta), *Lamprothamnium papulosum* (Wallroth) Groves (Chlorophyta).

Таблица 1

**Таксономический состав водорослей р. Нарва
и водотоков бассейна лаг. Цапличья (ноябрь 2013 г.)**

№	Отдел	Род	Вид	Разновидность и форма
1.	Cyanobacteria (Cyanoprokaryota)	11	13	13
2.	Euglenophyta	3	5	5
3.	Chrysophyta	1	1	1
4.	Xanthophyta	1	1	1
5.	Bacillariophyta	59	168	173
6.	Chlorophyta	22	37	37
7.	Rhodophyta	1	1	1
	Всего	98	226	231

Таблица 2

Видовой состав водорослей р. Нарва и водотоков бассейна лаг. Цапличья (ноябрь 2013 г.)

№	Таксон	Река				Сапробная характеристика	Индекс сапробности, s
		Нарва, ст. 1, 2	Безымянная 1, ст. 3, 4	Безымянная 2, ст. 5, 6, 7, 8	Безымянная 3, ст. 9, 10		
	CYANOBACTERIA (CYANOPROKARYOTA)						
1	<i>Anabaena</i> sp.	-	1	1	-	-	-
2	<i>Aulosira planctonica</i> Elenkin*	-	-	2-3	-	-	-
3	<i>Calothrix braunii</i> Bornet et Flahault	-	-	1	-	χ-β	1,0
4	<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützinger) Nägeli	-	1	-	-	о	1,3
5	<i>Cyanothece aeruginosa</i> (Nägeli) Komárek	-	2-3	-	3	о	1,0
6	<i>Homoeothrix varians</i> Geitler	2	-	-	-	о	1,0
7	<i>Lyngbya aestuarii</i> (Mertens) Liebman ex Gomont	1-3	1	1	-	о	1,3
8	<i>L. majuscula</i> Harvey ex Gomont*	-	1	-	-	-	-
9	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützinger	-	1	-	-	β-о	1,8
10	<i>M. tenuissima</i> Lemmermann	-	1-3	-	-	β	2,4
11	<i>Nostoc linckia</i> (Roth) Bornet ex Bornet et Flahault	-	-	2	-	-	-
12	<i>Phormidium autumnale</i> (Agardh) Trevisan ex Gomont	1-3	1	2	1-3	β	2,1
13	<i>Plectonema tomasinianum</i> Bornet ex Gomont*	-	-	1	-	-	-
	EUGLENOPHYTA						
14	<i>Euglena spirogyra</i> Ehrenberg	-	-	-	1	β	2,1
15	<i>E. texta</i> (Dujardin) Hübner	-	1	-	-	β	2,2

Продолжение табл. 2

№	Таксон	Река				Сапробная характеристика	Индекс сапробности, s
		Нарва, ст. 1, 2	Безымянная 1, ст. 3, 4	Безымянная 2, ст. 5, 6, 7, 8	Безымянная 3, ст. 9, 10		
16	<i>Phacus orbicularis</i> Hübner	-	1	-	-	β	2,2
17	<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein emend. Deflandre	-	1	-	-	о-α	2,0
18	<i>T. planctonica</i> Swirenko	-	1	-	-	β-о	1,7
CHRYSOPHYTA							
19	<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	-	-	1	-	-	-
	Споры <i>Dinobryon divergens</i> Imhof	-	-	1-2	-	-	-
XANTHOPHYTA							
20	<i>Tribonema affine</i> (Kützing) G.S. West	-	-	1-3	-	-	-
BACILLARIOPHYTA							
21	<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	-	-	1	-	-	-
22	<i>Achnanthes</i> sp.	-	1	1	1		
23	<i>Achnantheidium coarctatum</i> Brébisson ex W. Smith	1	-	-	-	о-α	1,9
24	<i>A. exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	1	1	1	-	о-β	1,5
25	<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	3-4	1	1-6	2	о-β	1,5
26	<i>Amphora coffeaeformis</i> (Agardh) Kützing	-	1	-	-	-	-
27	<i>A. libyca</i> Ehrenberg	-	1	1	-	-	-
28	<i>A. normanii</i> Rabenhorst	-		1-2	-	-	-
29	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing	1	1-2	1-2	-	β-о	1,65
30	<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A. Schmidt	1	-	1	-	о-β	1,4
31	<i>A. veneta</i> Kützing	-	-	1	-	о	1,0
32	<i>Aneumastus tusculus</i> (Ehrenberg) Mann et Strickle	-	-	1	-	о-χ	0,7
33	<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen	1	-	1-6	-	о-χ	-
34	<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen var. <i>granulata</i> f. <i>granulata</i>	1	2-3	1-5	2	β-α	2,4
35	<i>A. granulata</i> var. <i>granulata</i> f. <i>curvata</i> (Hustedt) Davidova et Moisseeva	-	-	1	-	-	-
36	<i>A. subarctica</i> (O. Müller) Haworth	1	-	-	-	-	-
37	<i>Bacillaria paxillifer</i> (O. Müller) Hendey	1-3	1-2	1-2	1-3	о-χ	0,8
38	<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	-	1	1-5	1	χ-β	1,0
39	<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	1	-	χ	0,3
40	<i>Cocconeis disculus</i> (Schumann) Cleve	-	1-5	4-5	1-3	χ	0,5
41	<i>C. placentula</i> Ehrenberg var. <i>placentula</i>	1	1-2	1-2	-	о-β	1,4
42	<i>C. placentula</i> Ehr. var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	1	2-5	4-5	1-6	-	-
43	<i>C. scutellum</i> Ehrenberg	-	1	1-2	1-2	-	-
44	<i>Cosmioneis pusilla</i> (W. Smith) Mann et Stickle	-	1	1	-	о-β	1,5
45	<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) Williams et Round	-	1-3	1-2	1	о	1,3

Продолжение табл. 2

№	Таксон	Река				Сапробная характеристика	Индекс сапробности, s
		Нарва, ст. 1, 2	Безымянная 1, ст. 3, 4	Безымянная 2, ст. 5, 6, 7, 8	Безымянная 3, ст. 9, 10		
46	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	1	1	-	-	о-α	1,8
47	<i>Cyclotella</i> sp.	-	1	-	3	-	-
48	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Lewin et Reimann	-	1	-	-	-	-
49	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	1	-	-	-	-	-
50	<i>Cymbella affinis</i> Kützing	2-3	1-2	1	-	β-о	1,7
51	<i>C. aspera</i> (Ehrenberg) H. Peragallo	-	-	1	-	β-о	1,6
52	<i>C. cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	1	-	1	-	о	1,2
53	<i>C. tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	1-2	1	1	1-2	χ	0,2
54	<i>Cymbopyleura naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	1	-	1	-	β-о	1,6
55	<i>Decussata placenta</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot et Metzeltin	-	-	1	-	о	-
56	<i>Diatoma hiemalis</i> (Lyngbye) Heiberg	1	-	-	-	β-о	1,7
57	<i>D. mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	1	-	1	-	о-β	1,0
58	<i>D. tenue</i> C. Agardh	-	1	-	1	β-α	2,5
59	<i>D. vulgare</i> Bory	1	-	2	-	β-α	2,4
60	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	1	-	1	1	β	1,9
61	<i>D. interrupta</i> (Kützing) Cleve	-	1	-	-	-	-
62	<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cleve	-	1	1	1	β	2,0
63	<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	1	-	1	-	β-α	-
64	<i>E. gracile</i> Ehrenberg		1	1-2	-	χ	0,4
65	<i>E. minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) Mann	2	-	1	-	о-β	1,4
66	<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	5-6	2-3	1-3	-	χ-о	0,5
67	<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	-	1	-	-	-	-
68	<i>E. paludosa</i> (W. Smith) Reimer	-	1	-	-	-	-
69	<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills	-	-	1	1-2	о	1,0
70	<i>E. diadema</i> Ehrenberg	-	-	1	-	-	-
71	<i>E. diodon</i> Ehrenberg	-	-	1-2	-	о-χ	0,7
72	<i>E. exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	-	-	1	-	о-β	1,5
73	<i>E. glacialis</i> Meister	-	-	1	-	ρ	4,0
74	<i>E. implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot et Alles	-	1	1	-	-	-
75	<i>E. praerupta</i> Ehrenberg	1	-	-	-	β	2,0
76	<i>E. soleirollii</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	1	-	-	-
77	<i>E. incisa</i> W. Smith ex Gregory	-	-	2	-	α-β	-
78	<i>Eunotia</i> sp.	-	1	1	1	-	-
79	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle et Mann	-	1	-	-	о	1,3
80	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst) Rabenhorst	1	-	1	1	-	-
81	<i>F. crotonensis</i> Kitton	2-3	-	-	1	α-β	2,7
82	<i>F. exigua</i> Grunow	-	-	-	1	β-α	-

Продолжение табл. 2

№	Таксон	Река				Сапробная характеристика	Индекс сапробности, s
		Нарва, ст. 1, 2	Безымянная 1, ст. 3, 4	Безымянная 2, ст. 5, 6, 7, 8	Безымянная 3, ст. 9, 10		
83	<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	4-5	2	2-3	2	о-β	1,5
84	<i>Fragilaria</i> sp.	-	1	-	1		
85	<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow) Cleve-Euler	1	-	1-3	-	-	-
86	<i>F. rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	1	-	-	-	χ-β	0,9
87	<i>F. vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	1	-	1	-	χ-β	0,9
88	<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Hornemann) Dawson ex Ross et Sims	1-6	-	1	1	β-α	2,5
89	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	1	-	1	1	χ-β	0,9
90	<i>G. coronatum</i> Ehrenberg	-	-	1	1	β	2,2
91	<i>G. angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2	-	1-2	1	β	2,0
92	<i>G. angustum</i> C. Agardh		1-2	1	-	о-β	1,4
93	<i>G. brebissonii</i> Kützing	1	-	1	-	-	-
94	<i>G. clavatum</i> Ehrenberg	-	1	-	-	о-β	1,4
95	<i>G. montanum</i> Schumann	-	-	1	-	-	-
96	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	1	2	1-2	1	χ	0,1
97	<i>G. productum</i> (Grunow) Lange-Bertalot et Reichelt	1	-	1	1	β	2,2
98	<i>G. truncatum</i> Ehrenberg	1-2	1	2-5	6	β-α	1,8
99	<i>G. ventricosum</i> Gregory	-	-	1	-	о-χ	0,7
100	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	1	1	-	1-2	о-χ	0,7
101	<i>G. wormleyi</i> (Sullivant) Boyer*	-	-	1	-	-	-
102	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) Patrick var. <i>arcus</i>	2-3	1	1-6	-	о	1,0
103	<i>H. arcus</i> var. <i>rectus</i> (Cleve) M. Idei	2	-	1	-	-	-
104	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	1-2	-	-	1	β-о	1,7
105	<i>Haslea spicula</i> (Hickie) Bukhtiyarova	-	1	1	-	-	-
106	<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann	1	1	2	-	о	1,0
107	<i>Mastogloia elliptica</i> (Agardh) Cleve	-	1	1	-	-	-
108	<i>M. smithii</i> Thwaites	1	2-3	1-3	1	-	-
109	<i>Melosira lineata</i> (Dillwyn) Agardh	-	2	4	-	о-α	-
110	<i>M. nummuloides</i> (Dillwyn) Agardh	-	2	2-3	-	-	-
111	<i>M. varians</i> Agardh	5-6	2	1-2	2-5	α-β	2,7
112	<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. Agardh var. <i>circulare</i>	1	1	-	-	о-β	1,5
113	<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	1	-	1	-	χ	-
114	<i>Navicula avenacea</i> (Brébisson et Godey) Brébisson ex Grunow	2	-	-	1	о-β	1,4
115	<i>N. cryptocephala</i> Kützing	4-6	-	-	1	χ	0,2
116	<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	4-6	4-6	1	-	о-β	1,4
117	<i>N. directa</i> W. Smith	-	-	1	1	-	-
118	<i>N. integra</i> (W. Smith) Ralfs	1	-	-	-	χ-о	-
119	<i>N. menisculus</i> Schumann	-	1	-	-	χ-β	0,9

Продолжение табл. 2

№	Таксон	Река				Сапробная характеристика	Индекс сапробности, s
		Нарва, ст. 1, 2	Безымянная 1, ст. 3, 4	Безымянная 2, ст. 5, 6, 7, 8	Безымянная 3, ст. 9, 10		
120	<i>N. peregrina</i> (Ehrenberg) Kützing	-	1-2	2-4	1-2	β-о	1,8
121	<i>N. phyllepta</i> Kützing	-	4-6	1-4	2	-	-
122	<i>N. radiosa</i> Kützing	2	1	1	1	о	1,1
123	<i>N. reinhardtii</i> Grunow	-	1	-	-	-	-
124	<i>N. rhynchocephala</i> Kützing	1-2	-	1-2	1	β	-
125	<i>N. salinarum</i> Grunow	-	3-4	-	-	-	-
126	<i>N. slesvicensis</i> Grunow	4-6	2	1-3	2	α-β	-
127	<i>N. tripunctata</i> (O. Müller) Bory	1	1	1	1	β	2,3
128	<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	-	-	-	1	о	1,3
129	<i>Navicula</i> sp.1	1	1	1	-	-	-
130	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	1	-	-	-	-	-
131	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	1-2	1	1	-	о-β	1,5
132	<i>N. brevissima</i> Grunow	-	1	-	1	χ-о	0,4
133	<i>N. dissipata</i> (Kützing) Grunow	4-5	-	1-2	1	χ	0,2
134	<i>N. fonticola</i> Grunow	2	4	1-4	-	о-β	1,5
135	<i>N. linearis</i> (C. Agardh) W. Smith	2	-	1-2	-	χ	0,0
136	<i>N. nana</i> Grunow	1	1	1-3	-	α-β	-
137	<i>N. normanii</i> Grunow	-	-	1	-	-	-
138	<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	2-3	1-3	2-3	2	α-β	2,75
139	<i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow	2-4	4	1-3	-	β	2,2
140	<i>N. reversa</i> W. Smith	1	-	-	-	-	-
141	<i>N. sigma</i> (Kützing) W. Smith	-	1	-	-	-	-
142	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	1	1	1	-	β	2,3
143	<i>Nitzschia</i> sp.		1	1	-	-	-
144	<i>Parlibellus crucicula</i> (Smith) Witkowski, Lange-Bertalot et Metzeltin	-	1	1	-	-	-
145	<i>Petroneis marina</i> (Ralfs ex Pritchard) Mann	-	1	1	-	-	-
146	<i>Pinnularia alpina</i> W. Smith	-	1	-	-	-	-
147	<i>P. grunowii</i> Krammer	1	-	-	-	-	-
148	<i>P. karelica</i> Cleve	1	-	-	-	-	-
149	<i>P. macilenta</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	1	-	о	-
150	<i>P. neomajor</i> Krammer	-	-	1	-	о-χ	0,6
151	<i>P. rabenhorstii</i> (Grunow) Krammer	-	1	-	-	-	-
152	<i>P. subgibba</i> Krammer	-	-	1	-	о-χ	-
153	<i>P. viridiformis</i> Krammer	1	-	1	1	о	-
154	<i>Pinnunavis elegans</i> (W. Smith) Okuno	-	1	-	-	-	-
155	<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) Cox	-	2-3	-	-	χ-о	0,5
156	<i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round et Bukhtiyarova	-	3	4-5	-	-	-
157	<i>P. ellipticum</i> (Cleve) Edlund	1	-	-	-	-	-
158	<i>P. haynaldii</i> (Schaarschmidt) Lange-Bertalot	1	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 2

№	Таксон	Река				Сапробная характеристика	Индекс сапробности, s
		Нарва, ст. 1, 2	Безымянная 1, ст. 3, 4	Безымянная 2, ст. 5, 6, 7, 8	Безымянная 3, ст. 9, 10		
159	<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	1-2	1	1	1	β-α	2,5
160	<i>Pleurosigma salinarum</i> Grunow	1	-	2	-	-	-
161	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek et Stoermer	1	-	1	-	-	-
162	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	1	-	1	-	β-α	-
163	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	1	-	1-2	-	χ-о	0,4
164	<i>Rh. musculus</i> (Kützing) O. Müller	1	1	1-2	-	-	-
165	<i>Rh. rupestris</i> (W. Smith) Krammer	-	-	1	-	о	-
166	<i>Rossithidium linearis</i> (W. Smith) Round et Bukhtiyarova	1-2	1	1	-	χ-о	0,4
167	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	1	-	1	-	β	2,2
168	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	-	1	1	-	χ	0,3
169	<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	-	1	1-3	-	χ-о	0,5
170	<i>Staurosira construens</i> var. <i>construens</i> Ehrenberg f. <i>venter</i> (Ehrenberg) Bukhtiyarova	-	2-6	2-4	-	β	-
171	<i>S. construens</i> var. <i>binodis</i> (Ehrenberg) Hamilton	-	-	2	-	-	-
172	<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) Williams et Round	2	1-3	2	-	о-α	-
173	<i>Stenopterobia curvula</i> (W. Smith) Krammer	-	-	1	-	β	2,1
174	<i>Surirella amphioxys</i> W. Smith	1	-	-	-	-	-
175	<i>S. angusta</i> Kützing	1	-	1	-	о	1,1
176	<i>S. brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot	-	-	1	-	χ	0,3
177	<i>S. elegans</i> Ehrenberg	1	-	1	-	о	1,2
178	<i>S. linearis</i> W. Smith	1	-	1	-	β	-
179	<i>S. minuta</i> Brébisson	1	-	-	1	о-α	-
180	<i>S. robusta</i> Ehrenberg	1	-	-	-	-	-
181	<i>S. splendida</i> (Ehrenberg) Kützing	1	-	-	-	о-β	1,5
182	<i>S. tientsinensis</i> Skvortzow	1	-	-	-	-	-
183	<i>Surirella</i> sp.	1	-	2	1	-	-
184	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	-	1	-	-	о-α	1,85
185	<i>U. danica</i> (Kützing) Compère et Bukhtiyarova	1	-	1	1	о-χ	0,8
186	<i>U. inaequalis</i> (H. Kobayasi) M. Idei	-	-	1	-	-	-
187	<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	2-3	1	1-2	1	о-α	1,9
188	<i>Synedrella parasitica</i> (W. Smith) Round et Maidana	1	-	-	-	β	2,2
189	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	1	-	1-5	-	χ	0,2
190	<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kützing	1-2	-	1-4	-	о-α	1,9
191	<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams et Round	-	1-4	1	6	χ	0,4
192	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	1	3	1-3	1	о-α	1,9
193	<i>T. levidensis</i> (W. Smith) Grunow	-	-	-	1	α	-

Продолжение табл. 2

№	Таксон	Река				Сапробная характеристика	Индекс сапробности, s
		Нарва, ст. 1, 2	Безымянная 1, ст. 3, 4	Безымянная 2, ст. 5, 6, 7, 8	Безымянная 3, ст. 9, 10		
	CHLOROPHYTA						
194	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	-	-	1	-	β	2,1
195	<i>A. fusiformis</i> Corda ex Korschikov	-	-	1	-	-	-
196	<i>Bambusina borneri</i> (Ralfs) Cleve	-	-	2	-	-	-
197	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	-	1-2	-	-	α	3,1
198	<i>Cladophora fracta</i> (Müller ex Vahl) Kützing	-	-	6	6	о-α	1,9
199	<i>Closterium dianaе</i> Ehrenberg	-	-	1	-	χ-β	0,8
200	<i>C. ehrenbergii</i> Meneghini	1	-	1	-	о-α	1,8
201	<i>C. kuetzingii</i> Brébisson	-	-	1	-	χ-β	0,9
202	<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehrenberg	-	3	1	-	β	2,1
203	<i>C. ralfsii</i> Brébisson	-	-	1	-	о-χ	0,6
204	<i>C. striolatum</i> Ehrenberg	-	-	1	-	χ-β	0,9
205	<i>C. subulatum</i> (Kützing) Brébisson	-	-	1	-	-	-
206	<i>C. tumidulum</i> Gay	-	-	1	-	-	-
207	<i>Coenochloris korschikoffii</i> Hindak	-	-	1	-	-	-
208	<i>Cosmarium exiguum</i> Archer	-	-	1	-	-	-
209	<i>C. formosulum</i> Hoff	1	-	-	-	-	-
210	<i>C. pygmaeum</i> Archer	-	-	1	-	-	-
211	<i>Cosmoastrum punctulatum</i> (Brébisson) Palamar-Mordvintseva	1	-	-	-	-	-
212	<i>C. turgescens</i> (De Notaris) Palamar-Mordvintseva	1	-	-	-	-	-
213	<i>Desmidium swartzii</i> Agardh	-	-	1	-	χ-β	0,9
214	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	-	-	1	-	β	2,3
215	<i>Draparnaldia acuta</i> (Agardh) Kützing	-	-	6	-	-	-
216	<i>D. plumosa</i> (Vauch.) Ag.	-	-	2	-	-	-
217	<i>Draparnaldia</i> sp.	2	-	-	-	-	-
218	<i>Euastrum binale</i> (Turpin) Ehrenberg	-	-	1	-	о	1,1
219	<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary	-	-	1	-	-	-
220	<i>Klebsormidium rivulare</i> (Kützing) Morison et Sheath	-	-	2	-	о-β	-
221	<i>Lamprothamnium papulosum</i> (Wallroth) Groves*	-	-	4	-	-	-
222	<i>Micrasterias foliacea</i> Bailey ex Ralfs	-	-	1	-	-	-
223	<i>Mougeotia</i> sp. ster.	1	-	1-3	6	-	-
224	<i>Oedogonium</i> sp. ster.	1	1	1-6	1-6	-	-
225	<i>Oocystis borgei</i> Snow	-	1	-	-	β-о	1,7
226	<i>Spirogyra</i> sp. ster.	-	-	1-3	-	-	-
227	<i>Staurastrum hexacerum</i> (Ehrenberg) Wittrock	-	-	1	-	-	-
228	<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützing) Kützing	2	-	-	-	о-α	1,8
229	<i>U. zonata</i> (Weber et Mohr) Kützing	2	-	1-2	-	о	1,1
230	<i>Uronema confervicola</i> Lagerheim	-	-	1	-	-	-

Окончание табл. 2

№	Таксон	Река				Сапробная характеристика	Индекс сапробности, s
		Нарва, ст. 1, 2	Безымянная 1, ст. 3, 4	Безымянная 2, ст. 5, 6, 7, 8	Безымянная 3, ст. 9, 10		
	RHODOPHYTA						
231	<i>Audouinella chalybaea</i> (Roth) Bory	1	-	-	-	χ-о	0,5

Примечание: Частота встречаемости организмов указана по шестибальной шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – очень часто, 6 – масса (Кордэ, 1956). «-» – нет данных, «*» – виды, впервые отмеченные для юга Дальнего Востока России. Сапробность (сапробная характеристика): χ – ксеносапробионт, χ-о – ксено-олигосапробионт, о-χ – олиго-ксеносапробионт, χ-β – ксено-бетамезосапробионт, о – олигосапробионт, о-β – олиго-бетамезосапробионт, β-о – бета-олигосапробионт, о-α – олиго-альфамезосапробионт, β – бета-мезосапробионт, β-α – бета-альфамезосапробионт, α-β – альфа-бетамезосапробионт, α – альфа-мезосапробионт.

Характеристика отдельных водотоков

РЕКА НАРВА (ст. 1, 2)

Флора водорослей р. Нарва в ноябре 2013 г. была представлена 109 видами, разновидностями и формами из отделов Cyanobacteria (Cyanoprokaryota), Bacillariophyta, Chlorophyta и Rhodophyta. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым водорослям (95 внутривидовых таксонов).

В сообществе перифитона в среднем течении реки (ст.1) определяющие численность и биомасса принадлежали диатомовым: $N=5,61$ млрд кл./м², $B=9,09$ г/м². Согласно данным по обработке качественных и количественных проб к числу доминантов отнесены диатомеи *Encyonema silesiacum*, *Melosira varians*, *Gomphoneis olivaceum* и *Navicula cryptotenella*. Наиболее высокие индивидуальные оценки обилия (N) зафиксированы для видов *Homoeothrix varians* (8,960 млрд кл./м²), *E. silesiacum* (1,929 млрд кл./м²) и *M. varians* (1,184 млрд кл./м²), а биомассы (B) – для *E. silesiacum* (1,543 г/м²) и *M. varians* (5,922 г/м²). Общие максимальные показатели численности и биомассы водорослей перифитона для данного участка реки равны 15,78 млрд кл./м² и 11,54 г/м² (табл. 3).

Нижнее течение р. Нарва (ст. 2) характеризовалось доминированием видов *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *N. cryptotenella*, *N. slesvicensis* из отдела Bacillariophyta. Определяющие значения численности и биомассы принадлежали диатомовым водорослям *Melosira varians* ($N=1,474$ млрд кл./м², $B=7,368$ г/м²) и *Navicula slesvicensis* ($N=1,341$ млрд кл./м², $B=1,878$ г/м²), при общих количественных показателях, равных 11,10 млрд кл./м² и 19,63 г/м² (табл. 3).

РЕКА БЕЗЫМЯННАЯ №1 (ст. 3, 4)

В планктоне и перифитоне обнаружено 99 видов, разновидностей и форм водорослей из пяти отделов: Cyanobacteria (Cyanoprokaryota), Euglenophyta, Bacillariophyta и Chlorophyta. Наиболее разнообразными в видовом отношении оказались диатомовые (84 внутривидовых таксона) и цианобактерии (8) (табл. 2).

Таблица 3

**Количественные показатели перифитонных альгосообществ
в р. Нарва и реках бассейна лаг. Цапличья (ноябрь 2013 г.)**

Водоток	N / B						Всего
	Cyanobacteria	Chryso-phyta	Xantho-phyta	Bacillariophyta	Chloro-phyta	Rhodo-phyta	
Нарва, ст. 1	<u>3,78</u> 0,13	-	-	<u>5,61</u> 9,09	<u>0,70</u> 2,32	-	<u>10,08</u> 11,54
	<u>12,34</u> 0,51	-	-	<u>1,94</u> 2,14	<u>1,50</u> 3,87	-	<u>15,78</u> 6,52
	<u>0,59</u> 0,05	-	-	<u>10,32</u> 19,14	-	<u>0,195</u> 0,45	<u>11,10</u> 19,63
Нарва, ст. 2	<u>1,65</u> 0,06	-	-	<u>4,11</u> 6,71	<u>0,005</u> 0,21	-	<u>5,77</u> 6,98
	<u>1,44</u> 0,14	<u>0,04</u> 0,02	-	<u>1,78</u> 2,96	<u>0,47</u> 2,60	-	<u>3,72</u> 5,71
Безымянная №2, ст. 5	-	<u>0,06</u> 0,007	-	<u>2,80</u> 4,75	<u>1,08</u> 4,75	-	<u>3,94</u> 9,51

Примечание. В числителе: N – численность водорослей (млрд кл./м²), в знаменателе: B – биомасса, (г/м²).

В фитопланктоне среднего течения Безымянной реки №1 (ст. 3) в качестве преобладающих по численности видов отмечены *Bacillaria paxillifer* (3,0625 тыс. кл./л) и *Staurosirella pinnata* (2,1875 тыс. кл./л), а по биомассе – *Melosira varians* (0,0066 мг/л). Общие показатели численности и биомассы водорослей планктона равны 17,5 тыс. кл./л и 0,024 мг/л (табл. 4). В обрастаниях мягких грунтов (качественные пробы) в качестве доминанта зафиксирован вид *Staurosira construens* var. *construens* f. *venter*, имеющий максимальную оценку обилия «6».

На устьевом участке водотока (ст. 4) были обнаружены виды цианобактерий и диатомовых водорослей, доминировавшие в планктоне по численным показателям: *Phormidium autumnale* (N=23,75 тыс. кл./л) и *Navicula cryptotenella* (N=5,00 тыс. кл./л), наибольшее значение биомассы отмечено для вида *Navicula reinhardtii* (B=0,0036 мг/л). Общие количественные показатели водорослей планктона данного участка реки: N=56,25 тыс. кл./л, B=0,019 мг/л.

На поверхности грунта, морских водорослей и трав численно преобладали диатомовые водоросли *Navicula cryptotenella* и *N. phyllepta* (по результатам обработки качественных проб, частота встречаемости «6»).

РЕКА БЕЗЫМЯННАЯ №2 (ст. 5, 6, 7, 8)

Альгофлора Безымянной реки №2 (ст. 5, 6, 7, 8) насчитывает 164 вида и разновидности водорослей из пяти отделов: Cyanobacteria, Chrysophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta и Chlorophyta. Отделы диатомовых и зеленых водорослей представлены наибольшим числом таксонов – 124 и 30, соответственно (табл. 2).

В перифитоне верхнего течения Безымянной реки №2 (ст. 5) численно преобладали диатомовые и зеленые водоросли – *Gomphonema truncatum* (0,893 млрд кл./м²), *Draparnaldia plumosa* (0,540 млрд кл./м²), *Tabellaria flocculosa* 0,278 млрд кл./м², а также согласно обработке качественных проб *Achnanthes minutissimum* и *Draparnaldia*

Таблица 4

**Количественные показатели планктонных альгосообществ
в реках бассейна лаг. Цапличьа (ноябрь 2013 г.)**

Водоток	N / B					
	Cyanobac- teria	Xantho- phyta	Bacilla- riophyta	Chloro- phyta	Rhodo- phyta	Всего
Безымянная №1, ст. 3	-	-	<u>16,625</u> 0,0232	<u>0,875</u> 0,0009	-	<u>17,5</u> 0,0241
Безымянная №1, ст. 4	<u>24,375</u> 0,0020	-	<u>31,875</u> 0,0169	-	-	<u>56,25</u> 0,0190
Безымянная №2, ст. 5	<u>91,4375</u> 0,0074	-	<u>81,125</u> 0,1894	<u>74,9375</u> 0,3369	-	<u>247,5</u> 0,5338
Безымянная №2, ст. 6	-	<u>21,875</u> 0,0241	<u>11,375</u> 0,0192	<u>0,875</u> 0,0057	-	<u>34,125</u> 0,0489
Безымянная №2, ст. 7	<u>196,875</u> 0,0132	-	<u>20,125</u> 0,0297	<u>28,00</u> 0,3178	-	<u>245,0</u> 0,3608
Лагуна Цапличьа, место впадения Безымянной реки №2, ст. 8	-	-	<u>18,0</u> 0,0146	<u>14,0</u> 0,2198	-	<u>32,0</u> 0,2343
	-	-	<u>160,0</u> 0,0880	-	-	<u>160,0</u> 0,0880
Безымянная №3, ст. 9	-	-	<u>105,625</u> 0,1183	<u>8,125</u> 0,0528	-	<u>104,0</u> 0,1711
	-	-	<u>70,0</u> 0,1185	-	-	<u>70,0</u> 0,1185
Лагуна Цапличьа, место впадения Безымянной реки №3, ст.10	-	-	<u>160,0</u> 0,2870	-	-	<u>160,0</u> 0,2870

Примечание. В числителе: N – численность водорослей (тыс. кл./л); в знаменателе: B – биомасса (мг/л).

acuta (оценка обилия «б»). Высокие значения биомассы отмечены для стерильной нитчатки *Mougeotia* sp. ster. (2,540 г/м²) и видов *Gomphonema truncatum* (1,429 г/м²) и *Draparnaldia plumosa* (0,459 г/м²). Общие значения численности и биомассы водорослей на обследованном участке реки составили: N=3,94 млрд кл./м² и B=9,51 г/м² (табл. 3).

Планктонное сообщество данного участка реки разительно отличалось от сообщества перифитона по составу доминирующих в нем видов, к числу преобладающих в нем таксонов отнесены синезеленые, зеленые и диатомовые водоросли: *Phormidium autumnale* (N=77,69 тыс. кл./л), *Aulacoseira granulata* (N=33,69 тыс. кл./л), *Bambusina borrieri* (N=41,94 тыс. кл./л, B=0,1258 мг/л). Общие значения количественных показателей: N=247,5 тыс. кл./л, B=0,5338 мг/л.

Количественные показатели фитопланктона в среднем течении водотока (ст. 6) определялись доминирующими здесь диатомовыми и желтозелеными водорослями. По численности доминировали *Tabellaria flocculosa* (3,0625 тыс. кл./л) и *Tribonema affine* (21,875 тыс. кл./л), а по биомассе – *Tribonema affine* (0,0241 мг/л). Общие количественные показатели водорослей планктона составили: N=34,13 тыс. кл./л и B=0,049 мг/л (табл. 4). По результатам обработки качественных проб, к преобладающим видам в перифитоне также отнесена диатомея *Aulacoseira distans* (табл. 2).

Водорослевые сообщества нижнего участка реки (ст. 7) характеризались доминированием в планктоне следующих видов цианобактерий, зеленых и диатомовых водорослей: по численности – *Aulosira planctonica* (101,94 тыс. кл./л), *Stratonostoc linkia* (94,94 тыс. кл./л), *Oedogonium* sp. ster. (17,9375 тыс. кл./л), *Mougeotia* sp. ster. (10,06 тыс. кл./л), *Tabellaria fenestrata* (6,13 тыс. кл./л), а по биомассе – *Oedogonium* sp. ster. (0,12 мг/л) и *Mougeotia* sp. ster. (0,20 мг/л). Общие значения численности и биомассы водорослей планктона на обследованном участке реки составили: N=245,0 тыс. кл./л и B=0,3608 мг/л (табл. 5). В перифитоне доминируют *Hannaea arcus* и *Oedogonium* sp. ster. (частота встречаемости «б»).

К числу доминирующих видов в фитопланктоне прибрежного участка лаг. Цапличья, в месте впадения Безымянной реки №2 (ст. 8), принадлежат два вида водорослей: *Cladophora fracta* (N=7,5 тыс. кл./л, B=0,165 мг/л) (Chlorophyta), а также *Nitzschia* sp. (Bacillariophyta), с большим интервалом показаний численности – от 9,0 до 96,0 тыс. кл./л и биомассы от 0,006 до 0,067 мг/л. В перифитоне также преобладали зеленые и диатомовые водоросли (*Cladophora fracta*, *Cocconeis disculus* и *Cocconeis placentula* var. *euglypta*).

РЕКА БЕЗЫМЯННАЯ №3 (ст. 9, 10)

В планктоне и обрастаниях мягких и твердых субстратов Безымянной реки №3 (ст. 9, 10) было обнаружено 60 видов и разновидностей водорослей, относящихся к четырем отделам: Cyanobacteria, Euglenophyta, Bacillariophyta и Chlorophyta (табл. 2).

Характерными представителями фитопланктона нижнего течения водотока (ст. 9) являлись диатомовые и зеленые водоросли. Наиболее высокие индивидуальные оценки обилия имели несколько видов – *Brachysira vitrea* (28,44 тыс. кл./л), *Navicula cryptotenella* (10,56 тыс. кл./л), *Navicula phyllepta* (8,13 тыс. кл./л), *Achnanthes minutissimum* (20,0 тыс. кл./л) и неопределенная до вида стерильная нитчатка *Oedogonium* sp. ster. (8,13 тыс. кл./л). Численность этих видов была определяющей на створах, а наиболее значительный вклад в общую биомассу можно отметить для видов *Brachysira vitrea* (0,01 мг/л), *Synedra ulna* (0,07 мг/л) и *Oedogonium* sp. ster. (0,05 мг/л). Общие значения численности и биомассы водорослей на данном участке реки складывались, главным образом, за счет диатомовых водорослей и составили 104,0 тыс. кл./л и 0,1711 мг/л (табл. 4).

В перифитоне – обрастаниях субстрата, корней высших водных растений и зеленых нитчаток в массе (обилие «б») развивались диатомея *Tabularia fasciculata* и зеленая нитчатка *Oedogonium* sp. ster.

Прибрежье лаг. Цапличья, место впадения Безымянной реки №3 (ст. 10) отмечено доминированием в фитопланктоне диатомовых водорослей: по численности – *Brachysira vitrea* (30,0 тыс. кл./л), *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (30,0 тыс. кл./л), *Gomphonema truncatum* (30,0 тыс. кл./л) и по биомассе – *Synedra ulna* (0,1400 мг/л). Общие значения численности и биомассы водорослей планктона: N=160,0 тыс. кл./л и B=0,29 мг/л (табл. 4).

Сообщества перифитона прибрежного участка лаг. Цапличья (обрастание поверхности грунта и зеленых нитчаток) характеризовалось массовым развитием диатомовых и зеленых водорослей *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Tabularia fasciculata*, *Cladophora fracta* и *Mougeotia* sp. ster.

Анализ качества воды по сапробности водорослей планктона и перифитон в ноябре 2013 г.

Исследования качества воды по методу Пантле-Бук в модификации Сладечека были проведены в четырех водотоках Хасанского р-на: р. Нарва (басс. бух. Нарва), безымянной реке №1 (впадает в протоку лаг. Цапличья), безымянных реках №2 и №3 (басс. лаг. Цапличья). Анализ показал, что в ноябре значения индекса сапробности на 10 станциях изменялись в пределах от 1,16 до 1,62 (табл. 5). Таким образом, воды обследованных участков рек и лаг. Цапличья принадлежат к олиго- и бетамезосапробной зонам, что соответствует II и III классам чистоты и классифицируются как чистые и слабозагрязненные воды (табл. 5).

Таблица 5

Сапробные показатели р. Нарва и водотоков бассейна лаг. Цапличья (ноябрь 2013 г.)

Водоток	Тип сообщества	Индекс сапробности (S)	Степень сапробности	Класс чистоты воды
Р. Нарва, ст. 1	перифитон	1,28-1,49	о-о-β	II
Р. Нарва, ст. 2	перифитон	1,42-1,43	о-β	II
Р. Безымянная №1, ст. 3	фитопланктон	1,32-1,39	о	II
	перифитон	1,39	о	
Р. Безымянная №1, ст. 4	перифитон	1,49-1,54	о-β-β-о	II-III
Р. Безымянная №2, ст. 5	перифитон	1,39-1,44	о-о-β	II
Р. Безымянная №2, ст. 6	перифитон	1,41	о-β	II
Р. Безымянная №2, ст. 7	перифитон	1,20-1,22	о	II
	фитопланктон	1,23	о	
Лагуна Цапличья, место впадения Безымянной реки №2, ст. 8	перифитон	1,22	о	II
	фитопланктон	1,16	о	II
Р. Безымянная №3, ст. 9	перифитон	1,49-1,62	о-β-β-о	II- III
Лагуна Цапличья, место впадения Безымянной реки №3, ст.10	перифитон	1,30-1,31	о	II

Заключение

В составе альгофлоры обследованных водотоков Хасанского р-на (р. Нарва, басс. бух. Нарва), и трех безымянных рек, впадающих в протоку и лаг. Цапличья) обнаружено 226 видов (с учетом внутривидовых таксонов – 231) водорослей из 7 отделов: Cyanobacteria, Euglenophyta Chrysophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta и Rhodophyta.

Определены количественные характеристики водорослей перифитона р. Нарва, изменяющиеся в пределах: $N=5,77-15,78$ млрд кл./м² и $B=6,98-19,63$ г/м² и одного из ручьев ($N=3,72-3,94$ млрд кл./м² и $B=5,71-9,51$ г/м²); а также водорослей планктона безымянных водотоков (17,5–247,5 тыс. кл./л, $B=0,02-0,53$ мг/л).

Максимальным видовым и внутривидовым разнообразием выделяются диатомовые водоросли. Именно к диатомеям относятся наиболее массовые виды: *Aulacoseira granulata*, *Melosira varians*, *Hannaea arcus*, *Tabellaria flocculosa*, *Cocconeis placentula*

var. *euglypta*, *C. disculus*, *Brachysira vitrea*, *Tabularia fasciculata*, *Navicula cryptotenella*, *N. phyllepta*, *Encyonema silesiaca*, *Achnanthydium minutissimum* и другие. Зеленые водоросли насчитывают меньшее количество видов и занимают второе место в составе альгофлоры. В качестве доминантов в альгосообществах встречались *Cladophora fracta*, *Oedogonium* sp. ster., *Mougeotia* sp. ster. и *Draparnaldia plumosa*. На третьем по количеству видов месте находятся цианобактерии. Заметную роль в составе обрастаний играли водоросли вида *Phormidium autumnale*.

Выявлено пять видов, отмеченных впервые для юга Дальнего Востока России: *Aulosira planctonica*, *Lyngbya majuscula*, *Plectonema tomasinianum* (Cyanobacteria), *Gyrosigma wormleyi* (Bacillariophyta), *Lamprothamnium papulosum* (Chlorophyta).

Обследованные водотоки бассейна лаг. Цапличья находятся в хорошем экологическом состоянии и несут практически чистые воды, которые, согласно системе оценке качества вод по методу Пантле-Бук, имеют индексы от 1,16 до 1,62 и относятся к олиго- и бетамезосапробной зонам самоочищения, II–III классам чистоты воды.

Литература

- Баранова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio. 498 с.
- Богатов В.В., Никулина Т.В., Астахов М.В. 2009. Колонизация керамической плитки бентосными водорослями в реке Кедровой (Приморский край, Россия) // Вестник СВНЦ ДВО РАН, №1, с.33–41.
- Виноградова К.Л., Голлербах М.М., Зауер Л.М., Сдобникова Н.В. 1980. Зеленые, красные и бурые водоросли. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 13). Л.: Наука. 248 с.
- Водоросли. Справочник. 1989. / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Киев: Наукова думка. 608 с.
- Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. 1953. Синезеленые водоросли. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2). М.: Советская наука. 652 с.
- Голлербах М.М., Полянский В.И. 1951. Пресноводные водоросли и их изучение. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 1). М.: Советская наука. 199 с.
- Дедусенко-Щеголева И.Т., Голлербах М.М. 1962. Желтозеленые водоросли. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 5). М.; Л.: Изд-во АН СССР. 272 с.
- Диаatomовые водоросли СССР (ископаемые и современные). 1992. Л.: Наука, 1974. Т. 1. 403 с.; 1988. Т. II, вып. 1. 116с.; СПб: Наука. Т. II, вып. 2. 125 с.
- Журкина В.В. 1972. Первые данные о диатомовых водорослях озера лагунного типа Приморского края (Дальний Восток) // Новости сист. низш. раст. Т. 9. С. 17–19.
- Журкина В.В., Кухаренко Л.А. 1974. Пресноводные диатомовые водоросли Хасанского района Приморского края // Тр. БПИ ДВНЦ АН СССР. Н.С. Т. 22 (125). Спорные растения советского Дальнего Востока. С. 17–28.
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1951. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука. 619 с. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4).
- Кордэ Н.В. 1956. Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. Т.4. Ч. 1. М.,Л.: Изд-во АН СССР. С. 383–413.
- Коршиков А.А. 1953. Подкласс Протококковые (Protococcineae). Вакуольные (Vacuolales) и Протококковые (Protococcales). Киев: Изд-во АН УССР. 440 с. (Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР. Вып. V). На укр. яз.
- Косинская Е.К. 1960. Десмидиевые водоросли. Конъюгаты, или сцеплянки (2). М.-Л.: Изд-во АН СССР. 706 с. (Флора споровых растений СССР. Т. 5. Вып. 1).
- Кухаренко Л.А. 1964. К альгофлоре заповедника «Кедровая Падь» // Сообщ. ДВФ СО АН СССР. Вып. 23. С. 47–49.

- Кухаренко Л.А. 1972.** Водоросли заповедника «Кедровая Падь» // Флора и растительность заповедника «Кедровая Падь». Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 99–104.
- Кухаренко Л.А. 1974а.** Пресноводные диатомовые водоросли Хасанского района Приморского края // Тр. БПИ ДВНЦ АН СССР. Н.С. Т. 22 (125). Спорные растения советского Дальнего Востока. С. 17–28.
- Кухаренко Л.А. 1974б.** К флоре водорослей и высших водных растений оз. Дорицине // Тр. БПИ ДВНЦ АН СССР. Н.С. 1974. Т. 22 (125). Спорные растения советского Дальнего Востока. С. 29–35.
- Кухаренко Л.А. 1976.** Флора водорослей Хасанского района Приморского края // Тр. БПИ ДВНЦ АН СССР. Н.С. Т. 41 (144). Низшие растения Дальнего Востока. С. 3–14.
- Кухаренко Л.А. 1989.** Водоросли пресных водоемов Приморского края. Владивосток: ДВО АН СССР. 152 с.
- Макрушин А.В. 1974.** Биологический анализ качества вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР. 58 с.
- Матвиенко А.М. 1954.** Золотистые водоросли. М.: Советская наука. 188 с. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3).
- Медведева Л.А. 1996.** Некоторые структурные и функциональные показатели водорослей эпилимниона малой лососевой реки Дальнего Востока // Материалы VII съезда Гидробиол. о-ва РАН, Казань, 14–20 окт. 1996 г. Т. 2. Казань: Полиграф. С. 143–146.
- Медведева Л.А. 1999.** Первые данные о численности и биомассе водорослей реки Кедровая // Тез. докл. IV Дальневост. конф. по заповедному делу, Владивосток 20–24 сент. 1999 г. Владивосток: Дальнаука. С. 107.
- Медведева Л.А. 2002.** Пресноводные водоросли // Кадастр растений и грибов заповедника «Кедровая Падь»: списки видов. Владивосток: Дальнаука. С. 6–20.
- Медведева Л.А. 2006.** Водоросли перифитона некоторых водотоков южного Приморья // Растительный и животный мир заповедника «Кедровая Падь». Владивосток: Дальнаука. С. 32–45.
- Медведева Л.А., Сиротский С.Е. 1998.** Продукционные характеристики водорослей перифитона р. Кедровая (Приморье) // Биохимические и гидроэкологические исследования на Дальнем Востоке. Вып. 7. Владивосток: Дальнаука. С. 63–76.
- Мошкова И.А., Голлербах М.М. 1986.** Зеленые водоросли. Класс улотриксые (1). Л.: Наука. 360 с. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10).
- Никулина Т.В., Богатов В.В., Астахов М.В. 2008.** Заселение искусственных субстратов водорослями перифитона в реке Кедровой (Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 4. Владивосток: Дальнаука. С. 46–55.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. 1982.** Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые (2). (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11. Ч. 2). Л.: Наука. 620 с.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. 1984.** Мезотениевые - Mesotaeniales, гонатозиговые - Gonatozygales, десмидиевые - Desmidiales. Конъюгаты - Conjugatophyceae. Ч. 1. (Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР. Вып. VIII). Киев: Наукова думка. 512 с. На укр. яз.
- Сиротский С.Е., Медведева Л.А. 1995.** Пигментные характеристики водорослей перифитона водотоков Дальнего Востока // Биогеохим. и экол. исследования природных и техногенных экосистем Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. С. 86–96.
- Сладечек В. 1967.** Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология. М.: Наука. С. 26–31.
- Унифицированные методы исследования качества вод. 1977.** Методы биологического анализа вод. Ч. 3. М.: СЭВ. 91 с.
- Царенко П.М. 1990.** Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наукова думка. 208 с.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2013.** *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org/>; searched on 24 December 2013.
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R. 1996.** An Atlas of British Diatoms (ed. P.A. Sims). Bristol: Biopress Ltd. 601 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986.** Bacillariophyceae: Naviculaceae. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2, 1. Jena: Gustav Fischer Verlag. 876 S.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2,2. Stuttgart, New York: Gustav Fisher Verlag. 596 S.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2,3. Stuttgart, Jena: Gustav Fisher Verlag. 576 S.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991b. Bacillariophyceae: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2,4. Stuttgart, Jena: Gustav Fisher Verlag. 437 S.

Medvedeva L.A. 1995. Sessile algae of the Kedrovaya stream and its tributaries (Primorye, Far East) // Report of the Studies on the Structure and Function of River Ecosystems of the Far East. N 3. P. 13–19.

Medvedeva L.A. 2000. Periphyton density, standing crop and photosynthetic pigments of the small salmon river (Far East of Russia) // Abstr. 16 International Diatom Symposium, August 2000. Greece, Athens. P. 92.

Pantle F., Buck H. 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Bd 96, 18. 604 S.

Patrick R., Reimer Ch. W. 1966. The diatoms of the United States. Vol. 1. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 688 p.

Patrick R., Reimer Ch. W. 1975. The diatoms of the United States. Vol. 2, pt. 1. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 213 p.

Ramanathan K.R. 1964. Ulotrichales. New Delhi. 181 p.

ФЛОРА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ БАССЕЙНА РЕКИ АРГУНЬ (ВЕРХНИЙ АМУР, ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Т.В. Никулина¹, А.П. Куклин²

¹*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток, 690022, Россия. E-mail: nikulina@biosoil.ru*

²*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, ул. Недорезова, 16а,
Чита, 672014, Россия. E-mail: kap0@mail.ru*

Приведены результаты изучения видового разнообразия диатомовых водорослей в бассейне р. Аргунь (2005–2006 гг.). Выявлены комплексы доминирующих видов в диатомовых сообществах. Эколого-географическая характеристика диатомовой флоры: отмечено преобладание бентосных видов (77,8 % от общего числа таксонов), индифферентных к изменению солености (60,7 %), алкалифильных (45,6 %), космополитных (61,5 %) видов, а также олигосапробионтов и бетамезосапробионтов – 30,2 и 27,2 %, соответственно. Природные воды в басс. р. Аргунь классифицируются как чистые и умеренно загрязненные.

DIATOM FLORA OF ARGUN RIVER BASIN (UPPER AMUR, TRANS-BAIKAL TERRITORY)

T.V. Nikulina¹, A.P. Kuklin²

¹*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, 100 letiya
Vladivostok Avenue, 159, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: nikulina@biosoil.ru*

²*Institute of natural resources, ecology and cryology, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Nedorezov Street, 16a, Chita, 672014, Russia. E-mail: kap0@mail.ru*

The results of studies of diatoms species diversity of Argun River basins (2005–2006 years) are presented. The dominant species complexes in the diatom communities were identified. Ecological and geographical characteristics of the diatom flora: the prevalence of benthic species observed (77,8 % of the total number of taxa), indifferent to salinity (60,7 %), alkaliphilic (45,6 %), cosmopolitan (61,5 %) species, and oligosaprobous and betamezosaprobous – 30,2 and 27,2 %, respectively. Natural water in the basin Argun River is classified as clean and slightly polluted.

Введение

Первые сведения о бентосных диатомеях р. Аргунь приведены в статье Б.В. Скворцова (Skvortzow, 1938). С конца прошлого века и до настоящего времени проводятся работы по всестороннему изучению видового состава и количественных характеристик планктонных водорослей р. Аргунь и искусственных водоемов, в том числе Краснокаменского водохранилища, наполняемых ее водами (Оглы, 1977, 1979, 1981, 1991, 1993, 1998, 2011; Качаева, Горлачев, 1984; Морозова, Оглы, 1985; Оглы, Назарова, 1997; Оглы, Качаева, 1999 и др.).

Настоящая работа является продолжением исследования по определению видового состава диатомовой флоры водотоков и водоемов верхнеамурского бассейна (Никулина, Куклин, 2013), ее цель – изучение биоразнообразия диатомовых водорослей бассейна р. Аргунь, выявление комплексов доминирующих видов в диатомовых сообществах, описание эколого-географической характеристики выявленной альгофлоры и оценка качества вод методом Пантле-Бук.

Материал и методы

Материалом для нашей работы послужили сборы водорослей перифитона в бассейне р. Аргунь: в реке Аргунь, семи ее притоках первого и второго порядков (Газимур, Кавыкучи, Будюмкан, Урюмкан, Уров, Средняя Борзя, Урулюнгуй), озере Дуровское 1-е и искусственного водоема в среднем течении р. Средняя Борзя (рис. 1).

Река Аргунь (Хайлар, Хайлархэ, Ергунь, Ергэне, Эргун, Эргунэ, Эргунхэ, Ургену, Аргун, Аргуна) – правая составляющая Амура, берет начало на западном склоне Большого Хингана. Общая длина реки – 1620 км, площадь бассейна – 164 тыс. км². Аргунь протекает по территории Китая (669 км) и России: в Китае – по Внутренней Монголии, провинции Хэйлунцзян, в России – по территории Забайкальского края; по части водотока проходит российско-китайская граница. По выходе из Китая р. Ар-

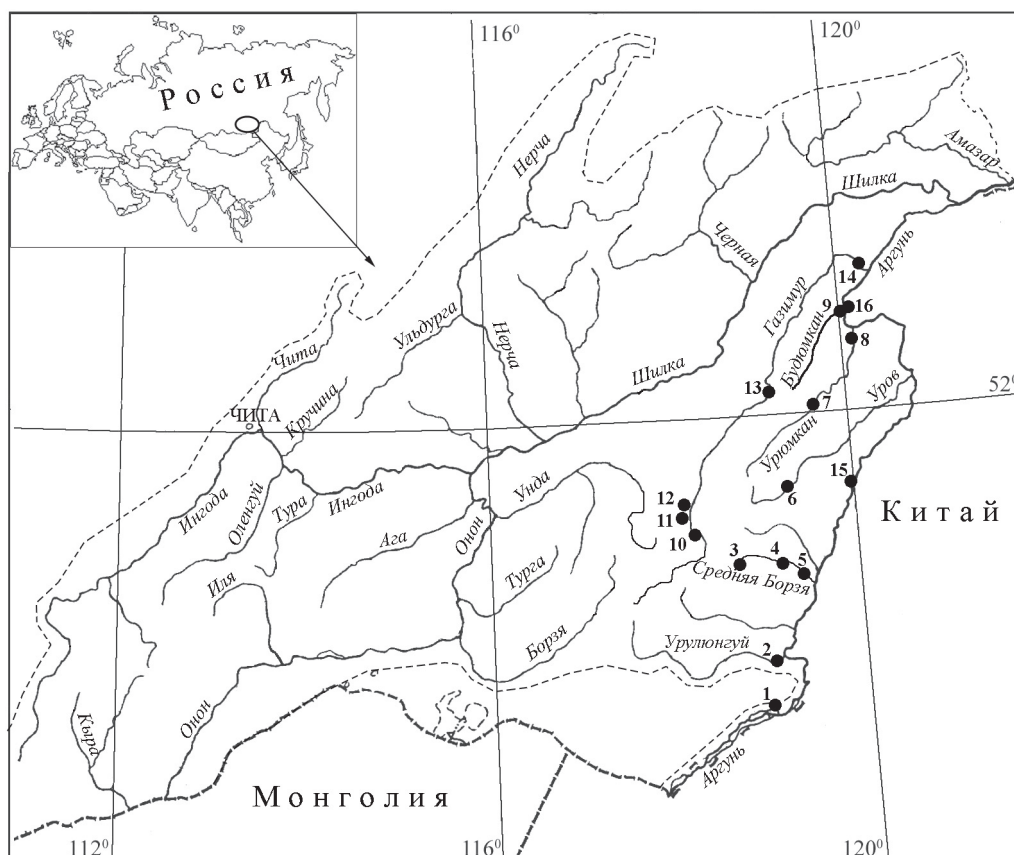


Рис. 1. Схема расположения станций отбора альгологических проб в басс. реки Аргунь.

гунь имеет широкую долину с обширной поймой, ближе к устью долина сужается, на участке ниже устья р. Будюмкан пойма отсутствует, т.к. водоток зажат среди гор. Река Аргунь, сливаясь с р. Шилка в 4 км западнее с. Покровка, образует одну из наиболее значительных рек России – р. Амур.

Река Аргунь имеет более 300 притоков с длиной свыше 10 км, из которых крупнейшими являются левые притоки, находящиеся на российской территории – Газимур (592 км), Уров (длина 290 км), Урюмкан (226 км); и правые, на китайской территории – Гэньхэ (300 км), Ньюэрхэ и Цзилюхэ.

Самый крупный левый приток Аргуни – р. Газимур, который берет начало на северо-западе Нерчинского хребта, имеет площадь водосбора 12100 км²; течет большей частью между Борщовочным и Газимурским хребтами в направлении с юго-запада на северо-восток. Особенности водотока в верхнем течении являются многорукавность русла и в целом равнинный характер. В средней части происходит постепенное сужение долины реки, а в нижней – Газимур становится полноводной рекой с быстрым течением, протекающей в узкой долине (Ресурсы ..., 1966).

Основное питание рек бассейна р. Аргунь дождевое, до 70 % годового стока; замерзают водотоки в конце ноября, вскрываются в начале мая.

На территории водосбора р. Аргунь расположено 1801 озеро с площадью поверхности от менее 1 до 20 км². Нами было изучено пресноводное оз. Дуроевское 1–е, с площадью поверхности 2,1 км² и расположенное в пойме р. Аргунь (Ресурсы..., 1966).

Сбор альгологического материала проведен в июле 2005 г. и июле 2006 г., водоросли отбирали, обрабатывали, фиксировали и идентифицировали согласно общепринятым методикам (Кордэ, 1956; Swift, 1967; Вассер и др., 1989). Видовая принадлежность диатомей определена согласно современным систематическим данным (Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, b; Hartley et al., 1996; Krammer, 2000, 2002, 2003; Lange-Bertalot, 2001 и др.). Частота встречаемости диатомей установлена с использованием шестибалльной шкалы (Кордэ, 1956). Степень таксономического сходства сообществ водорослей на различных станциях бассейна р. Аргунь оценена с помощью кластерного анализа, при выполнении которого применена статистическая программа – PAleontological STatistics, версия 1.89 (Hammer et al., 2007). При составлении эколого-географической характеристики флоры водорослей использовали литературные данные об экологии и распространении водорослей: Sladeček, 1986; Van Dam et al., 1994; Bukhtiyarova, 1999; Баринова и др., 2006. Оценка степени органического загрязнения вод проведена по методу Пантле-Бук (Pantle, Buck, 1955) в модификации Сладечек (Сладечек, 1967), основанного на выявлении видов водорослей – индикаторов органического загрязнения вод. Более детальное описание методов исследования и идентификации диатомовой флоры бассейна р. Аргунь приведено в статье Т.В. Никулиной и А.П. Кукулина (2013).

Бассейн р. Аргунь

Станция 1 – оз. Дуроевское 1–е, координаты: 50°02'19"N 118°59'40"E. Прибрежье озера практически полностью заросло водной растительностью, в основном камышом и тростником обыкновенным. Грунт – заиленный песок с галькой и гравием; температура воды 26,7°C; скорость течения 0,35 м/с; pH=9,6.

Станция 2 – р. Урулюнгуй, в 1 км выше по течению от с. Приаргунск, координаты: 50°20'30.8"N 119°05'36.8"E. Ширина русла 3–5 м. Грунт – мелкая галька. Бе-

рега реки заросли тростником. Температура воды 18,0°C; скорость течения 0,15 м/с; pH=7,61.

Станция 3 – р. Средняя Борзя в верхнем течении, ширина русла 2–3 м, координаты: 51°03'27.9"N 118°49'36.0"E. Грунт – средняя галька; температура воды 12,5°C; скорость течения 0,34 м/с; pH=6,75.

Станция 4 – дражный карьер 1986 г. выработки в среднем течении р. Средняя Борзя, координаты: 51°06'25.4"N 119°00'20.4"E. Карьер сильно зарос высшей водной растительностью. Грунт – галька средних размеров с наилком; температура воды 23,6°C; pH=8,86.

Станция 5 – р. Средняя Борзя ниже пруда-осветлителя, ширина русла 7–10 м, координаты: 50°58'05.2"N 119°22'30.8"E. Грунт на перекате – валуны и крупная галька; температура воды 20,7°C, скорость течения 0,6 м/с; pH=8,39.

Станция 6 – р. Уров в верхнем течении, координаты: 51°26'36.6"N 119°04'40.9"E. Грунт на перекате – средняя галька; температура воды 18,6°C, скорость течения 0,29 м/с; pH=7,56.

Станция 7 – р. Урюмкан, в 7 км ниже с. Зерен, ширина русла 3–5 м, координаты 52°04'46.0"N 119°37'20.5"E. Грунт – средняя галька, нередко поросшая мхом; температура воды 13,3°C, скорость течения 0,35 м/с; pH=7,45.

Станция 8 – р. Урюмкан, нижнее течение, ширина русла 35–45 м; координаты 52°32'57.0"N 120°08'02.5"E. Грунт на перекате – средняя галька; температура воды 22,3°C, скорость течения 0,5 м/с; pH=7,62.

Станция 9 – р. Будюмкан, нижнее течение, ширина русла – 20–25 м, координаты: 52°42'59.2"N 120°02'45.7"E. Грунт – крупные валуны; температура воды 16,6°C, скорость течения 1,5 м/с; pH=7,55.

Станция 10 – р. Газимур, выше устья р. Аленуй, ширина русла 15–20 м. Координаты: 51°17'43.9"N 118°11'29.2"E. Грунт – средняя, мелкая галька у размываемого правого и песок у намываемого левого берега; температура воды 18,8°C, скорость течения 0,22–0,52 м/с; pH=7,4.

Станция 11 – нижнее течение р. Кавыкучи, левый приток р. Газимур. Ширина русла 2–3 м; грунт на перекате – крупная галька, поросшая мхом; температура воды 14,8°C, скорость течения 0,24 м/с.

Станция 12 – временный водоем в пойме р. Газимур, у с. Газимурский Завод, координаты: 51°31'53"N 118°18'25"E. Грунт гравийно-галечный с наилком.

Станция 13 – р. Газимур, выше моста у с. Курлея. Ширина русла 40 м, координаты: 52°10'44.5"N 119°07'18.4"E. Грунт – средняя и мелкая галька, гравий; температура воды 24,7°C, скорость течения 0,4–0,6 м/с; pH=7,34.

Станция 14 – р. Газимур, нижнее течение. Ширина русла 40 м, координаты: 52°57'00.3"N 120°14'35.8"E. Грунт – крупная галька и валуны; температура воды 22,4°C, скорость течения 0,3 м/с; pH=7,61.

Станция 15 – р. Аргунь у с. Аргунск, координаты: 51°34'32.9"N 120°01'33.9"E. Грунт – крупная галька.

Станция 16 – р. Аргунь в 50 м ниже устья р. Будюмкан, координаты: 52°42'58.9"N 120°03'03.3"E. Грунт – валуны и крупная галька; температура воды 20,5°C; скорость течения 0,36 м/с; pH=7,49.

Результаты и обсуждение

Таксономический состав диатомовой флоры р. Аргунь, семи ее притоков (Газимур, Кавыкучи, Будюмкан, Урюмкан, Уров, Средняя Борзя, Урулюнгуй), искусственного водоема и озера Дуроевское 1-е представлен 219 видами (239 таксонами внутривидового ранга, учитывая номенклатурный тип вида) водорослей из 3 классов, 14 порядков, 26 семейств и 59 родов (табл. 1, 2). Наиболее разнообразно представлен класс Bacillariophyceae, содержащий 196 внутривидовых таксонов (82,4 % от общего числа найденных водорослей). В систематической структуре альгофлоры наибольшее количество видов, разновидностей и форм содержат семейства Fragilariaceae – 35, Bacillariaceae – 29, Naviculaceae – 27 и Gomphonemataceae – 25; роды *Navicula* и *Nitzschia* – по 21, *Gomphonema* – 19, *Pinnularia* – 17 видов и разновидностей.

Диатомовая флора р. Урулюнгуй представлена 90 видами, разновидностями и формами водорослей, из которых в обрастаниях грунта и листьев высших водных растений доминируют *Rhoicosphenia abbreviata*, *Ulnaria danica*, а в роли субдоминантов отмечены *Cymbella cistula*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Navicula viridula*, *N. radiosa* и *Epithemia adnata* (табл. 2).

Вид *Cocconeis placentula* var. *euglypta* является одним из основных компонентов в комплексах преобладающих видов водорослей в реках Средняя Борзя, Уров, Урюмкан и Будюмкан. Кроме этого вида к числу доминантов и субдоминантов отнесены следующие диатомеи: *Fragilaria vaucheria* (верхнее течение р. Средняя Борзя), *Diatoma vulgare* (нижнее течение р. Средняя Борзя); *Epithemia adnata* (пр. Уров, Урюмкан, Будюмкан), *Navicula radiosa* (р. Уров), *Gomphonema olivaceum* (р. Урюмкан) и *Achnanthes minutissimum* (р. Будюмкан). Искусственный водоем – карьер в пойме р. Средняя Борзя отличается иным составом доминантов (*Fragilaria vaucheriae*, *Rhopalodia gibba*) и субдоминантов (*Navicula erifuga*, *N. viridula*).

Флора диатомовых водорослей реки Газимур представлена 96 видами (104 таксонами внутривидового ранга, учитывая номенклатурный тип вида). В систематической структуре альгофлоры наибольшее количество видов, разновидностей и форм содержат семейства Naviculaceae – 11 и Gomphonemataceae – 15; род *Gomphonema* – 12. Обследованные участки р. Газимур имеют высокую степень сходства видового состава водорослей, однако различаются по структуре доминирующих комплексов. В верхнем течении реки в альгосообществах преобладают *Gomphonema truncatum* и *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, в среднем течении – доминирует *Rhoicosphenia abbreviata* в сочетании с субдоминантом *Navicula radiosa*, в нижнем течении к числу доминантов относятся *C. placentula* var. *euglypta*, *Epithemia adnata* и *E. adnata* var. *porcellus* (табл. 2).

Таблица 1

Таксономический состав диатомовых водорослей бассейна р. Аргунь

Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Вид, разновидность и форма	Процентное соотношение
Coscinodiscophyceae	3	3	3	5	5	2,1
Fragilariophyceae	2	2	13	31	37	15,5
Bacillariophyceae	9	21	43	183	197	82,4
Всего	14	26	59	219	239	100

Видовой состав диатомовых водорослей бассейна р. Аргунь

Таблица 2

№ п/п	Таксон	Станции															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Отдел Bacillariophyta																
	Класс Coscinodiscophyceae																
	Порядок Aulacoseirales																
	Семейство Aulacoseiraceae																
1	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2	<i>A. islandica</i> (O. Müller) Simonsen	-	1	-	-	-	-	-	-	-	6	3	-	-	-	-	-
3	<i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	1	-	-	1	-	-	1	1	-	2	1	-	-	-	-	-
	Порядок Melosirales																
	Семейство Melosiraceae																
4	<i>Melosira varians</i> Agardh	1-2	1	2	1	1	2-3	1	1	-	1	2	-	2	1	1	1-2
	Порядок Thalassiosirales																
	Семейство Stephanodiscaceae																
5	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	1	1-2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	Класс Fragilariophyceae																
	Порядок Fragilariales																
	Семейство Fragilariaceae																
6	<i>Asterionella formosa</i> Hassall*	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
7	<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenberg) Kirchner*	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	<i>D. hyemalis</i> (Roth) Heiberg	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
9	<i>D. mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	-	1	1	-	-	1	1	-	2	-	-	-	-	1	-	-
10	<i>D. moniliforme</i> (Kützing) D.M. Williams	-	1	-	-	1-2	-	2-3	2	1	1	1	-	1-2	1	1	1
11	<i>D. tenuis</i> Agardh	-	1-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	<i>D. vulgare</i> Bory	-	1-2	1	1	6	-	1	-	1	-	-	-	1	2	1	1
13	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>capucina</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	<i>F. capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst) Rabenhorst	1-2	3-4	-	1-3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	<i>F. capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot ex Bukhtiyarova	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1
16	<i>F. crotonensis</i> Kitton	-	1-2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	<i>F. exigua</i> Grunow*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 2

№ п/п	Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
18	<i>F. radians</i> (Kützing) D.M.Williams & Round	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
19	<i>F. tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	3	1-2	5-6	1-6	3	3	4	3	2-3	3	2	2	3	3	1	1
21	<i>Fragilariforma bicapitata</i> (A. Mayer) Williams et Round*	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	<i>F. virescens</i> (Ralfs) Williams et Round*	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) Patrick var. <i>arcus</i> f. <i>arcus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
24	<i>H. arcus</i> var. <i>arcus</i> f. <i>recta</i> (Cleve) Foged	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-	-	1	-	1	2
25	<i>H. arcus</i> var. <i>amphioxys</i> (Rabenhorst) Patrick	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	<i>H. arcus</i> var. <i>linearis</i> (Holmboe) R. Ross	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
27	<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh var. <i>circulare</i>	-	1	1-2	-	-	1	1	-	-	-	1	-	1	1	1	1-2
28	<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-
29	<i>Pseudostaurosira polonica</i> (Witak et Lange-Bertalot) Morales et Edlund	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg var. <i>binodis</i> (Ehrenberg) Hamilton	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) Williams et Round	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
32	<i>Synedrella parasitica</i> (W. Smith) Round et Maidana*	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal*	3-4	1-2	-	1-2	-	-	-	1	1	-	3	-	1	2-3	-	-
34	<i>U. amphirhynchus</i> (Ehrenberg) Compère et Bukhtiyarova*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
35	<i>U. biceps</i> (Kützing) Compère*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
36	<i>U. capitata</i> (Ehrenberg) Compère*	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	<i>U. danica</i> (Kützing) Compère et Bukhtiyarova	-	4-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	<i>U. oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal	-	1-2	1	-	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
39	<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	4	1-4	3-4	1	4	3-4	1	1-2	4	2-3	1	6	2	3	2	2
40	<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) Williams et Round*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-

Продолжение табл. 2

№ п/п	Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
112	<i>Rossthidium linearis</i> (W. Smith) Round et Bukhtiyarova	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
113	<i>R. nodosum</i> (Cleve) M. Aboal*	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Порядок Naviculales																
	Семейство Diadesmidaceae																
114	<i>Diadesmis contenta</i> (Grunow) Mann*	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
115	<i>Laucicola mutica</i> (Kützing) Mann	-	1	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	Семейство Amphipleuraceae																
116	<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	-	-	1	1-2	1	2	2-3	1	1-2	-	-	-	-	-	-	-
117	<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow) Cleve-Euler	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
118	<i>F. rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
119	<i>F. vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	Семейство Neidiaceae																
120	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfizer	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121	<i>N. ampliutum</i> (Ehrenberg) Krammer	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-
122	<i>N. bisulcatum</i> (Lagerstadt) Cleve	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
123	<i>N. dubium</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
124	<i>N. iridis</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	<i>N. septentrionalis</i> Cleve*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	Семейство Sellaphoraceae																
126	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle et Mann	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
127	<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) Mann	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
128	<i>S. parapupula</i> Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
129	<i>S. pupula</i> (Kützing) Mann	1	-	1	1-2	1	1	1	1	1	-	1	1	-	-	-	-
	Семейство Pinnulariaceae																
130	<i>Pinnularia acrosphaeria</i> W. Smith*	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
131	<i>P. alpina</i> W. Smith	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	<i>P. biceps</i> Gregory*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133	<i>P. borealis</i> Ehrenberg	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-

134	<i>P. divergens</i> W. Smith var. <i>media</i> Kramer	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
135	<i>P. gentilis</i> (Donkin) Cleve*	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
136	<i>P. grunowii</i> Kramer	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
137	<i>P. krameri</i> Metzeltin*	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
138	<i>P. rhombarea</i> Kramer var. <i>rhombarea</i> *	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
139	<i>P. rhombarea</i> var. <i>halophila</i> Kramer*	1	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-
140	<i>P. rhomboelliptica</i> Kramer*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
141	<i>P. rupestris</i> Hantzsch	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
142	<i>P. subgibba</i> Kramer var. <i>lineata</i> Kramer*	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
143	<i>P. subgibba</i> var. <i>undulata</i> Kramer	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
144	<i>P. submicrostauron</i> Schroeter	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
145	<i>P. viridiformis</i> Kramer	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-
146	<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	Cewеі́цтво Diploneiaceae												
147	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützinger) Cleve*	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
148	<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cleve	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-
	Cewеі́цтво Naviculaceae												
149	<i>Caloneis bacillaris</i> (Gregory) Cleve*	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-
150	<i>C. bacillum</i> (Grunow) Cleve	-	1	1	1-2	1	1	-	-	-	-	1	-
151	<i>C. schumanniana</i> (Grunow) Cleve*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
152	<i>C. silicula</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>silicula</i>	-	-	1	-	1	1	1	1	-	1	-	1
153	<i>C. silicula</i> var. <i>truncatula</i> Grunow*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
154	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1
155	<i>Navicula angusta</i> Grunow	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
156	<i>N. avenacea</i> (Brébisson et Godey) Brébisson ex Grunow	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	1	-
157	<i>N. capitatoradiata</i> Germain*	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	2	-
158	<i>N. aff. cataracta-rheni</i> Lange-Bertalot*	-	-	-	-	-	-	-	3-4	1	-	-	-
159	<i>N. cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
160	<i>N. cryptocephala</i> Kützing	-	1	1	-	1	-	3	-	-	1-2	1	-
161	<i>N. crvptotenella</i> Lange-Bertalot	-	1	3-4	1-2	-	-	1	1-2	1	2	1	2

Продолжение табл. 2

№ п/п	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
162	<i>N. digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs*	-	1	1	1	-	2-3	1	1-2	-	-	-	-	-	1	-	-
163	<i>N. erifuga</i> Lange-Bertalot*	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
164	<i>N. marginalithii</i> Lange-Bertalot*	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
165	<i>N. menisculus</i> Schumann	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
166	<i>N. meniscus</i> Schumann	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
167	<i>N. minima</i> Grunow*	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
168	<i>N. peregrina</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
169	<i>N. radiosa</i> Kützing	1	4-5	4	1-4	2	4-5	1-2	1	2	2	3	1	3-4	3	2	1-2
170	<i>N. reinhardtii</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-
171	<i>N. rhynchocephala</i> Kützing	-	1	2	1	1	1	1	3-4	1	-	1	-	-	-	-	1-2
172	<i>N. slesvicensis</i> Grunow	1	1	2	1	2	-	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1
173	<i>N. tripunctata</i> (O. Müller) Bory	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	1	1	-	3
174	<i>N. trivialis</i> Lange-Bertalot*	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg*	-	-	1	1-5	1-2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
	Семейство Pleurosigmataceae																
176	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	1-2	1	1	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-
177	<i>G. attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	2-3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
178	<i>G. strigilis</i> (W. Smith) Griffith et Henfrey*	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Семейство Stauroideaceae																
179	<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) Mann*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
180	<i>C. buderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot*	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
181	<i>C. cuspidata</i> (Kützing) Mann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-3	1	-	-	-	-
182	<i>Stauroneis acuta</i> W. Smith	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
183	<i>S. anceps</i> Ehrenberg	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
184	<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-
185	<i>S. smithii</i> Grunow*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Порядок Thalassiosiphysales																
	Семейство Catenulaceae																
186	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg*	3	1-2	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
187	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing	1-2	1	1	1	1	1	1	1-2	-	1	1-2	-	1	1	1	1

[illegible]

Окончание табл. 2

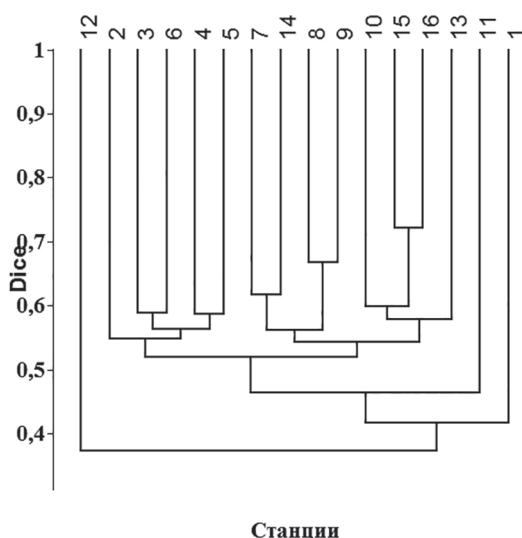
№ п/п	Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
218	<i>T. levidensis</i> (W. Smith) Grunow*	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Порядок Rhopalodiales																	
Семейство Rhopalodiaceae																	
219	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson var. <i>adnata</i>	4-6	4-5	2	1-2	1	5-6	2	5	6	3	2	-	4	5-6	4	4
220	<i>E. adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) R. Ross	-	3	1	1-2	1	-	1	1	1	1	-	-	1-2	4-6	2	1-3
221	<i>E. sorex</i> Kützing	1	1	1	2	1	2	1	3	1	1	-	-	1	3	1	1
222	<i>E. turgida</i> (Ehrenberg) Kützing var. <i>turgida</i> *	-	1	2-3	1-2	1	3-4	1	3-4	4	-	1	-	1	-	-	-
223	<i>E. turgida</i> var. <i>granulata</i> (Ehrenberg) Brun *	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
224	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller var. <i>gibba</i>	4-5	2	1-2	6	1	3	2	3-4	2	2	2	-	1	2	1	2
225	<i>Rh. gibba</i> var. <i>parallela</i> (Grunow) H. et M. Peragallo	1	1	-	1-2	1	1	1	1	1	-	1	-	-	1	1	-
226	<i>Rh. musculus</i> (Kützing) O. Müller*	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Порядок Surirellales																	
Семейство Surirellaceae																	
227	<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg*	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
228	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W. Smith var. <i>hibernica</i> (W. Smith) Van Heurck	-	-	-	2	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-
229	<i>C. solea</i> (Brébisson) W. Smith	-	-	-	1-2	2	1-2	1	1	-	1	-	-	-	1	-	1
230	<i>Surirella angusta</i> Kützing	-	1	1	1	1	3-4	1	-	-	-	1	-	-	-	1	1
231	<i>S. bifrons</i> Ehrenberg*	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
232	<i>S. brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
233	<i>S. capronii</i> Brébisson	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
234	<i>S. elegans</i> Ehrenberg*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
235	<i>S. linearis</i> W. Smith	-	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
236	<i>S. minuta</i> Brébisson	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1
237	<i>S. robusta</i> Ehrenberg*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
238	<i>S. splendida</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
239	<i>S. turgida</i> W. Smith var. <i>margarita</i> Pantocsek*	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: Частота встречаемости организмов указана по шестиступенчатой шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – очень часто, 6 – масса (Кордэ, 1956). «<» – нет данных, «*» – виды, впервые отмеченные для Верхнеамурского бассейна. Номера станций: 1 – оз. Дуроевское 1-е; 2 – р. Урулонгуй, выше с. Приартунск; 3 – р. Средняя Борзя, верхнее течение; 4 – р. Средняя Борзя, карьер; 5 – р. Средняя Борзя, ниже водохра- нилища; 6 – р. Уров, верхнее течение; 7 – р. Урюмкан, около с. Зерен; 8 – р. Урюмкан, нижнее течение; 9 – р. Будюмкан, нижнее течение; 10 – р. Га- зимур, выше устья р. Алентуй; 11 – р. Кавыкучи; 12 – эфемерный водоем в пойме р. Газимур; 13 – р. Газимур, выше с. Курлея; 14 – р. Газимур, ниже течение; 15 – р. Аргунь рядом с пос. Аргунский; 16 – р. Аргунь, ниже устья р. Будюмкан.

В перифитонных сообществах временного водоема, расположенного в пойме р. Газимур (у с. Газимурский Завод) отмечена специфичная флора, где доминирует *Ulnaria ulna* в комплексе с субдоминантом *Navicula cincta*, а в обрастаниях твердых грунтов р. Кавыкучи преобладает вид *Aulacoseira islandica*.

Общая флора двух обследованных нами участков основного русла р. Аргунь представлена 72 видами, разновидностями и формами диатомовых водорослей из 33 родов. В обрастаниях твердых субстратов обоих участков водотока в качестве доминанта зафиксирован *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, в районе пос. Аргунский к преобладающим отнесен вид *Epithemia adnata*, имеющий частоту встречаемости «часто», а в нижнем течении реки – *Reimeria sinuata*, с оценкой обилия «очень часто» – «масса».

Альгофлора озера Дуроевское 1-е отличается бедным видовым составом водорослей, представленным 41 таксоном внутривидового ранга, но имеет многочисленный комплекс преобладающих видов, включающий развивающиеся в массе *Gomphonema*



Станции

Рис. 2. Дендрограмма классификации 16 станций р. Аргунь и ее притоков.

На оси ординат – значения коэффициента Сёренсена, сверху цифрами обозначены номера станций.

Таблица 3

Распределение водорослей бассейна р. Аргунь по экологическим группам

Экологическая группа	Количество таксонов	Процентное соотношение	Экологическая группа	Количество таксонов	Процентное соотношение
Местообитание			Отношение к pH		
бентосные	186	77,8	алкалибионты	14	5,9
планктонные	5	2,1	алкалифилы	109	45,6
бентосно-планктонные	44	18,4	индифференты	47	19,7
эпифитные	1	0,4	ацидобионты	0	0
бентосно-эпифитные	0	0	ацидофилы	18	7,5
нет данных	3	1,3	нет данных	51	21,3
Всего:	239	100	Всего	239	100
Галобность			Географическое распространение		
мезогалобы	12	5,0	космополиты	146	61,1
галофилы	24	10,1	бореальные	34	14,2
индифференты	145	60,7	аркто-альпийские	17	7,1
галофобы	18	7,5	нет данных	42	17,6
нет данных	40	16,7	Всего:	239	100
Всего:	239	100			

Таблица 4

Соотношение индикаторных видов водорослей бассейна р. Аргунь по степени сапробности

	Сапробиологическая группа	Степень сапробности видов-индикаторов	Количество таксонов		% от общего числа таксонов
1.	Ксеносапробионты (S=0–0,50)	χ	19	34	14,2
		χ -о	15		
2.	Олигосапробионты (S=0,51–1,50)	о- χ	9	72	30,2
		χ - β	6		
		о	38		
		о- β	19		
3.	Бетамезосапробионты (S=1,51–2,50)	β -о	14	65	27,2
		о- α	10		
		β	30		
		β - α	11		
4.	Альфамезосапробионты (S=2,51–3,50)	α - β	4	7	2,9
		β - ρ	1		
		α	2		
		α - ρ	0		
5.	Полисапробионты (S=3,51–4,50)	ρ - α	0	0	0
		ρ	0		
	Нет данных		61	61	25,5
	Всего:		239	239	100

Таблица 5

Сапробные показатели водотоков и водоемов бассейна р. Аргунь

Водоток, водоем	Номер станции	Индекс сапробности	Степень сапробности	Класс чистоты воды
Оз. Дуроевское 1–е	1	1,43	о- β	II
Р. Урулунгуй, выше с. Приаргунск	2	1,30	о	II
Р. Средняя Борзя, верхнее течение	3	1,23	о	II
Р. Средняя Борзя, ниже водохранилища	5	1,48	о- β	II
Р. Средняя Борзя, карьер	4	1,31	о	II
Р. Уров	6	1,34	о	II
Р. Урюмкан, около с. Зерен	7	1,39	о	II
Р. Урюмкан, нижнее течение	8	1,49	о- β	II
Р. Будюмкан	9	1,54	β -о	III
Р. Кавыкучи	11	1,30	о	II
Временный водоем в пойме р. Газимур	12	1,25	о	II
Р. Газимур, выше р. Аленгуй	10	1,34–1,35	о	II
Р. Газимур, выше с. Курлея	13	1,26–1,27	о	II
Р. Газимур, нижнее течение	14	1,33	о	II
Р. Аргунь у пос. Аргунский	15	1,37	о	II
Р. Аргунь в 50 м ниже устья р. Будюмкан	16	1,29	о	II

parvulum, *Nitzschia paleacea*, *Epithemia adnata*, в сочетании с субдоминантами *Gomphonema truncatum*, *Amphora veneta* и *Rhopalodia gibba* (табл. 2).

Сравнение видового состава водорослевых сообществ бассейна р. Аргунь, проведенное с помощью кластерного анализа, показало высокую степень флористического сходства изученных участков (рис. 2). На дендрограмме выделены три одиночных кластера, характеризующих ст. 12 (временный водоем в пойме р. Газимур), ст. 1 (оз. Дуроевское 1–е), ст. 11 (р. Кавыкучи) и четвертый, объединяющий флоры 2–10 и 13–15 станций (основная часть водоемов бассейна р. Аргунь). Особенность альгофлор временного водоема и оз. Дуроевское объясняется невысоким разнообразием (37 и 41 вид и разновидность, соответственно) и, как указывалось выше, наличием уникального состава доминантов.

Сложная ветвь включает два основных кластера, один из которых объединяет флоры станций 2–6, расположенных на гидрологически подобных реках Урулунгуй, Уров и Средняя Борзя; другой подтверждает высокий уровень сходства альгосообществ ст. 7–10 и 13–15, типологически сходных между собой рек Урюмкан, Будюмкан, Газимур, Аргунь и имеющих близкие по структуре комплексы доминирующих видов.

Впервые для альгофлоры Верхнеамурского бассейна указаны 83 вида, разновидности и формы водорослей, в таблице 2 эти таксоны отмечены знаком «*».

При эколого-географическом анализе диатомовой флоры бассейна реки Аргунь выявлено, что сведения о приуроченности водорослей к местообитанию известны для 98,7 % от общего числа внутривидовых таксонов, из них на долю бентосных приходится 77,8 % и бентосно-планктонных – 18,4 %. Большинство диатомей альгофлоры являются индифферентными к изменению солёности – 60,7 % от общего числа таксонов. По отношению к pH среды преобладают алкалифильные виды (45,6 %) и индифферентные к изменениям активной реакции среды (19,7 %). Характер географического распространения: на долю космополитных видов приходится 61,5 %, бореальных – 14,2 % и аркто-альпийских – 7,1 % (табл. 3). Показателями степени сапробности воды являются 75,5 % от общего числа таксонов диатомовой флоры. Наиболее значительно представлены олигосапробионты и бетамезосапробионты – 30,2 и 27,2 %, соответственно (табл. 4).

Оценка качества вод в бассейне реки Аргунь методом Пантле-Бук в модификации Сладечека (1967) показала, что в летний период 2006 г. значения индексов сапробности (S) изменялись от 1,23 до 1,54 (табл. 5). Согласно полученным значениям S, воды обследованного водотока принадлежат к олигосапробной и бетамезосапробной зонам, что соответствует II и III классам чистоты и классифицируются как чистые и умеренно загрязненные воды.

Благодарности

Работа поддержана грантом ДВ №15-I-6-069 (руководитель чл.-корр. В.В. Богатов).

Литература

Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Русское издательство Piles Studio. 498 с.

- Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П., Паламарь-Мордвинцева Г.М., Ветрова З.И. и др. 1989.** Водоросли. Справочник. Киев: Наукова думка. 608 с.
- Качаева М.И., Горлачев В.П. 1984.** Летний фитопланктон Краснокаменского водохранилища // Флора, растительность, растительные ресурсы Забайкалья. Иркутск: Изд-во Забайкал. отд. Бот. о-ва АН СССР. С. 57–63.
- Кордэ Н.В. 1956.** Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР. Т. 4. Ч. 1. С. 383–413.
- Морозова Т.Н., Оглы З.П. 1985.** Структура фитопланктона // Эвтрофирование малых водохранилищ. Новосибирск: Наука. С. 70–83.
- Никулина Т.В., Куклин А.П. 2013.** Флора диатомовых водорослей бассейнов рек Шилки и Ингоды (Верхний Амур, Забайкальский край) // Жизнь пресных вод. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука, 2013. С. 61–83.
- Оглы З.П. 1977.** Формирование фитопланктона одного из водохранилищ степной зоны Забайкалья // Круговорот веществ и энергии в водоемах: Тезисы докладов IV Всесоюзного лимнологического совещания, 1977 г. Иркутск: СО АН СССР. С. 105–106.
- Оглы З.П. 1979.** Продукция фитопланктона и деструкция органического вещества Краснокаменского водохранилища // Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск. С. 273–275.
- Оглы З.П. 1981.** Альгофлора как показатель сапробности Краснокаменского водохранилища // Круговорот веществ и энергии в водоемах: Тезисы докладов V Всесоюзного лимнологического совещания, 2–4 сентября 1981 г. Иркутск: СО АН СССР. Вып. 1. С. 105–106.
- Оглы З.П. 1991.** Фитопланктон водоема-охладителя ТЭС верховья Амура // Геоэкология и природные ресурсы бассейна Верхнего Амура: материалы междунар. конф. Чита: Изд-во ЧИПРА. С. 182–183.
- Оглы З.П. 1993.** Фитопланктон разнотипных озер Забайкалья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб. 18 с.
- Оглы З.П. 1998.** Фитопланктон р. Аргунь // Проблемы сохранения биоразнообразия Прибайкалья: материалы конф. Новосибирск: Наука. С. 103–104.
- Оглы З.П. 2011.** Фитопланктон разнотипных водных экосистем Восточного Забайкалья. Чита: ЗабГУ. 162 с.
- Оглы З.П., Качаева М.И. 1999.** Биоразнообразие водных экосистем Забайкалья. Каталог водорослей Верхнеамурского бассейна. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 91 с.
- Оглы З.П., Назарова Е.И. 1997.** К вопросу альгологических исследований в Забайкалье. Материалы международной конф. Чита: Изд-во БНЦ. С. 16–18.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. 1966.** Дальний Восток. Верхний и средний Амур (от истоков до с. Помпеевка). Т. 18. Вып. 1. Л.: Гидрометиздат. 487 с.
- Сладечек В. 1967.** Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология. М.: Наука. С. 26–31.
- Bukhtiyarova L.N. 1999.** Diatoms of Ukraine. Inland waters. Kyiv. 133 p.
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R. 1996.** An atlas of British diatoms. England: Biopress Ltd. 601 p.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. 2007.** PAST – PALaeontological STatistics, version 1.89. World Wide Web electronic publication, accessible at <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
- Krammer K. 2000.** The genus *Pinnularia* // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 1. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. 703 p.
- Krammer K. 2002.** *Cymbella* // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 3. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. 584 p.
- Krammer K. 2003.** *Cymbopileura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afroscymbella* // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 4. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986.** Bacillariophyceae: Naviculaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/1. Jena: Gustav Fischer Verlag. 860 S.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/2. Stuttgart; New York: Gustav Fischer Verlag. 596 S.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/3. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag. 576 S.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991b. Bacillariophyceae: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/4. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag. 437 S.

Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula sensu stricto, 10 Genera Separated from Navicula sensu stricto, Frustulia* // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 1. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. V. 2. 526 p.

Pantle F., Buck H. 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas - und Wasserfach. Bd 96, N 18. 604 S.

Skvortzow B.W. 1938. Diatoms from Argun River, Hsing-An-Pei Province, Manchoukuo. Philippine J. Sci. V 66, N 1. P. 43-74.

Sládeček V. 1986. Diatoms as indicators of organic pollution // Hydrochim. hydrobiol. V. 14. N5. P. 555-566.

Swift E. 1967. Cleaning diatoms frustules with ultraviolet radiation and peroxide // Phycologia. V. 6. N 2/3. P. 161-163.

Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // Netherlands J. Aquat. Ecol. V. 1. N 28. P. 117-133.

СПИСОК ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ТРЕХ ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ КАМЧАТКИ – МАЛКИНСКИХ, НАЧИКИНСКИХ И ВЕРХНЕ-ПАРАТУНСКИХ (РОССИЯ)

Т.В. Никулина¹, Е.Г. Калитина², Е.А. Вах³, Н.А. Харитонова²

¹*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток, 690022, Россия. E-mail: nikulina@biosoil.ru*

²*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток, 690022, Россия. E-mail: microbiol@mail.ru, tchenat@mail.ru*

³*Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, 8, Владивосток, 690950, Россия;
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И.Ильичева ДВО РАН, ул. Балтийская 43,
г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: Adasea@mail.ru*

Диаомовая флора трех термальных источников Камчатки (Малкинских, Начикинских и Верхне-Паратунских) изучена в сентябре 2013 г. Результаты исследований показали, что флора диатомовых водорослей горячих источников представлена 90 видами (94 таксонами внутривидового ранга) из 3 классов. Приведен таксономический список диатомовых водорослей Малкинских, Начикинских и Верхне-Паратунских горячих источников Камчатки.

LIST OF DIATOMS FROM THREE HOT SPRINGS FROM KAMCHATKA – MALKINSKIYE, NACHIKINSKIYE AND VERHNE-PARATUNSKIYE (RUSSIA)

T.V. Nikulina¹, E.G. Kalitina², E.A. Vakh³, N.A. Kharitonova²

¹*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch,
100 letiya Vladivostoka Avenue, 159, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: nikulina@biosoil.ru*

²*Institute of Geology, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, 100 letiya Vladivostoka Avenue,
159, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: microbiol@mail.ru, tchenat@mail.ru*

³*Far Eastern Federal University, Sukhanova Street, 8, Vladivostok, 690950, Russia;
V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Baltiyskaya Street, 43,
Vladivostok, 690041, Russia. E-mail: Adasea@mail.ru*

Diatom flora of Kamchatka's three hot springs (Malkinskiye, Nachikinskiye and Verhne-Paratunskiye) were studied in September, 2013. As results of the study – diatom flora of hot springs represented 90 species (94 infraspecific taxa) from 3 classes. Taxonomic list of diatoms from hot sources (Malkinsky, Nachikinskiye and Upper Paratunskiye) of Kamchatka presented.

Введение

Сведения об альгофлоре горячих источников полуострова Камчатки известны с конца XVIII века (Schmidt, 1885; Gutwinski, 1891). Позднее, вплоть до настоящего

времени, изучение флоры водорослей (в том числе и цианобактерий) гидротерм было продолжено российскими и зарубежными исследователями: Еленкин, 1914; Petersen, 1946; Никитина, 2001, 2005; Кузякина и др., 2005. Наиболее полные результаты исследований диатомовых водорослей из горячих источников п-ва Камчатка описаны в работе японских и российских авторов (Yoshitake et al., 2008). Краткая информация о диатомовой флоре Малкинских, Начикинских и Верхне-Паратунских горячих источников изложена в тезисных работах Т.В. Никулиной с соавторами (2015) и Е.Г. Калитиной с соавторами (2015).

Цель нашего исследования – составить таксономический список диатомовых водорослей Малкинских, Начикинских и Верхне-Паратунских горячих источников Камчатки.

Материалы и методы

Пробы водорослей перифитона были отобраны из Верхне-Паратунских, Малкинских и Начикинских термальных источников в сентябре 2013 г. Пробы водорослей перифитона отбирали по общепринятым методикам (Голлербах, Полянский, 1951) и фиксировали 4 %-м раствором формальдегида. Для определения видовой принадлежности диатомовых водорослей готовили постоянные препараты методом прокаливания створок диатомей в перекиси водорода (Swift, 1967). При идентификации водорослей использовали световые микроскопы «Ахioskop 40» (Zeiss, объективы 40х/0,65 и 100х/1,25 oil) и «Alphaphot-2 YS-2» (Nikon, объективы 40х/0,65 и 100х/1,25 oil). Видовая принадлежность диатомей определена согласно современным систематическим данным (Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, b; Hartley et al., 1996; Lange-Bertalot, Genkal, 1999; Krammer, 2000, 2002, 2003; Lange-Bertalot, 2001 и др.). Частоту встречаемости видов водорослей определяли по шестибалльной шкале (Кордэ, 1956). При составлении эколого-географической характеристики флоры водорослей использовали литературные данные об экологии и распространении водорослей: Sladeček, 1986; Van Dam et al., 1994; Bukhtiyarova, 1999; Баринова и др., 2006.

Исследования по определению основных компонентов, формирующих химический облик воды проведены в Приморском центре локального элементного и изотопного анализа Дальневосточного геологического института ДВО РАН (аналитики М.Г. Блохин, Е.В. Еловский).

Основные характеристики вод горячих источников

Верхне-Паратунские источники. В момент отбора проб температура воды в источниках 39,5 °С, рН=8,25. Вода хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая умеренно кремнистая (до 45 мг/л) с общей минерализацией около 1 г/л. Состав свободно выделяющегося газа на 97 % состоит из азота (Калитина и др., 2015; Никулина и др., 2015).

Малкинские источники. Температура воды 65,9 °С, рН=3,5. Воды источников гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные натриевые с общей минерализацией до 0,7 г/л. Состав газа азотный (Калитина и др., 2015; Никулина и др., 2015).

Начикинские источники. Температура воды около 42,5 °С, рН=7,91. Воды источников хлоридно-сульфатные натриевые с минерализацией 1,2 г/л. Состав газа азотный (Калитина и др., 2015; Никулина и др., 2015).

Таблица 1

Видовой состав диатомовых водорослей термальных источников Камчатки

№	Таксон	Малкинский	Начикинские	Верхне-Паратунские	Эколого-географическая характеристика				
					Местообитание	Галобность	pH	S	Распространение
	Bacillariophyta								
	Класс Coscinodiscophyceae								
	Порядок Melosirales								
	Семейство Melosiraceae								
1	<i>Melosira moniliformis</i> (O.F. Müller) Agardh	-	1	-	B-P	hl	-	-	k
2	<i>M. varians</i> Agardh	2	1	1	B-P	i	alb	β	k
	Порядок Aulacoseirales								
	Семейство Aulacoseiraceae								
3	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	-	1	-	P	i	alf	β	k
4	<i>A. subarctica</i> (O. Muller) Haworth	-	3	-	P	i	alb	α-β	k
	Класс Fragilariophyceae								
	Порядок Fragilariales								
	Семейство Fragilariaceae								
5	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	-	-	1	P	i	alf	o-β	k
6	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	-	-	1	B-P	i	alf	o-β	k
7	<i>F. capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot ex Bukhtiyarova	-	1	-	B	i	acf	o	k
8	<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) J.B. Petersen	-	-	1	E	i	alf	β	k
9	<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) Williams et Round	-	1	-	B	hb	i	χ	a-a
10	<i>Hannaea arcus</i> var. <i>rectus</i> (Cleve) M. Idei	1	-	-	B	i	alf	χ	a-a
11	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) Williams et Round	-	1	-	B-P	i	alf	χ-o	k
12	<i>Staurosira construens</i> f. <i>venter</i> (Ehrenberg) Bukhtiyarova	-	2	-	B	i	alf	o	k
13	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	1	1	1	B	i	alf	β-α	k
	Семейство Diatomaceae								
14	<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenberg) Kirchner	-	1	-	B	hb	alf	o-χ	a-a
15	<i>D. hiemale</i> (Lyngbye) Heiberg	-	1	-	B	hb	i	χ	a-a
16	<i>D. mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	-	1	1	B	hb	alf	χ	a-a
17	<i>D. moniliforme</i> Kützing	-	-	1	B-P	hl	-	β-α	k
18	<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	-	1	1	B	hb	alf	χ-o	k
	Класс Bacillariophyceae								
	Порядок Eunotiales								
	Семейство Eunotiaceae								
19	<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills var. <i>bilunaris</i>	-	1	-	B	i	acf	β	k
20	<i>E. exigua</i> (Brébisson) Rabenhorst	-	-	1	B	i	acf	χ	k
21	<i>E. implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot & Alles	-	1	-	B	-	-	-	-

Продолжение табл. 1

№	Таксон	Малкинский	Начкинский	Верхне-Парагунские	Эколого-географическая характеристика				
					Местообитание	Галобность	pH	S	Распространение
22	<i>E. pectinalis</i> (O.F. Müller) Rabenhorst	-	1	-	B	hb	acf	χ	k
23	<i>E. praerupta</i> Ehrenberg	-	1	-	B	hb	acf	χ	k
	Порядок Cymbellales								
	Семейство Cymbellaceae								
24	<i>Cymbella</i> aff. <i>pusilla</i> Grunov	4	2	3	B	i	alf	-	k
25	<i>C. tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	1-2	-	-	B	i	alf	o	b
26	<i>Cymboppleura naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	-	1	-	B	i	i	o	k
27	<i>Encyonema gracile</i> Ehrenberg	-	1	-	B	hb	i	β	a-a
28	<i>E. silesiacum</i> (Bleisch in Rabenhorst) D. G. Mann	-	-	1	B	i	alf	α	k
29	<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) E.J. Cox	-	1	-	B	i	i	o-β	k
	Семейство Gomphonemataceae								
30	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	1	2	B	i	alf	o	b
31	<i>G. angustum</i> Agardh	-	1	1	B	i	alf	o	b
32	<i>G. gracile</i> Ehrenberg	-	1	-	B-P	i	alf	β-o	k
33	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing var. <i>parvulum</i>	-	1	1	B	i	alf	β	b
34	<i>G. productum</i> (Grunow) Lange-Bertalot et Reichelt	-	1	1	B	i	alf	β	k
	Порядок Achnanthales								
	Семейство Achnanthaceae								
35	<i>Achnanthes exigua</i> Grunov var. <i>exigua</i>	4	4-5	6	B	i	alf	β	k
	Семейство Achnanthidiaceae								
36	<i>Achnanthidium minutissima</i> (Kützing) Czarnecki	-	2	1	B	i	i	o-β	b
37	<i>A. pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	-	1	-	B	-	-	β-α	-
38	<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round et Bukhtiyarova	1	-	-	B	oh	alf	β-α	k
39	<i>P. ellipticum</i> (Cleve) Edlund	-	-	1	B	i	alf	-	a-a
40	<i>P. haynaldii</i> (Schaarschmidt) Lange-Bertalot	-	1	1	B	i	alf	χ-β	k
41	<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	-	5	3	B	i	alf	χ-β	k
	Семейство Cocconeidaceae								
42	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunov	-	1	1	B	i	alf	-	b
	Порядок Naviculales								
	Семейство Diadesmidaceae								
43	<i>Luticola cohnii</i> (Hilse) Mann	-	2-3	1	B	i	i	o	k
44	<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann	-	1	-	B	i	i	o-β	a-a
	Семейство Amphipleuraceae								
45	<i>Frustulia vulgaris</i> Thwaites	-	1	1-2	B	hb	alf	o	b
	Семейство Neidiaceae								

Продолжение табл. 1

№	Таксон	Малкинский	Начикинские	Верхне-Парагунские	Эколого-географическая характеристика				
					Местообитание	Галобность	pH	S	Распространение
46	<i>Neidium ampliutum</i> (Ehrenberg) Krammer	-	-	1	B	hb	i	o	k
	Семейство Sellaphoraceae								
47	<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) Mann	-	1	-	B	i	alf	χ-o	k
	Семейство Pinnulariaceae								
48	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunov) Cleve	5	2	2	B-P	i	alf	o	k
49	<i>C. silicula</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>silicula</i>		1		B	i	alb	o	k
50	<i>Chamaepinnularia krookii</i> (Grunow) Lange-Bertalot et Krammer	-	1	-	B	-	-	-	-
51	<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	1	2	1	B	i	i	χ	a-a
52	* <i>P. isselana</i> Krammer	-	1	1	B	-	-	-	-
53	<i>P. marchica</i> Ilka Schönfelder	-	1-2	1	B	-	-	-	-
54	<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	1	B	i	i	o	b
55	<i>P. microstauron</i> var. <i>angusta</i> Krammer	-	-	1	B	-	-	-	-
56	<i>P. neomajor</i> Krammer	-	1	-	B	-	acf	o-χ	-
57	<i>P. rhombarea</i> Krammer	-	1	-	B	-	-	-	-
58	* <i>P. rhomboelliptica</i> Krammer	-	1	-		-	-	-	B
59	<i>P. viridiformis</i> Krammer	-	1	-	B	-	-	-	-
	Семейство Diploneidaceae								
60	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	-	1	-	B	i	alf	o	k
61	<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cleve	-	1	-	B	hl	alf	β	b
62	<i>D. parva</i> Cleve	-	1	1	B	i	alf	o-β	-
	Семейство Naviculaceae								
63	<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	-	1	1	B	hl	alf	χ-o	k
64	<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	1	1	1	B	i	alf	β	k
65	<i>N. slesvicensis</i> Grunov	-	1	-	B	hl	i	β	k
66	<i>Rexlowea navicularis</i> Kociolek et Tomas	-	1	-	B	-	-	-	-
	Порядок Thalassiophysales								
	Семейство Catenulaceae								
67	<i>Amphora coffeaeformis</i> (C. Agardh) Kützing	1	1	-	B	mh	alf	-	k
68	<i>A. libyca</i> Ehrenberg	1	1	1	B	hl	alf	-	k
69	<i>A. montana</i> Krasske	-	1	1	B	i	alf	-	k
70	<i>A. normanii</i> Rabenhorst	-	-	1-2	B	hb	alf	β-α	b
71	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing.	1	-	-	B	i	alb	o-β	k
72	<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunov	-	-	1	B	i	alb	β	k
73	<i>A. veneta</i> Kützing	-	1	3	B	i	alb	β	b
	Порядок Bacillariales								
	Семейство Bacillariaceae								
74	<i>Denticula kuetzingii</i> Grunov	1	1	-	B	i	alf	β	b

Окончание табл. 1

№	Таксон	Малкинский	Начкинский	Верхне-Паратунские	Эколого-географическая характеристика				
					Местообитание	Галобность	pH	S	Распространение
75	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunov	1	1	-	B	i	alf	α	k
76	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	2	-	6	B-P	i	alf	o-α	k
77	<i>N. capitellata</i> Hust	-	-	1	B	i	alb	o	k
78	<i>N. clausii</i> Hantzsch	-	-	1	B	mh	acf	o-α	k
79	<i>N. dissipata</i> (Kützing) Grunov	1	-	-	B	i	alf	o-β	b
80	<i>N. fonticola</i> Grunov	1	-	-	B	i	alf	o	b
81	<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunov	3	3	3	B	hl	alb	o	k
82	<i>N. linearis</i> W. Smith	-	1	1	B	i	i	o	b
83	<i>N. nana</i> Grunov	-	-	3	B	mh	-	-	b
84	<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	-	2	1	B	i	i	α	k
85	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	1	4	1	B	mh	alf	β	k
	Порядок Rhopalodiales								
	Семейство Rhopalodiaceae								
86	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	1	1	-	B	i	alb	β	k
87	<i>E. adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) Ross	-	1	-	B	i	alb	b	k
88	<i>E. sorex</i> Kützing	-	1	-	B	hl	alb	b	b
89	<i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer	3	4-5	1	B	hl	-	-	-
90	<i>Rh. musculus</i> (Kützing) O. Müller	1	1	1	B-P	mh	alb	χ	k
	Порядок Surirellales								
	Семейство Surirellaceae								
91	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot	-	1	-	B	i	i	β	k
92	<i>S. minuta</i> Brébisson	-	1	-	B	i	alf	-	b
93	<i>S. ovalis</i> Brébisson	-	2-3	1	B-P	mh	alf	o	k
94	<i>S. robusta</i> Ehrenberg	-	1	1	B-P	hb	i	β-o	k

Примечание: Частота встречаемости организмов указана по шестибальной шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – очень часто, 6 – масса (Кордэ, 1956). Местообитание: Р – планктонные, В-Р – бентосно-планктонные, В – бентосные, Е – эпифитные. Галобность: mh – мезогалобы, hl – галофилы, hb – галофобы, i – индифференты. Отношение к pH: alf – алкалифилы, alb – алкалибионты, acf – ацидофилы, i – индифференты. Сапробность: χ – ксеносапробионт, χ-ο – ксено-олигосапробионт, ο-χ – олиго-ксеносапробионт, χ-β – ксено-бетамезосапробионт, ο – олигосапробионт, ο-β – олиго-бетамезосапробионт, β – бета-мезосапробионт, β-α – бета-альфамезосапробионт, α-β – альфа-бетамезосапробионт, α – альфа-мезосапробионт; «-» – нет данных; «*» – вид впервые указывается для альгофлоры полуострова Камчатка.

Результаты

Диатомовая флора Малкинских, Начикинских и Верхне-Паратунских горячих источников представлена 90 видами (94 таксонами внутривидового ранга, включая номенклатурный тип вида) из 3 классов, 11 порядков, 21 семейства и 39 родов (табл. 1).

Наиболее разнообразно представлен класс *Bacillariophyceae*, который включает 76 внутривидовых таксонов, что составляет 80,8 % от общего числа диатомовых водорослей. В систематической структуре флоры к числу ведущих отнесены роды, представленные максимальным количеством видов и разновидностей: *Pinnularia* и *Nitzschia* – по 9 и *Amphora* – 7 (Никулина и др., 2015).

Диатомовая флора Начикинских источников включает 72 вида, разновидности и формы, Верхне-Паратунских – 50, а Малкинских – 23 внутривидовых таксона.

В перифитонных сообществах обследованных нами горячих источников отмечены шесть видов, отнесенных к разряду преобладающих: *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot, *Rhopalodia acuminata* Krammer и *Achnanthes exigua* Grunow, *Nitzschia amphibia* Grunow, *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve и *Cymbella* aff. *pusilla* Grunow (Никулина и др., 2015).

Для альгофлоры Камчатки впервые указаны виды *Pinnularia isselana* Krammer, *P. rhomboelliptica* Krammer и *Rexlowea navicularis* Kociolek et Tomas, в таблице 1 отмечены знаком «*».

Анализ диатомовой флоры Малкинских, Начикинских и Верхне-Паратунских термальных источников Камчатки показал, что большинство найденных водорослей относится к обитателям бентосных видов (84,0 %), по отношению к солености – к группе индифферентов (59,5 %), по отношению к pH среды – к группе алкалифильных видов (47,8 %). Географическое распространение: максимальная доля принадлежит широко распространенным или космополитным видам – 57,5 %. Как показатели степени сапробности воды наиболее представлены олигосапробионты и бетамезосапробионты – 31,9 и 29,8 %, соответственно (Никулина и др., 2015).

Литература

- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Русское издательство Piles Studio. 498 с.
- Голлербах М.М., Полянский В.И. 1951. Общая часть. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука. Вып. 1. 200 с.
- Еленкин А.А. 1914. Пресноводные водоросли Камчатки // Камчатская экспедиция Федора Павловича Рябушинского. Ботанический отдел. Вып. II. Споровые растения Камчатки: 1) водоросли, 2) грибы. (Ред. А.А. Еленкина). М. 612 с.
- Ефимов А.А., Ефимова М.В. 2007. Альгобактериальные сообщества плавающих матов Нижне-Паратунских горячих источников (Камчатка) // Современные проблемы науки и образования. №6. С. 29–33.
- Калитина Е.Г., Никулина Т.В., Харитонов Н.А., Вах Е.А. 2015. Материалы к изучению разнообразия микроорганизмов в термальных источниках Камчатки (Россия) // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. 23–27 ноября 2015 г., Томск, Россия. С. 510–513.
- Кордэ Н.В. 1956. Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР. Т. 4. Ч. 1. С. 383–413.

Кузякина Т.И., Ефимова М.В., Ефимов А.А. 2005. Биологическое разнообразие синезеленых водорослей альгобактериальных сообществ гидротерм Камчатки // Материалы VI научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 29–30 ноября 2005 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 49–51.

Никитина В.Н. 2001. К флоре Cyanophyta термальных источников Камчатки // Материалы II научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 9–10 апреля 2001 г.). Петропавловск-Камчатский: Камшат. С. 73–75.

Никитина В.Н. 2005. Синезеленые водоросли (цианобактерии) природных термальных биотопов. СПб.: Изд-во СПб. ун-та. 110 с.

Никулина Т.В., Калитина, Вах Е.А., Харитонов Н.А. 2015. Бактерии и диатомовые водоросли Малкинских, Начикинских и Верхне-паратунских термальных источников (Камчатка, Россия) // Всероссийская научная конференция с международным участием «Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоемов», посвященная 100-летию со дня рождения Игоря Ивановича Куренкова, 7–9 октября 2015 г., г. Петропавловск-Камчатский, Россия. С. 104–110.

Bukhtiyarova L.N. 1999. Diatoms of Ukraine. Inland waters. Kyiv, 133 p.

Gutwinski R. 1891. Algarum e lacu Baykal et e peninsula Kamtschatka clariss. prof. Dr. B. Dybowski anno 1877 reportatarum enumeratio et diatomacearum lacus Baykal cum iisdem taticorum, italicorum atque franco-gallicorum lacuum comparatio // Nuova Not. S. 2. P. 1–27, 300–305, 357–466, 407–417.

Hartley B., Barber H.G., Carter J.R. 1996. An atlas of British diatoms. England: Biopress Ltd. 601 p.

Krammer K. 2000. The genus Pinnularia // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 1. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. 703 p.

Krammer K. 2002. Cymbella // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 3. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. 584 p.

Krammer K. 2003. Cymbopileura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 4. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. 530 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae: Naviculaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/1. Jena: Gustav Fischer Verlag. 860 S.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/2. Stuttgart; New York: Gustav Fischer Verlag. 596 S.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/3. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag. 576 S.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991b. Bacillariophyceae: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/4. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag. 437 S.

Lange-Bertalot H. 2001. Navicula sensu stricto, 10 Genera Separated from Navicula sensu stricto, Frustulia // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 1. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. V. 2. 526 p.

Lange-Bertalot H., Genkal S. 1999. Diatoms from Siberia I. Islands in the Arctic Ocean (Yugorsky-Shar Strait) // Iconographia diatomologica: annotated diatom micrographs. Germany: A.R.G. Gantner Verlag K.G. V. 6. 304 p.

Petersen J.B. 1946. Algae collected by Eric Hultén on the Swedish Kamtschatka Expedition 1920–22, especially from hot springs // Det Kgl. Danske Vidensk. Selskab, Biol. Meddel. V. 20. N 1. 120 p.

Sládeček V. 1986. Diatoms as indicators of organic pollution // Hydrochim. hydrobiol. V. 14. N5. P. 555–566.

Swift E. 1967. Cleaning diatoms frustules with ultraviolet radiation and peroxide // Phycologia. V. 6. N 2/3. P. 161–163.

Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // Netherlands J. Aquat. Ecol. V. 1. N 28. P. 117–133.

Yoshitake S., Fukushima H., Lepskaya E.V. 2008. The diatom flora of some hot springs in Kamchatka, Russia // Proceedings of the 19 International Diatom Symposium. Bristol: Biopress Ltd. P. 151–168.

ОСОБЕННОСТИ СООБЩЕСТВ ПЕРИФИТОННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ РЕКИ ЗЕЯ ПОСЛЕ ПЛОТИНЫ ЗЕЙСКОЙ ГЭС (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Л.А. Медведева

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток 690022 Россия. E-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru*

Приведены результаты изучения сообществ перифитонных водорослей трех участков р. Зей, расположенных ниже плотины Зейской ГЭС. Выявлен видовой состав доминирующих видов водорослей перифитона, дана оценка структурных особенностей водорослевых сообществ, определены количественные характеристики их отдельных компонентов. Обнаружено 96 видов водорослей из семи отделов. В альгосообществах реки по численности чаще доминируют цианобактерии, а по биомассе – диатомовые водоросли и зеленые нитчатки. На участке р. Зей ниже плотины отмечены сообщества водорослей, имеющие большие значения численности (428,4–2851,4 млрд кл./м²) и биомассы (164,64–1130,53 г/м²). Рассматриваются наиболее вероятные причины этого явления. Приводится сапробная характеристика обследованных участков реки.

FEATURES OF ZEYA RIVER PERIPHYTON ALGAE COMMUNITIES AFTER ZEYA HYDROELECTRIC STATION DAM (AMURSKAYA OBLAST)

L.A. Medvedeva

*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences,
Far East Branch, 100 letiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia.
E-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru*

Research results of algae periphyton communities from three sites of Zeya River located below the dam of the Zeya hydroelectric station are published. The species composition of dominant periphyton algae is defined, structural peculiarities of algal communities and quantitative parameters of theirs different components are given. 96 algae species from the seven divisions are found. Cyanobacteria often dominate in numbers and diatoms and green filamentous algae are the first in biomass. At the sites of Zeya River located below the dam, the communities with huge values of algae amount (428,4–2851,4 bill. cells/m²) and the biomass (164,64–1130,53 g/m²) are marked. The most likely reasons for this phenomenon are considered. Saprobity characteristics of surveyed river sections are given.

Введение

В лотических экосистемах, к которым можно отнести большинство рек Дальнего Востока, безраздельно доминируют сообщества прикрепленных водорослей (альгоценозы обрастаний), способные успешно выдерживать воздействие потока воды. Сообщества прикрепленных водорослей наиболее характерны для малых рек, и именно

здесь играют значительную роль в балансе органического вещества. Это обусловлено наличием твердого субстрата и большими скоростями течения, ограничивающими развитие других экологических группировок водорослей (Комулайнен, 2004).

Цель настоящего исследования состояла в том, чтобы оценить современное санитарно-биологическое состояние некоторых участков реки Зeya на основании качественного состава и количественного распределения пресноводных водорослей перифитона.

Первые сведения о водорослях р. Зeya были опубликованы Б.В. Скворцовым (Скворцов, 1917). В торфяных болотах, расположенных в верховьях реки, были найдены десмидиевые водоросли, среди которых преобладал *Cosmarium amurense* Skvortzow. Нередко встречались диатомовые водоросли из родов *Eunotia* и *Pinnularia*. Всего было указано 54 видовых и внутривидовых таксона водорослей, при этом было описано несколько новых для науки видов и форм: *Cosmarium amurense*, *C. cyclicum* var. *arcticum* f. *punctatum*, *Closterium intermedium* var. *ornatum*, *Trachelomonas raciborskii* var. *minor* (Скворцов, 1917). В недавние годы нами было проведено обследование ряда водотоков бассейна р. Зeya, которое позволило значительно расширить сведения о пресноводных водорослях Амурской области (Медведева, 2008, 2010).

Материалы и методы

Первые полевые исследования бассейна р. Зeya были проведены нами в составе комплексного гидробиологического отряда Биолого-почвенного института ДВО РАН в июне 2004 г. В 2013–2014 гг. альгологический материал был собран заведующим лабораторией гидроэкологии и биогеохимии ИВЭП ДВО РАН к.б.н. С.Е. Сиротским и научным сотрудником этой лаборатории Н.М. Яворской.

Обследовались три участка реки: участок, расположенный в окрестностях г. Зeya, примерно в 1 км ниже плотины Зейской ГЭС, участок реки у пос. Овсянка, расположенный ниже по течению на расстоянии около 32 км и участок реки, расположенный в окрестностях пос. Краснояррово (Мазановский район).

Физико-географическая характеристика бассейна р. Зeya подробно описана в монографии, посвященной гидроэкологическому мониторингу зоны влияния Зейского гидроузла (Сиротский, Тесленко, 2010).

Обрастания водорослей (качественные пробы) собирались с камней и веток, погруженных в воду. При сборе количественных проб вся масса водорослей с камня смывалась в определенный объем воды (100 мл) и фиксировались 4% формалином. Площадь камня обрисовывалась на крафтовую бумагу и в дальнейшем определялась весовым методом. Количественные пробы отбирались, по возможности, отдельно на плесе и перекате. Водоросли подсчитывали в счетной камере собственной конструкции, биомасса водорослей определялась счетно-объемным методом (Барина, Медведева, 2004). Подсчет численности водорослей производился в млрд кл. на 1 м², биомасса водорослей – в г на 1 м². Биомасса некоторых водорослей, образующих макроскопические скопления, была измерена путем взвешивания на торсионных весах.

Обработка материала проводилась по общепринятым методикам (Водоросли, 1989) с использованием определителей и атласов отечественных и зарубежных специалистов. Для определения диатомовых водорослей были изготовлены постоянные препараты перекисным методом по Е. Свифту (Swift, 1967) в модификации

С.С. Бариновой (1988). Для каждого вида отмечалась частота встречаемости по шкале С.М. Вислоуха (1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – оч. часто, 6 – масса) (Жизнь пресных вод, 1956). Санитарно-биологический анализ качества воды сделан по методу Пантле и Бук (Pantle, Buck, 1955; Макрушин, 1974), зоны самоочищения воды устанавливались в соответствии с разработанной В. Сладечком (1967) общей биологической схемой качества вод. Расчет индексов сапробности проводился на основании списков индикаторных организмов для каждой пробы в отдельности (Баринова, Медведева, 1996; Баринова и др., 2006).

Результаты и обсуждение

Таблица 1
Таксономическая структура водорослей р. Зeya

Отдел	Род	Вид	Включая разновидности и формы
Cyanobacteria	7	11	11
Bacillariophyta	34	73	79
Heterokontophyta	2	2	2
Charophyta	2	2	2
Chlorophyta	4	6	6
Rhodophyta	1	1	1
Euglenozoa	1	1	1
Всего	51	96	102

По результатам исследований в р. Зeya было обнаружено 96 видов водорослей (включая внутривидовые таксоны – 102) из 51 рода семи отделов: Cyanobacteria – 11, Bacillariophyta – 73 (79), Heterokontophyta и Charophyta – по 2, Chlorophyta – 6, Rhodophyta и Euglenozoa – по 1 виду (табл. 1).

В сообществах водорослей реки как по обилию в обрастаниях, так и по видовому разнообразию преобладали диатомовые водоросли. Наиболее обычными видами перифитона, часто

развивающимися на камнях и играющими основную роль в сложении сообществ, можно назвать *Achnanthydium minutissimum*, *Diatoma mesodon*, *Hannaea arcus*, *Encyonema silesiacum*, *E. minutum*, *Gomphoneis olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Ulnaria ulna* и некоторые другие виды (табл. 2).

Таблица 2

Аннотированный список водорослей реки Зeya

Таксон	Сапробная характеристика	Индекс сапробности	Пос. Краснороево	Пос. Овсянка			Г. Зея ниже плотины		
				2004	2013	2014	2004	2013	2014
CYANOBACTERIA									
<i>Aphanizomenon</i> sp.	-	-	-	-	-	3	-	-	
<i>Chamaesiphon</i> sp.	-	-	-	-	-	3	-	-	
<i>Homoeothrix janthina</i> (Born. et Flah.) Starm.	χ-β	0,8	-	-	6	-	-	3	
<i>Lyngbya</i> sp.	-	-	-	-	5	4-5	-	-	
<i>Phormidium autumnale</i> (Ag.) Gom.	β	2,1	-	4-6	-	-	5-6	-	
<i>Ph. corium</i> (Ag.) Gom.	о-β	1,5	-	-	-	6	-	-	

Продолжение табл. 2

Таксон	Сапробная характеристика	Индекс сапробности	Пос. Красноярско	Пос. Овсянка			Г. Зея ниже плотины		
				2004	2013	2014	2004	2013	2014
<i>Ph. limosum</i> (Dillw.) P.C. Silva	β-α	2,4	-	-	-	-	-	-	2-4
<i>Ph. uncinatum</i> (Ag.) Gom.	β	2,1	-	-	-	-	2	-	-
<i>Ph. sp.</i>	-	-	-	-	-	-	6	4-6	4-5
<i>Symploca sp.</i>	-	-	-	-	-	-	4-6	-	-
<i>Synechococcus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	5	-	-
BACILLARIOPHYTA									
<i>Achnanthes sp. 1</i>	-	-	-	6	6	-	2	3	
<i>Achnanthes sp. 2</i>	-	-	-	1-4	5	1	1-4	1	
<i>Achnanthes sp. 3</i>	-	-	-	6	-	-	6	-	
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	β	1,5	-	6	6	5-6	6	6	
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	o	1,0	3-6	-	1-3	1-3	-	-	
<i>Aulacoseira cf. distans</i> (Ehr.) Sim.	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>A. granulata</i> (Ehr.) Sim.	β-α	2,4	-	-	-	2	-	-	
<i>A. italica</i> (Ehr.) Sim.	β-o	1,9	3	-	-	-	-	-	
<i>Brebissonia boeckii</i> (Ehr.) O'Meara	-	-	4	3	1	4	1	1-3	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	o-β	1,4	4	-	2	4	1	-	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	o-α	1,8	-	2	-	-	2	1	
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	β-o	1,7	-	-	-	5	4	2	
<i>C. neocistula</i> Kramm.	o-β	1,5	1	1	-	1-3	-	-	
<i>C. tumida</i> (Bréb.) V.H.	χ	0,2	3	-	-	3	-	-	
<i>Cymboplectra cuspidata</i> (Kütz.) Kramm.	o-α	-	-	-	-	1	-	-	
<i>C. naviculiformis</i> (Auersw.) Kramm.	o	1,3	-	-	-	-	-	1	
<i>Diatoma hiemale</i> (Roth) Heib.	β-o	1,7	-	-	-	2	-	-	
<i>D. mesodon</i> (Ehr.) Kütz.	o	1,0	3	4	3-4	1-5	1-5	4-6	
<i>D. tenue</i> Ag.	o-β	1,5	-	3-5	3-4	3-5	1-4	1-4	
<i>D. vulgare</i> Bory var. <i>vulgare</i>	β-α	2,4	-	-	3-4	1-5	-	-	
<i>D. vulgare</i> var. <i>distorta</i> Grun.	-	-	2	-	-	2-5	-	-	
<i>Discostella stelligera</i> (Cl. et Grun.) Houk et Klee	χ	0,1	-	-	-	1	-	-	
<i>Encyonema elginense</i> (Kramm.) Mann	o	-	-	-	-	-	1	1-3	
<i>E. minutum</i> (Hilse ex Rabenh.) Mann	o-β	1,4	-	1-4	3	2-6	5	5	
<i>E. paucistriatum</i> (Cleve-Euler) Mann	o	-	2	-	-	2	-	-	
<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann	χ-o	0,5	5	3	3-5	1-6	1-4	1	
<i>E. ventricosum</i> (C. Ag.) Grun.	o-α	-	-	-	-	-	-	4	
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenh.) Kramm.	χ-o	0,4	-	-	-	-	3	-	
<i>Epithemia adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kütz.)	-	-	1	-	-	1	-	-	
<i>Eucocconeis flexella</i> (Kütz.) Cl.	o	1,2	-	2	-	4	3	-	
<i>E. sp.</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehr.) Mills	β	2,0	5	-	-	4-5	-	3	
<i>E. incisa</i> W. Sm. ex Greg.	α-β	2,7	-	2	-	-	-	-	
<i>E. minor</i> (Kütz.) Grun.	χ	0,1	2	-	1	2	-	-	

Продолжение табл. 2

Таксон	Сапробная характеристика	Индекс сапробности	Пос. Красноярово	Пос. Овсянка			Г. Зея ниже плотины		
				2004	2013	2014	2004	2013	2014
<i>E. sudetica</i> O. Müll.	о-β	1,4	-	2	-	-	-	2	-
<i>E. sp.</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Fragilaria capucina</i> Desm. var. <i>capucina</i>	о	1,0	-	3	1-4	-	-	4	1-6
<i>F. capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kütz.) Lange-Bert. ex Bukht.	о	1,1	-	-	2	-	-	-	2
<i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kütz.) Lange-Bert.	о-β	1,5	2	1-3	5	2-5	2-3	-	1-4
<i>F. tenera</i> (W. Sm.) Lange-Bert.	о	-	2	-	-	2	-	-	-
<i>F. sp. 1</i>	-	-	-	-	3	1	-	-	1
<i>F. sp. 2</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grun.) A. Cl.-Euler	-	-	-	-	-	2	-	-	2
<i>F. crassinervia</i> (Bréb.) Lange-Bert.	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Horn.) Daw.	β-α	2,5	-	6	6	-	2	-	6
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	χ-β	0,9	-	-	-	1	-	-	-
<i>G. affine</i> Kütz.	о-β	1,5	2	2-6	1	1-2	4	-	-
<i>G. angustum</i> Ag.	о-β	1,4	-	-	-	-	3	-	-
<i>G. clavatum</i> Ehr.	о-β	1,4	5	-	-	5	3	-	-
<i>G. lagerheimii</i> A. Cl.	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>G. parvulum</i> Kütz. f. <i>parvulum</i>	χ	0,1	5	6	6	5	5	-	6
<i>G. parvulum</i> f. <i>saprophilum</i> Lange-Bert. et Reich.	о	-	5	-	-	5	-	-	-
<i>G. pseudoaugur</i> Lange-Bert.	β-α	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>G. truncatum</i> Ehr. var. <i>truncatum</i>	о-χ	0,7	-	2	1	-	-	-	4
<i>G. truncatum</i> var. <i>capitatum</i> (Ehr.) Patr.	β	-	5	-	-	3-5	-	-	-
<i>G. sp. 1</i>	-	-	-	3	1	2	4	-	1
<i>G. sp. 2</i>	-	-	-	4	4	1	-	-	1
<i>G. sp. 3</i>	-	-	-	2	5	1	-	-	1
<i>Hannaea arcus</i> (Ehr.) Patr. var. <i>arcus</i>	о	1,0	5	5-6	4-5	2-6	2-6	-	2-5
<i>H. arcus</i> var. <i>rectus</i> (Cleve) M. Idei	о	1,0	5	6	-	5-6	6	-	1
<i>Melosira varians</i> Ag.	α-β	2,7	4	-	-	4	-	-	-
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Ag.	о-β	1,5	4	-	1	4-5	-	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	χ	0,2	-	-	-	1	-	-	-
<i>N. sp.</i>	-	-	-	1-2	2	1	1-4	-	-
<i>Neidium bisulcatum</i> (Lagerst.) Cl.	о-β	1,5	1	-	-	1	-	-	-
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grun.	χ	0,2	-	-	-	1	-	-	-
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm.	о-χ	0,7	-	-	-	1	-	-	4
<i>N. sp.</i>	-	-	-	1-2	2	-	-	-	2
<i>Pinnularia acuminata</i> W. Sm.	о	-	1	-	-	1	-	-	-
<i>P. microstauron</i> (Ehr.) Cl.	χ	0,3	1	-	-	1	-	-	-
<i>P. sp.</i>	-	-	-	1	-	-	1	-	-
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Bréb.) Round et Bukht.	χ-о	0,5	-	1-2	-	-	-	-	-

Окончание табл. 2

Таксон	Сапробная характеристика	Индекс сапробности	Пос. Красноярско	Пос. Овсянка			Г. Зeya ниже плотины		
				2004	2013	2014	2004	2013	2014
<i>Psammothidium bioretii</i> (Germ.) Bukht. et Round	χ-ο	0,5	-	-	-	-	-	2	2
<i>Reimeria sinuata</i> (Greg.) Koc. et Stoer.	-	-	-	-	4	-	-	-	2
<i>Surirella angusta</i> Kütz.	ο	1,1	2	-	-	2	-	-	-
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	χ	0,2	4-5	1-6	3-5	2-5	2-6	3-6	3-6
<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz.	ο-α	1,9	5	6	4	5	3-6	2-6	2-6
<i>Tetracyclus glans</i> (Ehr.) Mills	χ-ο	0,3	-	-	-	1-2	-	-	-
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	ο-α	1,9	3-6	2-5	2-5	1-6	1-5	1-5	1-5
HETEROKONTOPHYTA									
<i>Chrysococcus</i> sp.	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.	ο-α	1,8	2	-	-	-	-	-	-
CHAROPHYTA									
<i>Spirogyra</i> sp. ster.	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<i>Staurodesmus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1
CHLOROPHYTA									
<i>Chaetophora attenuata</i> Hazen	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Microspora</i> sp.	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<i>Stigeoclonium tenue</i> (Ag.) Kütz.	β-ρ	2,8	-	-	-	-	-	-	6
<i>S.</i> sp.	-	-	-	-	-	3	-	-	6
<i>Ulothrix tenuissima</i> Kütz.	ο	1,0	-	-	-	6	-	-	-
<i>U. zonata</i> (Web. et Mohr) Kütz.	ο-α	1,8	-	3-5	-	6	1-3	-	-
RHODOPHYTA									
<i>Audouinella chalybea</i> (Roth) Bory	χ-ο	0,5	1	3	-	1	-	-	-
EUGLENOZOA									
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	β	2,0	1	-	1	-	-	-	-

Качественные и количественные характеристики сообществ водорослей

Р. Зeya ниже плотины Зейской ГЭС

2004 г. Обследование русла р. Зeya, проведенное в окрестностях г. Зeya, в 1 км ниже плотины Зейской ГЭС и водохранилища, показало, что все камни в русле реки покрыты мощнейшим ковром водорослевых обрастаний, достигающим толщины 2 см (!). Обрастания были представлены смешением нескольких нитчатых форм, причем, если на плесе основную массу обрастаний составляли цианобактерии – *Phormidium corium*, *Phormidium* sp., *Symploca* sp., *Lyngbya* sp., *Aphanizomenon* sp. и одноклеточный *Synechococcus* sp., то на перекате комплекс сменялся на нитчатые зеленые водоросли *Ulothrix zonata* и *U. tenuissima*. Большую роль в этих обрастаниях играли и диатомовые водоросли: *Encyonema silesiacum*, *E. minutum*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Meridion circulare*, *Diatoma tenue*, *D. mesodon*, *D.*

vulgare, *Hannaea arcus*. Численность и биомасса водорослей достигали «астрономических» значений. Так, за счет клеток цианобактерий, общая численность водорослей плеса достигала 2851,4 млрд кл./м² (из них 2742,75 млрд кл./м² приходилось на долю цианобактерий), в то время как общая численность водорослей переката была 428,4 млрд кл./м² (из них 294,7 млрд кл./м² насчитывали зеленые) (табл. 3). Общая биомасса водорослей плеса была равна 164,64 г/м² (за счет незначительных размеров клеток цианобактерий), а биомасса переката достигала 1130,53 г/м², причем, на долю зеленых приходилось 1087,77 г/м².

Анализ водорослевых сообществ на этом участке реки в 2013 г. показал значительное изменение состава доминирующих видов. Комплекс реофильных видов исчез, доминировал вид, который преобладал в планктоне Зейского водохранилища – *Tabellaria fenestrata*, причем, вместе с ним в равной степени вегетировал и другой вид этого же рода – *T. flocculosa*. В массе развивались также *Gomphoneis olivaceum*, *Gomphonema affine*, *G. parvulum*, *Hannaea arcus*, *Achnanthydium minutissimum*. Кроме диатомовых водорослей в массе присутствовала цианобактерия *Phormidium autumnale*. Субдоминантные виды были представлены планктонным *Diatoma tenue* и видами-обрастателями *Ulnaria ulna* из диатомей и *Ulothrix zonata* из отдела зеленых водорослей. Численность водорослей достигала 96,85 млрд кл./м², главным образом за счет мелкоклеточных цианобактерий. В сложении биомассы водорослей основную роль играли *Tabellaria fenestrata* и *T. flocculosa*, а также крупноклеточная *Ulnaria ulna*: общая биомасса составляла 45,49 г/м² (табл. 3, рис. 1).

2014 г. Основная масса обрастаний была представлена мощными скоплениями зеленой кустистой водоросли *Stigeoclonium tenue*. Кроме стигеоклониума преобладали диатомей *Achnanthydium minutissimum*, *Diatoma mesodon*, *Fragilaria capucina*, *Gomphoneis olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*. Два последних вида характерны для стоячих водоемов и заводей рек. Взвешенная на торсионных весах масса скоплений нитчатых водорослей вместе с диатомеями в расчете на 1 м² составила 996,5 мг, а общая масса водорослей достигала 1105,82 г/м² (табл. 3). Данные по численности водорослей не отражают реального положения на данном участке, так как после взвешивания водорослей подсчет их численности в счетной камере не совсем корректен, ввиду того, что бо́льшая часть одноклеточных представителей попадает во взвешиваемую массу.

Р. Зeya около пос. Овсянка.

2013 г. Комплекс водорослей перифитона р. Зeya около пос. Овсянка был практически одинаков с вышеописанным участком реки у плотины. Идентичны были и доминантные, и субдоминантные виды. Численность водорослей была почти равна этому показателю реки у плотины – 91,41 млрд кл./м², однако здесь она была составлена преимущественно крупными диатомовыми водорослями *Hannaea arcus*, *Ulnaria ulna* и *Tabellaria flocculosa*. За счет этого биомасса водорослей на этом участке реки достигала весьма значительной величины – 233,44 г/м² (табл. 3; рис. 1).

В 2014 г. в составе сообществ водорослей этого участка обнаружено 28 видов. По сравнению с участком р. Зeya после плотины ГЭС, на смену стигеоклониуму пришел *Homoeothrix janthina*. Комплекс доминирующих видов диатомовых водорослей остался практически неизменным: *Gomphonema parvulum*, *Achnanthydium minutissimum*, *Gomphoneis olivaceum*. Численность водорослей была относительно велика –

Таблица 3

Количественные показатели сообществ водорослей обследованных участков р. Зея

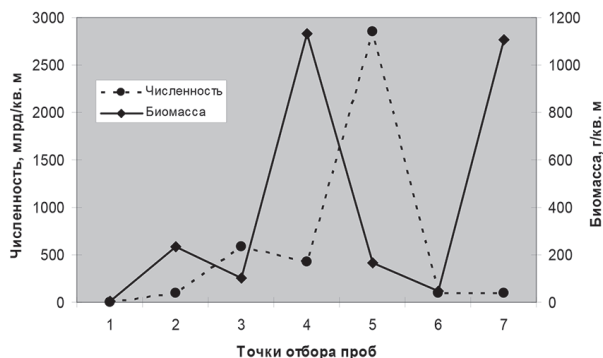
Точка отбора	Год	Отдел						Общее значение
		Циано-бактерии	Золотистые	Эвгленовые	Диатомовые	Красные	Зеленые	
Численность, млрд/м²								
Пос. Красноярово	2004	-	-	-	2,04	0,82	-	2,86
Пос. Овсянка	2013	5,27	-	-	82,37	-	3,77	91,41
	2014	386,16	0,4	0,4	195,69	-	-	582,65
Г. Зея ниже плотины Зейской ГЭС	2004¹	<u>98,13</u> 2742,75	-	-	<u>35,57</u> 98,88	-	<u>294,7</u> 9,75	<u>428,4</u> 2851,4
	2013	69,91	-	-	26,46	-	0,48	96,85
	2014²	36,91	-	-	27,75	-	27,62	92,28
Биомасса, г/м²								
Пос. Красноярово	2004	-	-	-	2,16	1,02	-	3,18
Пос. Овсянка	2013	1,32	-	-	58,85	-	173,27	233,44
	2014	6,57	0,4	0,58	94,03	-	-	101,58
Г. Зея ниже плотины Зейской ГЭС	2004¹	<u>2,58</u> 92,32	-	-	<u>40,18</u> 69,39	-	<u>1087,77</u> 2,93	<u>1130,53</u> 164,64
	2013	12,87	-	-	25,19	-	7,43	45,49
	2014	10,31	-	-	31,34	-	1064,17	1105,82

¹ – Вверху приводятся данные переката, внизу – плеса.

² – Численность водорослей подсчитана без учета взвешенных нитчаток.

Рис. 1. Колебания численности и биомассы водорослей перифитона на обследованных участках р. Зея

Обозначение точек отбора проб: 1 – пос. Красноярово, 2004 г.; 2 – пос. Овсянка, 2013 г.; 3 – пос. Овсянка, 2014 г.; 4 – г. Зея ниже плотины Зейской ГЭС, 2004 г., перекат; 5 – г. Зея ниже плотины Зейской ГЭС, 2004 г., плес; 6 – г. Зея ниже плотины Зейской ГЭС, 2013 г.; 7 – г. Зея ниже плотины Зейской ГЭС, 2014 г.



582,65 млрд кл./м² (за счет цианобактерий), а биомасса – 101,58 г/м² (главным образом за счет диатомовых водорослей) (табл. 3).

Р. Зея у пос. Красноярово.

2004 г. Водорослевые обрастания камней в реке около п. Красноярово характеризовались присутствием слизистых шариков зеленой водоросли *Chaetophora attenuata* и тонкой пленки, составленной диатомовыми водорослями *Ulnaria ulna*, *Encyonema silesiacum*, *Hannaea arcus*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Eunotia bilunaris* и несколькими видами рода *Gomphonema*. В планктонных пробах в заметном количестве присутствовала диатомея *Asterionella formosa*. Значения численности и биомассы водорослей были очень низки: 2,86 млрд кл./м² и 3,18 г/м² (табл. 3).

Таким образом, необходимо отметить, что показатели численности и биомассы водорослей на разных участках реки характеризуются значительными колебаниями. Так, что на участке реки Зeya ниже плотины Зейской ГЭС наблюдаются очень высокие значения численности водорослей: до 428,4 млрд кл./м² на перекате и до 2851,4 млрд кл./м² на плесе, и поистине «астрономические» значения биомассы водорослей до 1130,53 г/м². Что касается численности водорослей, то сходные по величине значения зафиксированы нами и на других водотоках. Например, для р. Кедровая в период долгой межени в мае–июне 1993 г. численность водорослей достигала 2213,0–6719,0 млрд кл./м², а в апреле 1994 г. доходила даже до 17906,1 млрд кл./м². Довольно большие ее значения наблюдались и в осенний сухой период: до 1324,7–1750,8 млрд кл./м² (Медведева, 2001, 2014). На плесе р. Туяун (приток р. Бурей) также наблюдались очень высокие показатели численности водорослей перифитона: до 4432,5 млрд кл./м² (Медведева, 2009). Практически все случаи столь высокой численности водорослей в реках Зeya и Кедровая объясняются доминированием в обрастаниях камней мелкоклеточной цианобактерии *Homoeothrix janthina*. Давая огромные количественные значения, этот вид практически не играет роли в формировании биомассы водорослей перифитонных сообществ. В р. Туяун высокие показатели были обусловлены массовым развитием диатомеи *Tabellaria flocculosa*. Нужно отметить, что на сходном участке р. Бурей, расположенном ниже плотины Бурейской ГЭС, также наблюдались огромные значения биомассы водорослей до 1501 г/м² (неопубликованные данные). Мощные обрастания водорослей были сформированы зелеными нитчатками родов *Stigeoclonium* и *Ulothrix* вместе с диатомеей *Gomphonema parvulum*.

Причины такого массового развития водорослей на участках рек Зeya и Бурей, расположенных ниже плотин ГЭС пока неясны. Многими исследованиями установлено, что на пространственное распределение организмов перифитона значительно влияют гидродинамические факторы. Однородность биотопа способствует формированию сходной пространственной биотической структуры и, при наличии организмов, способных создавать массовые поселения, могут формироваться обширные однородные сообщества перифитона (Протасов, 1994, 2010). Причем отмечено, что для искусственных водотоков вообще характерна однородность перифитона на большом протяжении (Кафтанникова, 1975; Шевцова, 1991). Например, в искусственных каналах однородный пояс нитчатых водорослей может иметь протяженность порядка нескольких километров (Оксиюк, 1973). Данный участок реки Зeya можно в какой-то степени характеризовать как искусственный водоток в силу того, что здесь практически постоянны гидрологические условия, в частности, температура и скорость течения воды. Отмечено, что на этом участке температура воды практически не поднимается даже в летнее время выше 5° С, так как через створы плотины сбрасываются воды из глубинных слоев. Возможно, сказывается некоторое замедление скорости течения воды. Кроме того, если в естественных условиях водотока сообщества водорослей часто подвергаются воздействию внешних факторов, например, смыву с поверхности субстрата вследствие наводнений и паводков, то здесь условия практически постоянны и подъем уровня воды не оказывает значительного влияния. Такие условия сохраняются на протяжении ряда лет, так как сбросы вод водохранилища через шлюзы плотины происходят очень редко и только в критических условиях, как, например, во время паводка на реке Зeya в 2008 г. Вероятно также, что за счет взмучивания придонных слоев вод водохранилища, в русло реки привносятся воды,

богатые растворенными биогенными веществами, что и приводит к такой вспышке развития водорослей. Ниже по течению, у пос. Овсянка (то есть через 32 км после плотины) гидрологические условия реки стабилизируются на своем обычном уровне и вследствие этого происходит восстановление прежнего нормального характера сообществ водорослей.

Сапробная характеристика обследованных участков

Из общего числа обнаруженных водорослей 66 видов являются показателями качества воды (табл. 4). Большая часть видов относится к группе олигосапробионтов, то есть показателей практически чистых вод – 30 видов или 45,5 %. Именно к этой группе относятся такие массовые виды как диатомеи *Cocconeis placentula*, *Diatoma mesodon*, *Encyonema minutum*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Hannaea arcus* и многие другие виды. Второй по величине является группа бетамезосапробных организмов, вегетирующих при слабой степени природного органического загрязнения – 19 видов (28,8 %). Это такие водоросли как *Achnanthydium minutissimum*, *Ulnaria ulna*, *Tabellaria flocculosa*, *Gomphoneis olivaceum*. Немного меньше видов (14) насчитывает группа ксеносапробионтов – показателей очень чистых вод: *Tabellaria fenestrata*, *Gomphonema parvulum*, *Encyonema silesiacum* (21,2 %). Обнаружены три вида из группы альфамезосапробионтов (4,5 %), полисапробионты не встречались (табл. 4).

Таблица 4

Количество показательных организмов по группам сапробности

Зона сапробности	Характеристика вида	Индекс s	Количество	%
Ксеносапробная	Ксеносапробионт	χ	8	21,2
	Ксено-олигосапробионт	$\chi-o$	6	
Олигосапробная	Олиго-ксеносапробионт	$o-\chi$	2	45,5
	Ксено-бетамезосапробионт	$\chi-\beta$	2	
	Олигосапробионт	o	15	
	Олиго-бетамезосапробионт	$o-\beta$	11	
Бетамезосапробная	Бета-олигосапробионт	$\beta-o$	2	28,8
	Олиго-альфамезосапробионт	$o-\alpha$	6	
	Бетамезосапробионт	β	6	
	Бета-альфамезосапробионт	$\beta-\alpha$	5	
Альфамезосапробная	Альфа-бетамезосапробионт	$\alpha-\beta$	2	4,5
	Бета-полисапробионт	$\beta-p$	1	

Примечание: проценты учитываются от числа показательных организмов.

Таким образом, воды реки Зeya на всех обследованных участках находятся в пределах олигосапробной и олиго-бетамезосапробной зон самоочищения и относятся к II классу чистоты воды (относительно чистые воды).

Заключение

По результатам исследований в р. Зeya было обнаружено 96 видов водорослей (включая внутривидовые таксоны – 102) из 51 рода семи отделов: Cyanobacteria – 11,

Таблица 5

Сапробные показатели сообществ водорослей обследованных участков р. Зeya

Точка отбора	Год	Индекс сапробности	Зона сапробности	Класс чистоты воды
Пос. Краснояррово	2004	1,07–1,35	Олигосапробная	II
Пос. Овсянка	2013	1,35	Олигосапробная	II
	2014	1,15	Олигосапробная	II
Г. Зeya ниже плотины Зейской ГЭС	2004	1,03–1,5	Олигосапробная – Олиго-бетамезосапробная	II
	2013	1,22	Олигосапробная	II
	2014	1,38	Олигосапробная	II

Bacillariophyta – 73 (79), Heterokontophyta и Charophyta – по 2, Chlorophyta – 6, Rhodophyta и Euglenozoa – по 1 виду.

В альгосообществах реки по численности чаще доминируют цианобактерии, а по биомассе – диатомовые водоросли и зеленые нитчатки. К видам, доминирующим по численности, относятся диатомовые водоросли родов *Achnanthes*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, вид *Encyonema minutum*. Основную роль в сложении биомассы составляли *Encyonema silesiacum*, *Hannaea arcus*, *Ulnaria ulna*, *Gomphonema olivaceum*, крупноклеточные виды рода *Gomphonema*, реже *Tabellaria fenestrata*. Иногда важной составляющей сообществ являются красные водоросли (*Audouinella*).

На участке р. Зeya ниже плотины Зейской ГЭС сообщества водорослей складывались за счет цианобактерий родов *Phormidium*, *Symploca*, *Lyngbya* и *Synechococcus*, нитчатых зеленых водорослей *Ulothrix*, *Stigeoclonium* и диатомей. Численность и биомасса водорослей достигали огромных значений. Общая численность водорослей плеса была 2851,4 млрд кл./м² (из них 2742,75 млрд кл./м² приходилось на долю цианобактерий), общая численность переката – 428,4 млрд кл./м² (из них 294,7 млрд кл./м² насчитывали зеленые). Из-за незначительных размеров клеток цианобактерий общая биомасса водорослей плеса насчитывала 164,64 г/м², биомасса переката достигала 1105,82 – 1130,53 г/м², главным образом, за счет зеленых нитчаток.

Отмечено, что показатели численности и биомассы водорослей на разных участках реки характеризуются значительными колебаниями. По мере удаления от плотины сообщества водорослей реки приобретают черты обычных речных группировок, показатели численности и биомассы водорослей нормализуются и могут быть сопоставимы с данными по другим водотокам.

Причины, вызывающие такое массовое развитие водорослей на участке реки после плотины ГЭС, пока не выяснены. Наиболее вероятными можно назвать однородность гидрологических условий, отсутствие паводков и постоянный подток вод, богатых биогенными веществами.

Из общего числа обнаруженных водорослей 66 видов являются показателями качества воды. Олигосапробионты насчитывают 30 видов (45,5 %), бетамезосапробионты – 19 видов (28,8 %), ксеносапробионты – 14 (21,2 %), альфамезосапробионты – 3 (4,5 %). Индексы сапробности отдельных участков находились в пределах от 1,03 до 1,5, что соответствует олигосапробной и олиго-бетамезосапробной зонам самоочищения, II класс чистоты воды (относительно чистые воды).

Литература

- Баринава С.С. 1988.** Полиморфизм соединительных структур диатомовых водорослей // Эволюционные исследования. Вавиловские темы. Владивосток: ДВО АН СССР 1988. С. 110–122.
- Баринава С.С., Медведева Л.А. 1996.** Атлас водорослей-индикаторов сапробности (русский Дальний Восток). Владивосток: Дальнаука. 364 с.
- Баринава С.С., Медведева Л.А. 2004.** К методике количественного учета микрофитобентоса малых рек Дальнего Востока России // Альгология. Т. 14, № 1. С. 101–110.
- Баринава С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006.** Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio. 498 с.
- Водоросли. 1989.** Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Киев: Наукова думка. 608 с.
- Жизнь пресных вод СССР. 1956.** Т. IV, ч. I. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 470 с.
- Кафтанникова О.Г. 1975.** Беспозвоночные каналов СССР. Киев: Наукова думка. 164 с.
- Комулайнен С.Ф. 2004.** Экология фитоперифитона малых рек Восточной Финляндии. Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН. 182 с.
- Макрушин А.В. 1974.** Биологический анализ качества вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР. 58 с.
- Медведева Л.А. 2001.** Некоторые данные о динамике численности и биомассы эпилимнитных водорослей реки Кедровая // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 31–37.
- Медведева Л.А. 2008.** Сообщества перифитонных водорослей водотоков бассейна Зейского водохранилища // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 72–88.
- Медведева Л.А. 2009.** Структурная организация сообществ перифитонных водорослей (на примере рек Дальнего Востока) // X Съезд Гидробиологического Общества при РАН: тез. докл. (Владивосток, 28 сентября–2 октября 2009 г.). Владивосток. С. 264–265.
- Медведева Л.А. 2010.** Альгологические исследования водотоков бассейна реки Зeya и Зейского водохранилища // Гидробиологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: Дальнаука. С. 45–92.
- Медведева Л.А. 2014.** Количественные характеристики сообществ перифитонных водорослей реки Кедровая (Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 443–452.
- Оксиюк О.П. 1973.** Водоросли каналов мира. Киев: Наукова думка. 207 с.
- Протасов А.А. 1994.** Пресноводный перифитон. Киев: Наукова думка. 307 с.
- Протасов А.А. 2010.** Перифитон как экотопическая группировка гидробионтов // Журн. Сибирского Федерального университета. Биология. Т. 1, № 3. С. 40–56.
- Сиротский С.Е., Тесленко В.А. 2010.** Физико-географическая характеристика бассейна реки Зeya в районе исследований // Гидробиологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: Дальнаука. С. 12–23.
- Скворцов Б.В. 1917.** Водоросли верховьев р. Зеи Амурской области. Материалы по флоре водорослей Азиатской России. 4. // Журн. Русс. Ботан. об-ва. Т. 2. С. 117–120.
- Сладечек В. 1967.** Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология. М.: Наука. С. 26–31.
- Шевцова Л.В. 1991.** Донные животные каналов различных природных зон. Киев: Наукова Думка. 220 с.
- Pantle F., Buck H. 1955.** Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Bd 96, 18. 604 S.
- Swift E. 1967.** Cleaning diatoms frustules with ultraviolet radiation and peroxide // Phycologia. V. 6, N 2–3. P. 161–163.

**ВСЕЛЕНИЕ МОЛЛЮСКОВ РОДА *PARAJUGA*
(CAENO Gastropoda, SEMISULCOSPIRIDAE)
В ВОДОХРАНИЛИЩЕ В БАСЕЙНЕ Р. АРТЕМОВКА
(ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)**

Е.И. Барабанщиков

*Федеральное государственное предприятие «Тихоокеанский научно-исследовательский центр»
(ФГУП «ТИНРО-Центр»), пер. Шевченко, 4, Владивосток 690091 Россия.
E-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru*

Описано вселение гастропод рода *Parajuga* в период 2010–2013 гг. в водохранилище на р. Озерные Ключи в бассейне р. Артемовка Приморского края.

**INVASION OF THE GENUS *PARAJUGA*
(CAENO Gastropoda, SEMISULCOSPIRIDAE)
IN WATER RESERVOIR IN THE BASIN
OF THE ARTYOMOVKA RIVER (PRIMORSKY KRAI)**

E.I. Barabanshchikov

*Federal State Unitary Enterprise «Pacific Scientific Research Fisheries Center»
(FSUE «TINRO-Center»), Shevchenko alley, 4, Vladivostok 690091 Russia.
E-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru*

Invasion of gastropods in the genus *Parajuga* during 2010–2013 into Vtoraya Plotina Reservoir on the Ozernye Kluchi River, belonging Artemovka River of Primorye Territory.

В бассейне р. Артёмовка отмечены 3 вида жаберных брюхоногих моллюсков рода *Parajuga*: *P. subextensa* Prozorova et Starobogatov, 2004, *P. subcalculus* Prozorova et Starobogatov, 2004 и *P. subtegulata* Prozorova et Starobogatov, 2004 (Богатов, Затравкин, 1990; Старобогатов и др., 2004). Эти моллюски обитают как в самой реке, так и в ее притоках, включая низовья р. Озерные Ключи, являющейся притоком 2-го порядка Артемовки. В верхней части Озёрных Ключей расположено водохранилище Вторая Плотина площадью 12 га. Оно находится в черте г. Артем в 2 км на юг от центральной улицы Фрунзе (рис. 1) и используется населением в рекреационных целях. Ни в водохранилище, ни в прилегающих участках реки *Parajuga* до 2010 г. не отмечались. В мае 2010 г. в прибрежье водохранилища слева от места впадения реки (рис. 1, А) были обнаружены несколько пустых раковин данного рода. Попытки найти живых моллюсков оказались безуспешными. В июне 2011 г. на том же месте, только уже большей площади порядка 50–60 м² (рис. 1, В) кроме пустых раковин имелись также и взрослые живые особи *Parajuga* sp. Плотность популяции составляла 1–2 экз./м². Еще через 2 года в июне 2013 г. участок с живыми моллюсками уже имел протяженность более 300 м и занимал почти всё южное мелководье водохранилища (рис. 1, С), а также прилегающие участки русла р. Озерные Ключи вверх по течению на 20 м. При этом плотность популяции *Parajuga* sp. варьировала от 15–20 экз./м² в центре

Рис. 1. Места обнаружения моллюсков *Parajuga* sp. в водохранилище Вторая Плотина на р. Озёрные Ключи в разные периоды (заштрихованная область): А – первая находка моллюсков в мае 2010 г.; В – площадь популяции в июне 2011 г.; С – площадь популяции в июне 2013 г.

поселения до 1–2 экз./м² по его краям. Высота раковин моллюсков составляла от 15 до 30 мм при 4–5 видимых оборотах; вершины раковин корродированны. Судя по форме раковин (рис. 2) и согласно имеющимся в литературе изображениям (Богатов, Затравкин, 1990; Старобогатов и др., 2004), в водохранилище вселились не менее 2 видов параюг. Точная видовая идентификация будет проведена специалистами после планируемой ревизии рода.

Несмотря на то, что описываемая инвазия имеет явный антропогенный источник, очевидно, что моллюски натурализовались в водохранилище и с каждым годом наращивают свою численность. На данном примере видны высокие темпы освоения моллюсками *Parajuga* новых водоемов. Их вселение может иметь благоприятное влияние на экологическое состояние данного водохранилища и прочих искусственных водоемов, поскольку, питаясь донными осадками, параюги способствуют уменьшению органических накоплений и предотвращению цветения вод. Дальнейшие наблюдения за популяцией параюг в водохранилище Вторая Плотина позволят

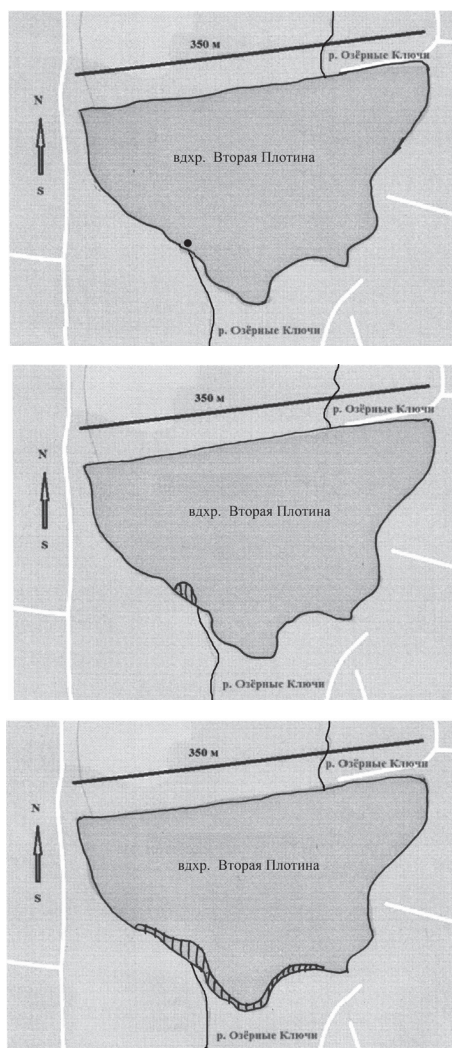


Рис. 2. Раковины *Parajuga* sp. из водохранилища Вторая Плотина на р. Озёрные Ключи. Масштабная линейка – 1 см.

проверить эти предположения и в дальнейшем выработать рекомендации по формированию устойчивых экосистем в искусственных водоемах на юге Приморского края.

Литература

Богатов В.В., Затравкин М.Н. 1990. Брюхоногие моллюски пресных и солоноватых вод Дальнего Востока СССР: Определитель. Владивосток: ДВО АН СССР. 172 с.

Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. 2004. Моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. С.-Пб.: Наука. С. 9–491.

ДОПОЛНЕНИЯ К ФАУНЕ МЕЛКИХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ (BIVALVIA, PISIDIOIDEA) БАСЕЙНА РЕКИ БУРЕЯ

М.О. Шарый-оол

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток 690022 Россия. E-mail: sharyiool@biosoil.ru*

Шесть видов мелких двустворчатых моллюсков впервые обнаружены в бассейне реки Бурея на локальном участке между двумя гидроэлектростанциями в Амурской области. Аннотированный список составлен по оригинальным данным. Приведены фотоизображения со сканирующего электронного микроскопа впервые найденных видов. *Euglesa jaudouiniana* (Gassies, 1855) указывается впервые для России.

ADDITIONAL DATA TO SMALL BIVALVES FAUNA (BIVALVIA, PISIDIOIDEA) OF THE BUREYA RIVER BASIN

M.O. Sharyi-ool

*Institute of Biology and Soil Science, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, 100 letiya
Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: sharyiool@biosoil.ru*

Six species of small bivalves were recorded in the local sector between two hydroelectric power stations of the Bureya River Basin, the Amur Oblast, for the first time. An annotated checklist is based on original data. SEM photographs of new found species are provided. *Euglesa jaudouiniana* (Gassies, 1855) is newly recorded for Russia.

Введение

Мелкие двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidea изучались в рамках гидробиологической съемки сообществ бентоса в водоемах бассейна реки Бурея на локальном участке между Верхне-Бурейской и строящейся Нижне-Бурейской гидроэлектростанциями, стратегическими объектами энергетики Дальнего Востока. Природные водоемы на этом участке территории Амурской области представлены исключительно малыми притоками, длина которых не превышает 10 км, характерными для гидрографической сети бассейна реки Бурея (Сиротский, Тесленко, 2007).

Ранее в малых притоках Буреи мелких двустворчатых моллюсков не находили, тогда как пойменные озера, расположенные выше на территории Хабаровского края были специально обследованы М.Н. Затравкиным в ходе ревизии группы пизидиоидей, начатой И.М. Москвичевой (1974). Водоемы верхнего и среднего течения Буреи обозначены типовым местонахождением двух из пяти описанных М.Н. Затравкиным (1985, 1987) амурских видов рода *Euglesa*. Позднее таксономический статус описанных ранее видов был уточнен работами А.В. Корнюшина (1996; Korniyushin, 1999, 2001) и закреплен в отечественной малакологической школе (Старобогатов и др., 2004). В последней сводке «Catalogue» (Kantor et al., 2010) содержатся наиболее

полные сведения по видовому составу и распространению моллюсков амурского бассейна (Маак, 1859; Жадин, 1952; Старобогатов, 1970; Gerstfeldt, 1859; Schrenck, 1867). Следует отметить, что напротив сведения о распространении девяти голарктических видов в Амурском бассейне остались не завершенными.

Изучение свежего материала, любезно переданного коллегами, позволило дополнить список видов мелких двустворчатых моллюсков бассейна реки Буря.

Материал и методы

Разрозненные створки раковин и экземпляры мелких двустворчатых моллюсков стали изредка попадаться в бентосных пробах из неглубоких затонов в руслах малых рек, собранных в 2013 г. участниками гидробиологического мониторинга.

Материал зафиксирован 75 % этанолом и хранится в научной малакологической коллекции лаборатории пресноводной гидробиологии Биолого-почвенного института (БПИ) ДВО РАН, г. Владивосток.

Идентификация моллюсков проведена автором конхологическими методами с применением сканирующей электронной микроскопии в Центре коллективного пользования электронной микроскопии (ИБМ ДВО РАН), г. Владивосток. При этом разделенные створки раковин промывали в мыльном растворе, дистиллированной воде, 96 % этаноле и высушивали при комнатной температуре. Затем закрепляли створки двусторонней клейкой лентой на монтажные столики и напыляли хромом или углеродом.

Аннотированный список таксонов

Перечень видов в аннотированном списке составлен согласно последней трактовке системы, принятой в «Catalogue» (Kantor et al., 2010), обозначение зубов приводится по Корнюшину (1996).

Familia Sphaeriidae Jeffreys, 1862

Subfamilia Musculiinae Starobogatov in Stadnichenko, 1984

1. *Musculium creplini* (Dunker, 1845)

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Буря, р. Малые Симичи выше моста, по трассе на Талакан, 29.VI.2013, большая лужа, 2 экз., сб. Т.М. Тиунова.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Транспалеарктическое. Вид характеризуется наиболее широким экологическим спектром местообитания от небольших луж и каналов до крупных рек и озер (Корнюшин, 1996).

Familia Pisidiidae Gray, 1857

2. *Pisidium amnicum* (Müller, 1774)

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Буря, р. Большие Симичи, затон, глубина 17 см, 29.VI.2013, 2 раковины, сб. В.А. Тесленко.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Голарктический вид. Палеарктика: Европа, Казахстан, Сибирь на восток до Хабаровского и Приморского краев (Старобогатов и др., 2004), северная Африка: Египет; северная Америка: р. Св. Лоренса, Оттава, оз. Онтарио в Канаде; оз. Эри (Огайо), оз. Гурон (Мичиган), Пен-

сильвания, Нью-Джерси, оз. Чемплейн (Нью-Йорк или Вермонт) (Herrington, 1962). В реках и проточных озерах, на мягком грунте (Старобогатов и др., 2004).

3. *Pisidium amurense* Moskvishcheva in Zatravkin, 1985 рис. 1

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Бурей, р. Большие Симичи, затон, глубина 17 см, 29.6.2013, 5 раковин, сб. В.А. Тесленко; р. Малые Симичи выше моста, затон, по трассе на Талакан, 29.06.2013, 2 экз., сб. Т.М. Тиунова.

Раковина небольшая, овальная. Задний край раковины широко закруглен, передний край суженный, удлинённый, брюшной край плавно закруглённый. Макушки широкие, слабо выступающие над контуром раковины, расположены ближе к заднему краю раковины. Замочная площадка не очень широкая, на фото видно, что задний конец кардинального зуба правой створки 3ас лежит на нижнем краю замочной площадки (рис. 1А). Внешний кардинальный зуб левой створки 2ас слабоизогнутый, тогда как внутренний кардинальный зуб 4ас изогнут сильнее, почти дугообразно. Внутренняя поверхность раковины с ясно различимыми порами, достигающими до мантийной линии, выше которой виднеются крупные округлые отпечатки внутренних радиальных мускулов (рис. 1В). Размеры самой крупной раковины: длина 7,6 мм, высота 6,0 мм.

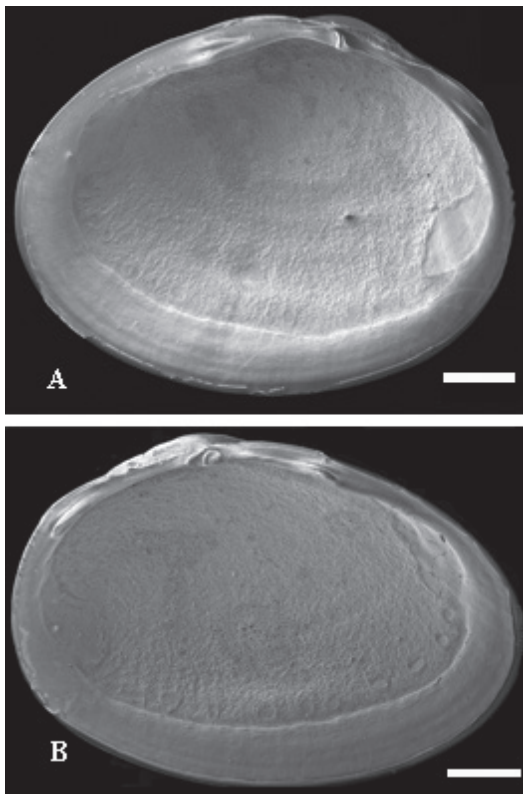


Рис.1. Раковина *Pisidium amurense* Moskvishcheva in Zatravkin, 1985 из р. Большие Симичи: А – правая створка; В – левая створка. Вид изнутри. Масштабные линейки: 1 мм.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Бассейн Амура, включая Уссури (Затравкин, 1985; Старобогатов и др., 2004). В реках на медленном течении (Старобогатов и др., 2004).

Familia Euglesidae Pirogov et Starobogotov, 1974

Subfamilia Euglesinae Pirogov et Starobogotov, 1974

4. *Amureuglesa khurbaensis* (Zatravkin, 1987)

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Бурей, р. Малые Симичи выше моста, по трассе на Талакан, затон, 29.06.2013, 1 экз., сб. Т.М. Тиунова.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Нижнее Приамурье (Старобогатов и др., 2004), Средний Амур (Засыпкина, Балан, 2007). В реках и озерах (Старобогатов и др., 2004).

5. *Amureuglesa kruglovi* (Zatravkin, 1987)

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Буря, р. Большие Симичи, затон, глубина 17 см, 29.6.2013, 2 экз., сб. В.А. Тесленко; р. Малые Симичи выше моста, по трассе на Талакан, затон, 29.06.2013, 4 экз., сб. Т.М. Тиунова.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Нижнее Приамурье (Затравкин, 1987; Старобогатов и др., 2004). В пойменных озерах на песчано-каменистом заиленном грунте (Затравкин, 1987).

ЗАМЕЧАНИЯ. Впервые указывается для бассейнов Буреи и Среднего Амура.

6. *Cingulipisidium nitidum* (Jenyns, 1832) рис. 2

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Буря, р. Большие Симичи, затон, глубина 17 см, 29.6.2013, 1 раковина, сб. В.А. Тесленко.

Раковина небольшая, овальная, с уголками при переходе спинного края в передний и задний. Макушка слабо выступающая, расположена ближе к середине раковины. Эмбриональная часть макушки гладкая, с тремя окаймляющими ребрышками (рис. 2А). Замочная площадка не расширена. Кардинальные зубы левой створки прямые, наружный зуб немного дугообразно изогнут на переднем конце. Поры редкие (рис. 2В). Размеры исследованной раковины: длина 4,0 мм, высота 3,6 мм.

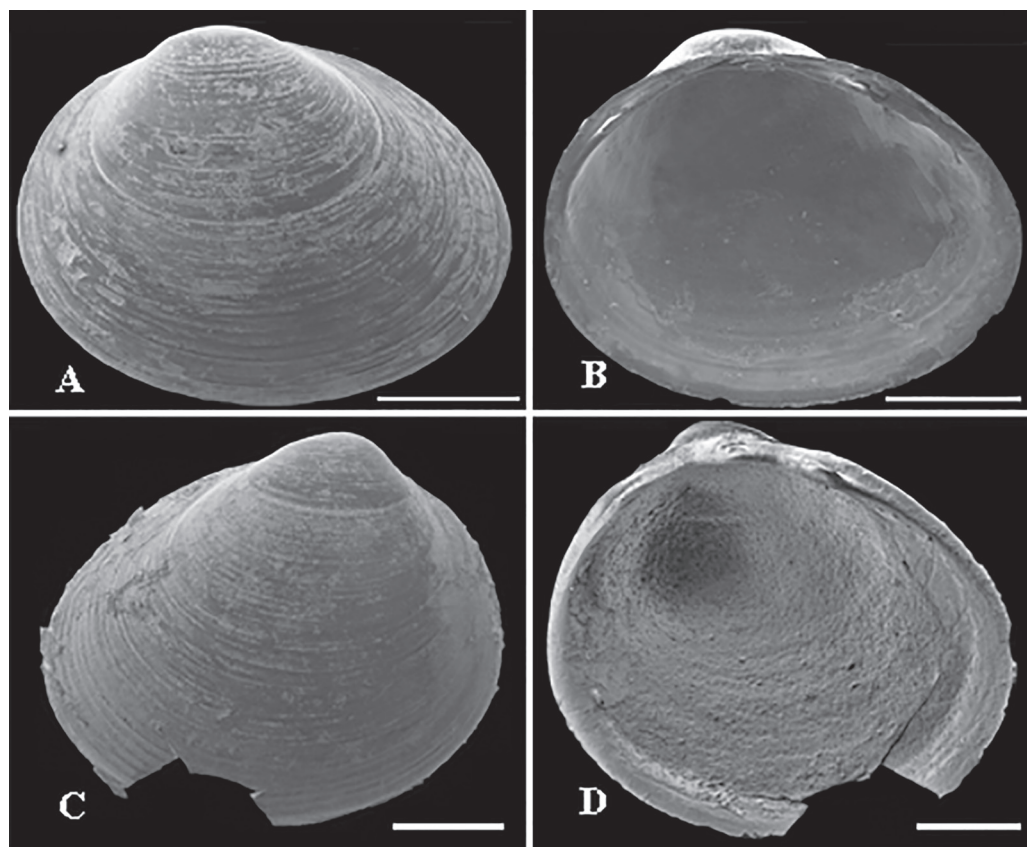


Рис. 2. Раковина *Cingulipisidium nitidum* (Jenyns, 1832) из р. Большие Симичи: А – правая створка, вид снаружи; В – левая створка, вид изнутри.

Раковина *Henslowiana lilljeborgii* (Clessin in Esmark et Hoyer, 1886) из р. Большие Симичи: С – левая створка, вид снаружи; В – левая створка, вид изнутри. Масштабные линейки: 1 мм.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Голарктический вид (Korniushin et al., 2001). Европа и Сибирь, Центральная Азия (Kantor et al., 2010), бассейн Амура (Прозорова, 2013). В небольших медленнотекущих реках, пойменных водоемах и прибрежной зоне озер, на участках, не подверженных влиянию прилива. Предпочитает заиленные грунты (Корнюшин, 1996).

ЗАМЕЧАНИЯ. Впервые указывается для бассейна Буреи.

7. *Euglesa casertana* (Poli, 1791) рис. 3

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Бурея, р. Большие Симичи, затон, глубина 17 см, 29.6.2013, 1 раковина, 1 левая створка, сб. В.А. Тесленко; р. Малые Симичи выше моста, по трассе на Талакан, затон, 29.06.2013, 7 экз., сб. Т.М. Тиунова.

Раковина относительно крупная, удлинненно-овальная, прочная, тонко исчерченная. Передний край раковины широко закруглен, задний край выгнутый. Макушка широкая, округлая, расположена ближе к середине раковины (рис. 3С). Замочная площадка широкая, внешний кардинальный зуб правой створки 2ас прямой, не заходит

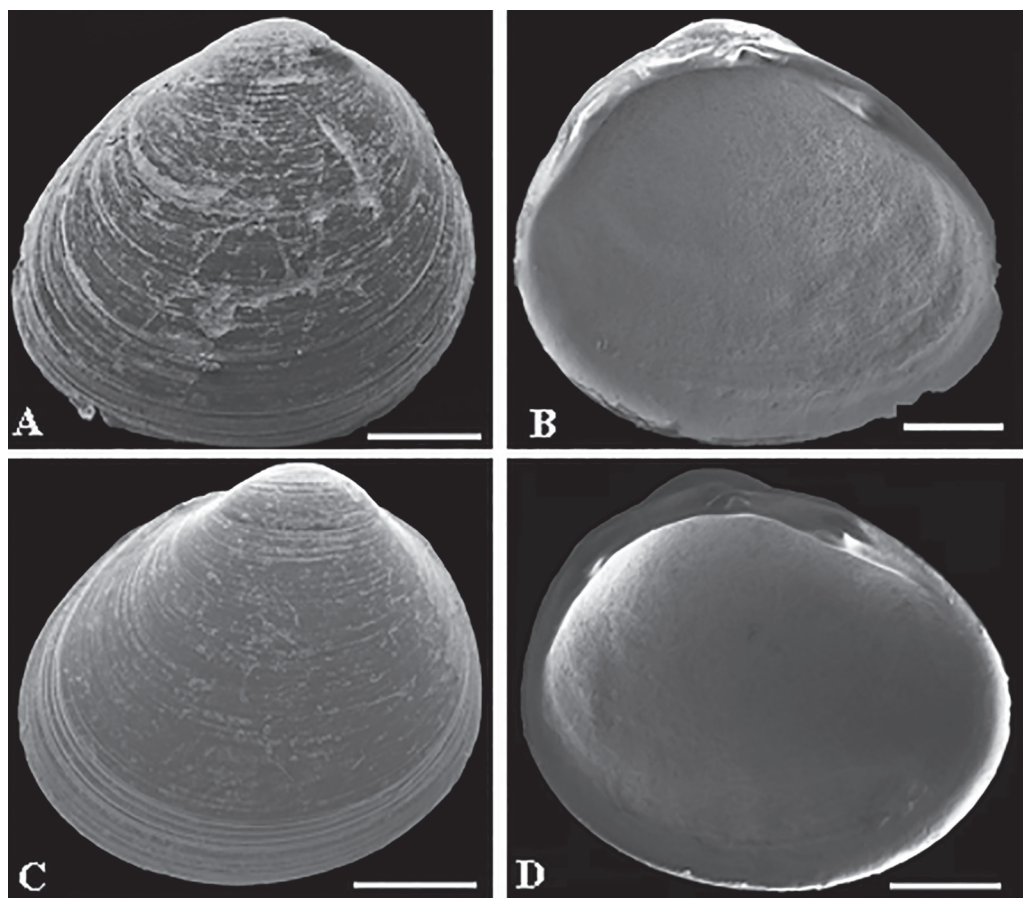


Рис. 3. Раковина *Euglesa jaudouiniana* (Gassies, 1855) из р. Большие Симичи: А – левая створка, вид снаружи; В – левая створка, вид изнутри.

Раковина *Euglesa casertana* (Poli, 1791) из р. Большие Симичи: С – левая створка, вид снаружи; В – левая створка, вид изнутри. Масштабные линейки: 1 мм.

за линию сгиба внутреннего кардинального зуба левой створки 4ас (рис. 3D). Размеры исследованной раковины: длина 4,0 мм, высота 3,4 мм, выпуклость одной створки 1,2 мм.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Голарктический вид (Korniushin et al., 2001). Озера южной Европы, Украина, Крым, р. Урал (Kantor et al., 2010).

ЗАМЕЧАНИЯ. Впервые указывается для бассейна Буреи. Подтверждено распространение вида в бассейне реки Амур (Жадин, 1952).

8. *Euglesa koltschemensis* Zatravkin, 1987

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Бурей, р. Большие Симичи, затон, глубина 17 см, 29.6.2013, 2 раковины, сб. В.А. Тесленко; р. Малые Симичи выше моста, по трассе на Талакан, затон, 29.06.2013, 2 экз., сб. Т.М. Тиунова.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Нижнее Приамурье (Затравкин, 1987; Старобогатов и др., 2004), Средний Амур (Шарый-оол, Балан, 2015). Вероятно, живет в пойменных озерах на песчано-каменистом заиленном грунте (Затравкин, 1987).

9. *Euglesa jaudouiniana* (Gassies, 1855) рис. 3

Pisidium jaudouinianum Gassies, 1855: 18–19, pl. 2, fig.2; *Euglesa* (*Euglesa*) *jaudouiniana* (Gassies, 1855) Корнюшин, 1996: 110, рис. 56.

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Бурей, р. Большие Симичи, затон, глубина 17 см, 29.06.2013, левая створка, сб. В.А. Тесленко.

Раковина довольно крупная, прочная, вздутая, округло треугольная, неправильно исчерченная. Макушка с заостренной верхушкой, широкая, выступающая, сдвинута к заднему краю. Наружная поверхность раковины со сглаженными линиями роста (рис. 3А). Замочная площадка очень широкая, лигаментная ямка короткая и широкая. Вид относится к группе *ponderosa*, отличаясь зауженной макушкой и более узкой замочной площадкой. Наружный кардинальный зуб левой створки 2ас тонкий и слабо изогнут, немного нависает над внутренним кардинальным зубом 4ас, передняя ветвь которого немного длиннее, чем задняя. Кардинальный зуб левой створки 4ас изогнут под прямым углом. Передний латеральный зуб левой створки 4а1 расположен ниже заднего латерального зуба 4р1 (рис. 3В). Размеры исследованной створки: длина (L) 4,1 мм, высота (H) 3,7 мм, высота замочной площадки (HH) 0,3 мм, выпуклость одной створки (W) 1,3 мм (табл.), что соответствует размерам молодого моллюска, поскольку конхологические характеристики, приведенные Гасси (Gassies, 1855) следующие: длина 6,5 мм, высота 5 мм.

Таблица. Значения индексов раковины *Euglesa jaudouiniana* (Gassies, 1855)

Место сбора	H/L	2W/L	HH/H
<i>Euglesa jaudouiniana</i> (Gassies, 1855) Амурская область, бассейн р. Бурей, р. Большие Симичи, левая створка	0,88	0,7	0,081
<i>Euglesa jaudouiniana</i> (Gassies, 1855) оз. Выртъярв, Эстония, n=5 по: Корнюшин, 1996 (см. с. 54)	0,89±0,013	0,69±0,021	0,076±0,004
<i>Euglesa jaudouiniana</i> (Gassies, 1855) оз. Пулеменецкое, Украина, n=6 по: Корнюшин, 1996 (см. с. 54)	0,89±0,012	0,69±0,019	0,079±0,004

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Реки и озера Европы, горная часть Центральной Азии (Kantor et al., 2010).

ЗАМЕЧАНИЯ. Вид впервые отмечен в Амурском бассейне. Новый вид для малакофауны России.

10. *Henslowiana izzatullaevi* (Zatrawkin, 1987)

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Буря, р. Малые Симичи выше моста, по трассе на Талакан, затон, 29.06.2013, 4 экз., сб. Т.М. Тиунова.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Озера бассейна нижнего Амура (Kantor et al., 2010), Средний Амур (Шарый-оол, Балан, 2015).

11. *Henslowiana lilljeborgii* (Clessin in Esmark et Hoyer, 1886) рис. 2

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Буря, р. Б. Симичи, затон, глубина 17 см, 29.6.2013, 1 раковина, сб. В.А. Тесленко.

Раковина трапециевидная, относительно тонкостенная, сильно исчерченная. Макушка с зауженной вершиной, расположена ближе к заднему краю раковины (рис. 2С). Замочная площадка умеренно широкая, кардинальные зубы левой створки слабо изогнуты, примерно одинаковой длины. Поры отчетливые (рис. 2D). Размеры исследованной раковины: длина 4,0 мм, высота 3,5 мм, выпуклость одной створки 1,2 мм.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Голарктический вид с борео-альпийским распространением (Корнюшин, 1996). Характеризуется наиболее широким экологическим спектром местообитания от небольших луж и каналов до крупных рек и озер (Корнюшин, 1996).

ЗАМЕЧАНИЯ. Вид впервые отмечен в бассейнах Буреи и Амура.

Subfamilia Lacustrinae Korniushtin, 1989

12. *Lacustrina dilatata* (Westerlund, 1897) рис. 4

МАТЕРИАЛ. Амурская область, бассейн р. Буря, р. Большие Симичи, затон, глубина 17 см, 29.06.2013, 1 раковина, сб. В.А. Тесленко.

Раковина относительно крупная, округло-треугольная, довольно прочная, почти гладкая, с ясными линиями прироста. Передний край раковины мало удлинненный, слабо заостренный, почти обрубленный. Макушка широ-

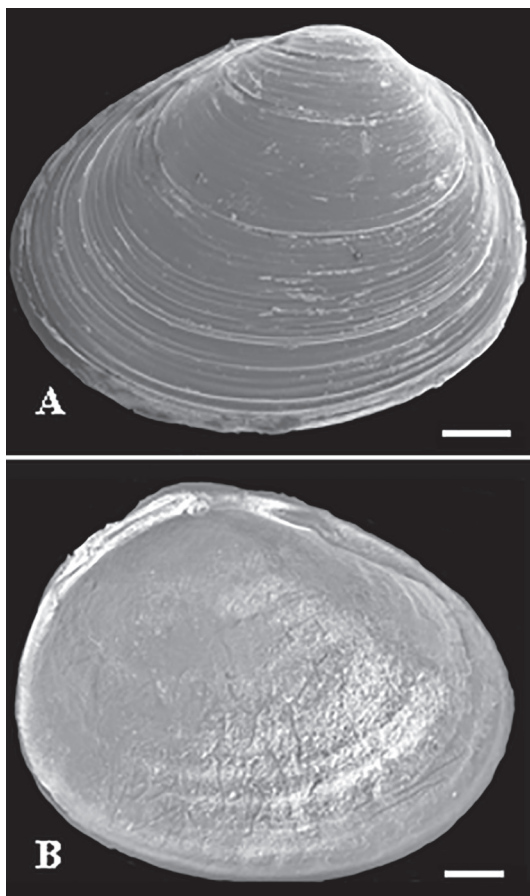


Рис. 4. Раковина *Lacustrina dilatata* (Westerlund, 1897) из р. Большие Симичи: А – левая створка, вид снаружи; В – левая створка, вид изнутри. Масштабные линейки: 1 мм.

кая, мало выступающая, расположена почти на середине раковины (рис. 4А). Лигмент хорошо виден снаружи при сомкнутых створках. Замочная площадка широкая, кардинальные зубы левой створки заметно изогнутые (рис. 4В). Размеры исследованной раковины: длина 7,2 мм, высота 5,9 мм, выпуклость одной створки 2,0 мм.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕСТА ОБИТАНИЯ. Северная Евразия (кроме юга Западной Сибири), Байкал, Аляска (Старобогатов и др., 2004; Kantor et al., 2009). В реках и олиготрофных озерах (Старобогатов и др., 2004).

ЗАМЕЧАНИЯ. Вид впервые отмечен в бассейне Буреи.

Благодарности

Сердечно благодарю Т.М. Тиунову, В.А. Тесленко, Н.М. Яворскую за любезно переданные сборы моллюсков из водоемов бассейна р. Бурея, куратора библиотеки Национального музея естественной истории Корин Болзе за любезно присланные копии первоисточников (Corinne Bolze, Bibliothèque Malacologie, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France).

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта 15-I-6-011-о (рук. В.В. Богатов).

Литература

Жадин В.И. 1952. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. Определители по фауне СССР. Т. 46. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 376 с.

Засыпкина М.О., Балан И.В. 2007. Предварительные данные по фауне водных моллюсков заповедника «Хинганский» (Амурская область) // VIII Дальневосточная конференция по заповедному делу: материалы конф., Благовещенск, 1–4 октября 2007. Т. 2. Благовещенск: АФ БСИ ДВО РАН; БГПУ. С. 131–135.

Затравкин М.Н. 1985. Моллюски подсемейства Pisidiinae (Pisidiidae, Bivalvia) юга Дальнего Востока СССР // Бюл. МОИП. Т. 90, вып. 5. С. 60–63.

Затравкин М.Н. 1987. Новые и малоизвестные виды рода *Euglesa* (Pisidiidae Bivalvia) бассейна Амура и Приморья // Бюл. МОИП. Т. 92, вып. 2. С. 48–53.

Корнюшин А.В. 1996. Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidea Палеарктики (фауна, систематика, филогения). Киев. 175 с.

Маак Р. 1859. Путешествие на Амур. СПб. 556 с.

Москвичева И.М. 1974. Пресноводная малакофауна бассейна нижнего Амура. Автореф. канд. дис., Л., 21 с.

Прозорова Л.А. 2013. Оценка разнообразия пресноводной малакофауны континентальной части юга Дальнего Востока // Жизнь пресных вод. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 85–96.

Сиротский С.Е., Тесленко В.А. 2007. Краткая физико-географическая характеристика района исследований // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 13–24.

Старобогатов Я.И. 1970. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных районов земного шара. Л.: Наука. 372 с.

Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. 2004. Моллюски. В кн.: Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука. 528 С.

Шарый-оол М.О., Балан И.В. 2015. Новые сведения по фауне мелких двустворчатых моллюсков (Bivalvia: Pisidioidea) Хинганского заповедника // XI Дальневосточная конференция по заповедному делу: материалы конф., Владивосток, 6–9 октября 2015. Владивосток: Дальнаука. С. 417–420.

Gassies J.-B. 1855. Description des Pisidies (Pisidium) observées a l'état vivant dans la région aquitaine du Su-Ouest de la France. Paris, 26 p.

- Gerstfeldt G. 1859.** Über Land- und Süßwassermollusken Sibiriens und des Amur-Gebities // Mem. Sav. etrang., St. Petersburg. Vol. 9. P. 507–548.
- Herrington H.B. 1962.** A revision of the Sphaeriidae of North America (Mollusca: Pelecypoda). Misc. Public. Mus. Zoology, University of Michigan, 118. 74 p.
- Kantor Y.I., Vinarski M.V., Schileyko A.A., Sysoev A.V. 2010.** Catalogue of the continental mollusks of Russia and adjacent territories, Version 2.3.1. <http://www.ruthenica.com>
- Korniushin A.V. 1999.** Anatomical investigation and taxonomic revision of pill clams of the genus *Pisidium* s.l. (Bivalvia: Sphaeriidae) in the Palaearctic region // Malacolog. Review, Suppl. 8, P. 69–81.
- Korniushin A.V. 2001.** Taxonomic revision of the genus *Sphaerium* sensu lato in the Palaearctic region, with some notes on the North American species // Arch. Mollusk., Vol. 129, N 1–2. P. 77–122.
- Korniushin A.V., Grigorovich I.A., Mackie G.L. 2001.** Taxonomic revision of *Pisidium punctatum* Sterki, 1895 (Bivalvia: Sphaeriidae) // Malacologia, Vol. 43, N 1–2. P. 337–347.
- Schrenck L. 1867.** Reisen und Forschungen in Amur-Lande. Mollusken. P. 255–976.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МОРФОЛОГИИ ГЛОХИДИЕВ БЕЗЗУБОК ТРИБЫ ANODONTINI RAFINESQUE, 1820 БАССЕЙНА Р. АМУР

Е.М. Саенко

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток 690022 Россия. E-mail: sayenko@ibss.dvo.ru

Приводятся полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии отличительные признаки раковин личинок (глохидиев) беззубок *Anemina buldowskii* (Moskvicheva, 1973) и *Amuranodonta kijaensis* Moskvicheva, 1973 из бассейна р. Амур. Рисунок микроскульптуры наружной поверхности створок глохидиев изученных видов идентичный, относится к плотно-петлевидному типу, скульптурные линии слабо выпуклые. Все признаки глохидиев подтверждают сходство анемин и амуранодонт.

NEW DATA ON MORPHOLOGY OF GLOCHIDIA OF THE FRESHWATER BIVALVES (THE TRIBE ANODONTINI RAFINESQUE, 1820) FROM THE AMUR RIVER BASIN

Е.М. Sayenko

Institute of Biology and Soil Science, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, 100 letiya
Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: sayenko@ibss.dvo.ru

Morphology of glochidia of freshwater bivalves *Anemina buldowskii* (Moskvicheva, 1973) and *Amuranodonta kijaensis* Moskvicheva, 1973 from the Amur River basin is examined by the scanning electron microscopy. Exterior valve sculpturing of glochidia of both investigated species is tight looped, with weakly convex sculpture lines. All glochidia features confirm a similarity of *Anemina* and *Amuranodonta*.

Введение

Систематика пресноводных моллюсков из семейства Unionidae основана по большей части на морфологических отличиях раковин взрослых моллюсков, не имеющих выраженные видоспецифичные признаки, поэтому до сих пор остается одной из самых запутанных среди двустворчатых моллюсков. Так, при разном таксономическом подходе количество палеарктических видов Unionoidea колеблется от 45 видов из 16 родов до 156 видов из 34 родов (Graf, 2007). Среди унионид наиболее острые разногласия возникают при обсуждении достоверности выделения родов и видов беззубок (подсемейства Anodontinae Rafinesque, 1820 и Pseudanodontinae Jaekel, 1962), чьи раковины не имеют замка, т.е. данная группа моллюсков лишена еще одного отличительного признака.

Пресноводные беззубки, объединяемые в трибу Anodontini, включают представителей родов *Anemina* Haas, 1969, *Amuranodonta* Moskvicheva, 1973 и *Buldowskia*

Moskvicheva, 1973 из бассейна Амура и водоемов Приморья. Нередко виды этих трех дальневосточных родов обозначают как анемино-подобные моллюски, подчеркивая не только их сходство и родство, но и весьма запутанную историю описания.

Род *Anemina* первоначально был подродом рода *Anodonta* Lamarck, 1799 (Haas, 1969), позже – подродом рода *Sinanodonta* Modell, 1944, при этом выделенные из состава *Anemina* виды стали основой при описании новых родов *Amuranodonta* и *Buldowskia* (Москвичева, 1973). В 1987 г. в определителе по крупным двустворчатым моллюскам российского Дальнего Востока (Затравкин, Богатов) подрод *Anemina* был выделен в качестве самостоятельного рода, два вида из рода *Amuranodonta* были перенесены в подрод *Buldowskia* (который стал включать только приморские виды) одноименного рода, а род *Amuranodonta* (включающий только амурские виды) стал другим подродом рода *Buldowskia*. Через несколько лет было предложено подроды *Buldowskia* и *Amuranodonta* объединить в отдельный подрод *Buldowskia*, перенеся его из состава рода *Buldowskia* в состав рода *Anemina* (Мартынов, Чернышев, 1992). Немного позже часть амурских видов из подрода *Amuranodonta* были выделены в самостоятельный подрод *Amurbuldowskia* того же рода *Buldowskia*, при этом статус *Amuranodonta* изменился до родового (Богатов, Старобогатов, 1996). Считалось, что беззубки родов *Anemina* и *Amuranodonta* характерны только для бассейна р. Амур, а представители *Buldowskia* встречаются и в южном Приморье (подрод *Buldowskia*), и в бассейне р. Амур (подрод *Amurbuldowskia*) (Богатов, Старобогатов, 1996, 1996a). Впоследствии от деления *Buldowskia* на два подрода отказались, а амурские виды (подрод *Amurbuldowskia*) вошли в состав рода *Amuranodonta* (Старобогатов и др., 2004). Таким образом, в настоящее время считается, что из анемино-подобных моллюсков в бассейне Амура обитают представители родов *Anemina* и *Amuranodonta* (Старобогатов и др., 2004; Kantor et al., 2010).

Особенность жизненного цикла большинства пресноводных двустворчатых моллюсков (в том числе и беззубок), имеющих своеобразную личинку – глохидий, которая для дальнейшего метаморфоза в молодую особь определенное время паразитирует на рыбе, привела к выработке как у материнских особей, так и (в большей степени) у личинок ряда приспособлений, в результате чего глохидии оказались морфологически более разнообразны и богаты признаками, чем взрослые моллюски. Долгое время глохидии исследовали только с помощью светового микроскопа, а учитывая их очень мелкие размеры (менее 450 мкм), доступными были в основном размерные характеристики. Появление сканирующей электронной микроскопии дало новые признаки: для ряда унионид было показано, что микроскульптура наружной поверхности створок глохидиев у разных таксономических групп моллюсков различается (Panha, Eongprakornkeaw, 1995; Hoggarth, 1999). Первые полученные результаты по микроскульптуре глохидиальных раковин дальневосточных видов унионид также подтвердили возможность использования этого признака при таксономических ревизиях (Саенко, 2012a, 2012b, 2013, 2014).

Морфология глохидиев анемино-подобных моллюсков (*Anemina*, *Amuranodonta* и *Buldowskia*) ранее изучалась как на световом, так и на сканирующем электронном микроскопах, что позволило проанализировать конхологические признаки личиночных раковин и основные характеристики прикрепительного аппарата (Саенко, 2006, 2009; Саенко, Шедько, 2005). Анализ мерных признаков показал отсутствие четкой межвидовой гетерогенности и различий между выборками глохидиев из разных бассейнов, а

также высокое сходство выборок глохидиев разных видов и разных родов внутри трибы, что подняло вопрос о принадлежности беззубок проанализированной группы к одному роду (Саенко, Шедько, 2005). Особенности микроскульптуры глохидиев представителей трибы Anodontini не исследовали, что и определило цель данной работы.

Материал и методы

Изучены беззубки, хранящиеся в коллекции Лаборатории пресноводной гидробиологии БПИ ДВО РАН (г. Владивосток):

– *Amuranodonta kijaensis* Moskvicheva, 1973: Амурская обл., Хинганский заповедник, оз. Клешенское, сб. И.В. Балан, 25.09.2007 г. (рис. 1, А);

– *Anemina buldowskii* (Moskvicheva, 1973): Хабаровский кр., р. Сита у с. Князе-Волконское, сб. В.В. Богатов, 05.10.2000 г. (рис. 1, Б).

Жабры моллюсков с глохидиями первоначально фиксировали в 75 %-ном спирте, что позволяет сохранить личинки до начала работы. Для подготовки к работе на сканирующем электронном микроскопе предварительно промытые в дистилляте части полужабр выдерживали 1,5–2 часа в 5 %-ном КОН для очистки от мягких тканей, затем снова промывали в дистилляте, после чего очищенные глохидии проводили через серию спиртов (80 %, 90 %, 96 %). Готовые раковины крепили на столик с помощью специального двухстороннего скотча; напыление производили сразу же после подсушивания пробы на столике. Для каждой личиночной раковины микроскульптуру смотрели в трех точках – ближе к вентральному концу (т.е. к крючку), в центре створки (район аддуктора) и у лигамента.

Фотографии получены на сканирующем микроскопе Zeiss EVO 40.

Результаты и обсуждение

Глохидии анемино-подобных беззубок – *Anemina*, *Amuranodonta* и *Buldowskia* – самые крупные (размеры раковины превышают 320 мкм, длина крючка не менее 105 мкм, длина лигамента – от 250 мкм и более) и самые толстостенные (толщина створки не менее 6 мкм) среди дальневосточных беззубок (Саенко, 2006).

Раковины сильно уплощенные, продольно

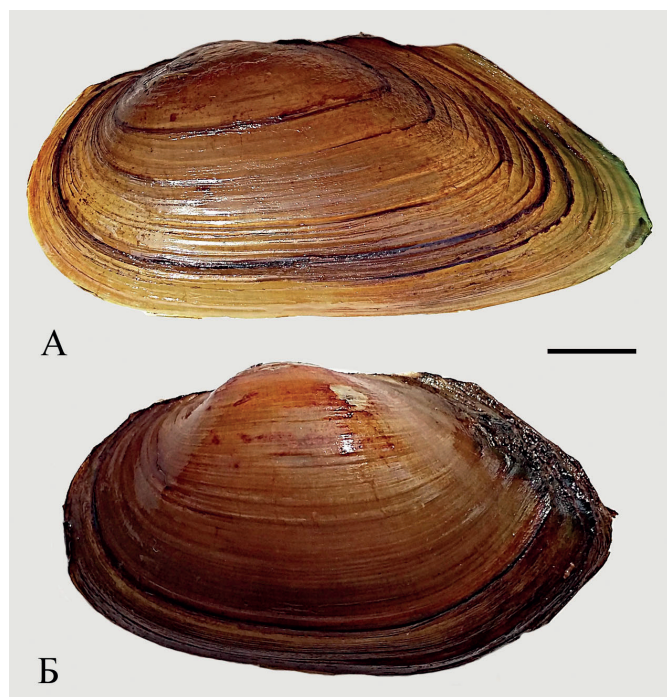


Рис. 1. Раковины взрослых моллюсков *Amuranodonta kijaensis* (А) и *Anemina buldowskii* (Б). Масштабная линейка: 1 см.

вытянутые (высота глохидия всегда меньше его длины), в разной степени асимметричные (рис. 2, А–В), при этом асимметрия возникает не только за счет смещения вентрального угла относительно дорсовентральной оси, но и разной выпуклости переднего и заднего краев створки). Вентральный угол закругленный и оттянутый, что также отличает глохидии анемино-подобных беззубок от остальных дальневосточных анодонтин.

Строение прикрепительного аппарата глохидиев одинаково для данной группы беззубок. Длина крючка составляет не менее трети высоты створки раковины. Макрошипов всегда больше 17, на вершине стилета в один ряд расположено 5–6 макрошипов; микрошипики немногочисленные, продолжают вдоль макрошипов до конца стилета (рис. 2, Г, Д).

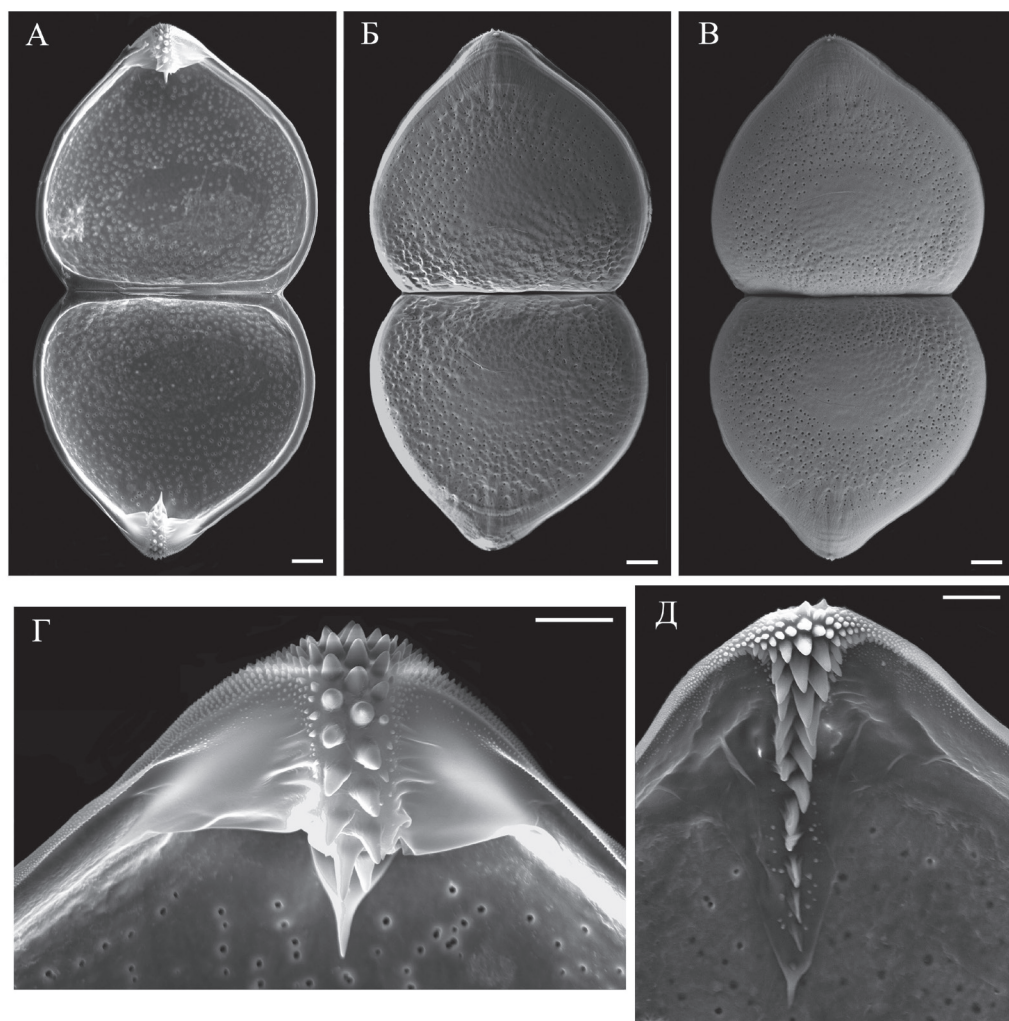


Рис. 2. Глохидии *Anemina buldowskii* (А, Б, Г) и *Amuranodonta kijaensis* (В, Д): А–С – раковины с открытыми створками; Г, Д – крючки. Масштабные линейки: А–В – 40 мкм; Г, Д – 20 мкм.

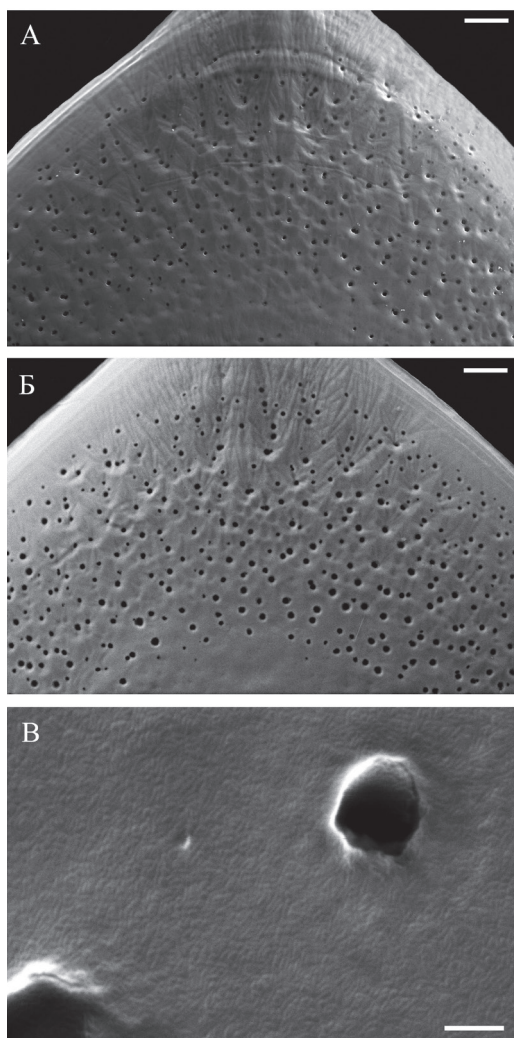


Рис. 3. Структура наружной поверхности глохидиальных створок *Anemina buldowskii* (А, В) и *Amuranodonta kijaensis* (Б): А, Б – фрагмент пояса пор между вентральным углом и аддуктором; В – микроскульптура створки. Масштабные линейки: А, Б – 20 мкм; В – 1 мкм.

однако выходы пор покрыты тонким наружным слоем, который и формирует особую микроскульптуру (рис. 3, В). Ранее для глохидиев европейских и североамериканских унионид были выделены следующие типы скульптуры: шероховатый (rough), бисеровидный (beaded), розетковидный (rosette), свободно-петлевидный (loose-looped), плотно-петлевидный (tight looped), петлевидный с рядами (ribbed loose-looped) и вермикулярный (vermiculate) (Hoggarth, 1999). Для азиатских амблемид указывали сетчатый (net), зернистый или гранулированный (granule), шероховатый (coarse) и

Еще один признак, по которому анемино-подобные моллюски отличаются от других дальневосточных беззубок – это распределение пор на створках глохидия. Если у кунаширий, берингиан, синанодонт, кристарий поры распределены достаточно равномерно как по всей наружной, так и по всей внутренней поверхности створок, доходя до самого края створок, то на глохидиальных створках анемино-подобных беззубок поры образуют своеобразный пояс вокруг аддуктора, в районе же крепления мускула к створке они практически отсутствуют, и имеются только единичные поры (рис. 2, А–В). Данная особенность видна и в световой микроскоп (Саенко, 2006), однако оставался открытым вопрос о наличии очень мелких, поэтому невидимых в световой микроскоп, пор в районе аддуктора у анемино-подобных беззубок. Сканирующий электронный только подтвердил этот признак. Интересна увиденная с помощью сканирующей электронной микроскопии скульптурированность наружной поверхности створок между поясом пор и вентральным углом (рис. 3, А, Б), не отмеченная ранее у других дальневосточных беззубок. Подобный древовидный скульптурный рисунок не виден на световом микроскопе, однако отчетливо различим даже на небольшом увеличении в сканирующем электронном.

Раковины глохидиев унионид состоят из двух слоев, при этом внутренний толстый слой пронизан порами,

сглаженный (smooth) типы скульптуры (Panha, Eongprakornkeaw, 1995). Отметим, что среди европейских и североамериканских представителей подсемейства Anodontinae описывали только петлевидный (или сетчатый) и вермикулярный типы микроскульптуры (Hoggarth, 1999). Для дальневосточных беззубок ранее были указаны свободно-петлевидный (*Kunashiria*), сетчатый (*Sinanodonta*) – при этом сетчатый тип можно рассматривать как вариацию петлевидного – и вермикулярный (*Cristaria*) типы микроскульптуры (Саенко, 2013, 2014).

Микроскульптура наружной поверхности глохидиев *Anemina buldowskii* и *Amuranodonta kijaensis* оказалась совершенно идентичной, ее можно отнести к плотно-петлевидному типу (рис. 3, В). Толщина скульптурных линий меньше, чем у других дальневосточных беззубок: так, если у разных видов *Sinanodonta* она составила 0,07–0,1 мкм, 0,097–0,11 мкм у разных видов *Kunashiria* и 0,11–0,13 мкм у *Cristaria plicata* (Саенко, 2013; Саенко, Сорока, 2013; Саенко, 2014), то толщина скульптурных линий у *Anemina buldowskii* и *Amuranodonta kijaensis* всего 0,043–0,057 мкм. Более того, скульптурные линии не только тоньше, но и менее выпуклые, а в центре створок (район аддуктора) выпуклость линий наименьшая и наиболее плотное расположение петель.

Таким образом, наши исследования уточнили морфологическую характеристику глохидиев *Anemina* и *Amuranodonta*, а новые данные по микроскульптуре наружной поверхности личиночных раковин подтвердили их близкое сходство, вновь подняв вопрос о статусе анемин и амуранодонт. Для окончательного решения вопроса о том, какой таксономический статус имеют данные моллюски, необходимо привлечь дополнительные методы, в первую очередь генетические.

Благодарности

Автор выражает свою признательность за помощь в работе к.б.н. Н.Н. Нарышкиной (Центр коллективного пользования «Биология и генетическая инженерия» БПИ ДВО РАН). Работа частично поддержана грантом ДВО РАН № 15-I-6-069 «Сохранение биоразнообразия и ресурсного потенциала пресноводных экосистем юга Дальнего Востока России в условиях глобальных изменений окружающей среды (климата, ландшафтов, качества воды)» (руководитель чл.-корр., д.б.н. Богатов В.В.).

Литература

- Богатов В.В., Старобогатов Я.И. 1996. Беззубки (Bivalvia, Anodontinae) бассейна Амура // Зоологический журнал. Т. 75. № 7. С. 972–977.
- Богатов В.В., Старобогатов Я.И. 1996а. Беззубки (Bivalvia, Anodontinae) восточного и южного Приморья // Зоологический журнал. Т. 75. № 9. С. 1326–1335.
- Затравкин М.Н., Богатов В.В. 1987. Крупные двустворчатые моллюски пресных вод Дальнего Востока СССР. Владивосток: ДВО АН СССР. 153 с.
- Мартынов А.В., Чернышев А.В. 1992. Новые и редкие виды пресноводных двустворчатых моллюсков Дальнего Востока СССР // Зоологический журнал. Т. 71. Вып. 6. С. 18–23.
- Москвичева И.М. 1973. Моллюски подсемейства Anodontinae (Bivalvia, Unionidae) бассейна Амура и Приморья // Зоологический журнал. Т. 52. № 6. С. 822–834.
- Саенко Е.М. 2006. Морфология глохидиев беззубок (Bivalvia: Unionidae: Anodontinae, Pseudanodontinae) фауны России. Владивосток: Дальнаука. 72 с.
- Саенко Е.М. 2009. Морфология глохидиев трех видов беззубок рода *Amuranodonta* (Bivalvia: Unionidae) // Зоологический журнал. Т. 88, № 3. С. 280–288.

Саенко Е.М. 2012а. Новые данные по морфологии глохидиев беззубок рода *Kunashiria* (Южные Курильские острова) // Растительный и животный мир островов северо-западной части Тихого океана (Материалы Международного курильского и Международного сахалинского проектов). Владивосток: Дальнаука. С. 169–178.

Саенко Е.М. 2012б. Новые данные по микроструктуре личиночных раковин унионид (Bivalvia: Unionidae) с о-ва Хонсю, Япония // Современные исследования в биологии: Мат-лы I Всерос. науч. конф. Владивосток: БПИ ДВО РАН, ДВФУ. С. 233–236.

Саенко Е.М. 2013. Морфология глохидиев пресноводной беззубки *Cristaria plicata* (Bivalvia: Unionidae: Anodontinae) из оз. Дунтинху, КНР // Жизнь пресных вод. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 103–110.

Саенко Е.М. 2014. Данные о микроскульптуре личиночных раковин беззубок (Bivalvia: Unionidae: Anodontinae) // Чтения памяти проф. В.Я. Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 585–593.

Саенко Е.М., Сорока М. 2013. Морфология глохидиев беззубок *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia: Unionidae) из Польши // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 17. С. 214–223.

Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. 2004. Моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука. С. 9–491.

Саенко Е.М., Шедько С.В. 2005. Анализ морфологической изменчивости глохидиев беззубок *Anemina*, *Buldowskia* и *Amuranodonta* (Anodontinae, Unionidae) // Чтения памяти проф. В.Я. Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 273–288.

Graf D.L. 2007. Palearctic freshwater mussel (Mollusca: Bivalvia: Unionoida) diversity and the Comparative Method as a species concept // Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. V. 156, N 1. P. 71–88.

Haas F. 1969. Superfamilia Unionacea. Das Tierreich [The Animal Kingdom] Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen [A Compilation and Characterization of the Recent Animal Groups]. Lieferung [Berlin]. Bd. 88. S. 1–663.

Hoggarth M.A. 1999. Descriptions of some of the glochidia of the Unionidae (Mollusca: Bivalvia) // Malacologia. V. 41, N 1. P. 1–118.

Kantor Y.I., Vinarski M.V., Schileyko A.A., Sysoev A.V. 2010. Catalogue of the continental mollusks of Russia and Adjacent Territories. ver. 2.3.1. 330 p. Available from http://www.ruthenica.com/documents/Continental_Russian_molluscs_ver2-3-1.pdf

Panha S., Eongprakornkeaw A. 1995. Glochidium shell morphology of Thai amblymid mussels // Venus (Japanese Journal of Malacology). V. 54. P. 225–236.

**РУЧЕЙНИКИ (INSECTA, TRICHOPTERA)
ЗАПАДНОГО ПРИХАНКОВЬЯ
(ПОГРАНИЧНЫЙ И ХАНКАЙСКИЙ РАЙОНЫ,
ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)**

Т.С. Вшивкова

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100летия Владивостоку, 159,
Владивосток, 690022, Россия. E-mail: vshivkova@biosoil.ru*

Впервые приводится информация о трихотрофауне Западного Приханковья на основании материалов, собранных автором, а также из фондовых коллекций Лаборатории пресноводно гидробиологии Биолого-почвенного института ДВО РАН, охватывающих период с 1972 по 2015 гг. Обследованная территория включает междуречье р. Комиссаровки и р. Мельгуновки (левые притоки) и охватывает в основном лесные территории Пограничного и Ханкайского районов, расположенных в отрогах Восточно-Маньчжурских гор и на предгорной части Уссурийско-Ханкайской равнины. В результате выявлено 104 вида из 48 родов и 21 семейств ручейников, из них – 1 вид является новой находкой для фауны России (*Triaenodes qinglingensis* Yang et Morse, 2000), 3 вида – новые для Приморского края: *Triaenodes zarudnyi* (Martynov, 1928), *Limnephilus fuscovittatus* Matsumura, 1904, *Thermophylax tyoployensis* Nimmo, 1995). Для бас. оз. Ханка, в общей сложности, впервые указывается 37 видов.

**CADDIS FLIES (INSECTA, TRICHOPTERA)
OF THE WESTERN PRIHANKOVYE
(POGRANICHNY AND HANKAYSKY DISTRICTS,
PRIMORYE TERRITORY)**

T.S. Vshivkova

*Institute of Biology and Soil Science, Russian Academy of Sciences,
Far East Branch, 100 letiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia.
E-mail: vshivkova@biosoil.ru*

The data of the Western Prihankovye trichopteroфаuna collected since 1972 to 2015 is presented for the first time. The surveyed territory includes the interfluvium of the Komissarovka River basin and Melgunovka River left tributaries. The surveyed territory is mainly forested and covers the mountain and foothill areas of Pogranichny and Hankaysky districts located in the East Manchurian spurs and a foothill part of the Ussuriysk-Khankaysky plain. As a result 104 species from 48 genera and 21 families of caddisflies were revealed. Among them – 1 species is a new record for Russia (*Triaenodes qinglingensis* Yang et Morse, 2000), 3 species are new for Primorye Territory: *Triaenodes zarudnyi* (Martynov, 1928), *Limnephilus fuscovittatus* Matsumura, 1904, *Thermophylax tyoployensis* Nimmo, 1995). For the Khanka Lake basin, totally, 37 species are recorded for the first time.

Введение

Исследования фауны ручейников в бассейне озера Ханка ранее производились, в основном, по акватории побережья озера или в низовых участках его притоков и были частично опубликованы в ряде статей автора (Вишкова, 1995, 2005). Результаты исследований гористых территорий до последнего времени не публиковались и в настоящей работе мы восполняем этот пробел, представляя аннотированный список 104 видов ручейников из 48 родов и 21 семейств. Некоторые экземпляры не удалось ассоциировать с известными видами, но работа будет продолжена и результаты будут опубликованы в отдельной статье с описанием и иллюстрированием интересных в таксономическом отношении видов.

Район исследований и краткая характеристика мест сбора

Восточные отроги Восточно-Манчжурских гор, в пределах которых были произведены основные сборы имеют полого-волнистые очертания, средние высоты гряд составляют 400–500 м и только отдельные вершины достигают почти 1000 м. На северо-западе района расположен хребет Пограничный, где преобладают горы с абсолютными отметками 600–700 м (максимальная высота – 964 м, гора Кедровая). Горы западного берега озера Ханка составляют продолжение и разветвление хребта, который отделяет собою бассейн озера от бассейна р. Мурени (Мулинхэ)] на севере и р. Раздольной (Суйфун) на юге. Вместе с тем этот хребет (Пограничный) служит разделяющей чертой российской территории и Китая, он служит северным продолжением китайского хребта Мулинвоцзилин.

Восточная окраина территории занята предгорной частью Уссурийско-Ханкайской равнины, представляющей собой мелкосопочник с отдельными небольшими вершинами высотой не более 250 м. Здесь, на слиянии рек Молоканка и Нестеровка находится самая низкая точка района – 85 м.

Западные берега озера Ханка в Пограничном районе несут гористый характер, однако горы здесь идут в некотором отдалении от озера и только в двух местах – между устьями рек Тур и Усачи и к югу от устья Комиссаровка – подходят волнообразными возвышенностями к самому берегу озера, оканчиваясь песчаниковыми и глинистыми обрывами вышиною от 20 до 50 м. Территория междуречья р. Комиссаровки и р. Мельгуновка в отдалении от озера представляет практически нетронутый антропогенной деятельностью район, во многом сохранивший первозданную целостность. В низовых участках междуречья развиты равнины, частью болотистые, частью луговые, но затопляемые в периоды сильных дождей.

Характерной чертой водотоков междуречья является их сравнительно небольшая протяжённость (самые длинные реки – немногим более 100 км), наличие на равнинных и низовых участках большого количества стариц и болотин.

Климат умеренно-мусонный, с холодной зимой и жарким летом. В лесостепной полосе по окраине Приханкайской равнины регистрируются максимальные температуры в Приморском крае. Средняя температура января –16,5°C, июля +22,3°C. Годовое количество осадков составляет около 670 мм, основная масса которых выпадает во второй половине лета. Осень обычно теплая, сухая, ясная. Температура воздуха по-

нижается медленно. К неблагоприятным сторонам климата относятся обильные ливневые дожди, когда за сутки может выпасть до 1/3 годовой нормы осадков, и суховеи.

Характеристика мест сбора

Основные сборы были сделаны в бассейнах рек Комиссаровка, Поперечная, Грушевая, Толочкина, Студёная, Молоканка, на малых водотоках в с. Рубиновка. Мы сочли интересным включить две точки сбора на р. Илистая (Южное Приханковье) в связи с находками двух редких видов ручейников. Краткая характеристика водотоков и мест сбора приведены ниже и отмечены на карте-схеме (Рис. 1).

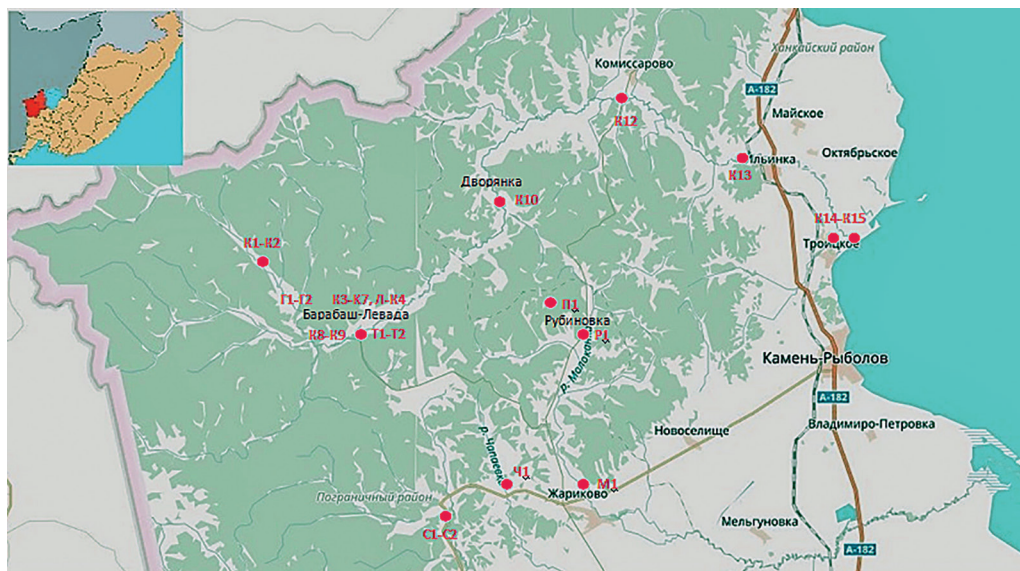


Рис. 1. Места сбора ручейников.

Река Комиссаровка (до 1972 года – **Пенча, Синтухэ**) берет начало на восточном склоне хребта Пограничный, впадает в оз. Ханка с запада. Длина реки 162 км, площадь водосбора 2310 км², общее падение реки 852 м. Река относится к горно-равнинным водотокам: до с. Ильинка (25 км от устья) она протекает среди гор, а ниже – по Приханкайской равнине. По условиям протекания и характеру строения долины реку делится на два участка:

верхний участок – от истока реки – до село Ильинка. Долина реки на этом участке имеет трапециевидную форму и характеризуется ассиметричным строением, преобладающая ширина долины 1.3–1.8 км; пойма преимущественно односторонняя, переходящая с одного берега на другой; русло извилистое, умеренно разветвленное; дно реки в начале участка и на перекатах галечное, на плесах – галечно-песчаное. Берега русла крутые или обрывистые, высотой 1–1.5 м;

Село Ильинка – устье. Долина неясно выражена. Пойма двухсторонняя; в начале участка (у с. Ильинка) ширина ее составляет 3.5–4.0 км, ниже увеличивается до 6.0–8.0 км; русло сильно извилистое и умеренно разветвленное. Средняя ширина реки 40–45 м. Глубины изменяются от 0.3–0.5 м на перекатах до 1.8–2.1 м на плесах,

скорости течения соответственно составляют 2.0–2.2 и 0.2–0.4 м/сек. Дно реки песчаное. Берега крутые или обрывистые, высотой 0.6–1.5 м.

Ледостав отмечается в середине ноября, средняя продолжительность его – 140 дней. На участке исток – с. Дворянка отдельные перекаты не замерзают всю зиму. Вскрытие реки происходит в середине апреля, интенсивный ледоход наблюдается лишь в нижнем течении.

К1: р. Комиссаровка, Черёмуховая Падь, верховье, лесной участок, станция 2, 44°46'42.6"N, 131°2'40.4"E, кошение, 18.VI.2015 (Т.Вшивкова).

К2: р. Комиссаровка, Черёмуховая Падь, станция 1, вблизи от основной дороги (в 1 км от станции 2), открытое место с редкими деревьями, по берегу реки ивовые и густой травостой (в основном осоковые), 46°42.5"N, 131°2'40.4"E, кошение и сбор с поверхности дна, 18.VI.2015 (Т. Вшивкова).

К3: р. Комиссаровка, 1 км выше с. Барабаш-Левада, 44°46'15"N, 131°24'35"E; кошение, 14–15.VII.1995 (П. Вршанский); сбор бентоса, $t_{\text{воды}} = 14^{\circ}\text{C}$, 07.VIII.1989 (ТЛ).

К4: р. Комиссаровка, в окрестностях с. Барабаш-Левада, 44°45'43"N, 131°25'22"E, светоловушка, 18.VII.19; кошение, 19.VII.1998 (Т. Вшивкова, Д. Морз, С. Кочарина).

К5–К7: р. Комиссаровка, пойменный лес в окрестностях с. Барабаш-Левада, кошение, 03.VI.1980, 26–27.VI.1980, 29.VI.–02.VII.1980 (Криволуцкая Г., Мороз Н.)

К8: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 44°44'39"N, 131°22'38"E, кошение, 11.VI.1987 (В. Тесленко).

К9: р. Комиссаровка, 10–15 км выше усадьбы Решетниковского лесхоза, 44°44'39" 131°22'38", кошение, 13–16.VI.1988 (Т. Тиунова).

К10: р. Комиссаровка у с. Дворянка, 44°52'34"N, 131°34'49"E, светоловушка, 23–25.VI.1994 (А. Булавский).

К12: р. Комиссаровка, у с. Комиссарово, 44°52'34"N, 131°34'49"E, кошение, 28.V.1998 (Т. Вшивкова, Е. Макаrenchенко).

К13: р. Комиссаровка, средняя часть, у моста Ильинка-Комиссарово, 44°58'19"N, 131°46'27", кошение, сбор бентоса, $t_{\text{воды}} = 9^{\circ}\text{C}$ (в основном русле), в отшнуровавшихся старицах – 11°C , сбор имаго и бентоса, 17.IX.2015 (Т. Вшивкова).

К14: У с. Троицкое, 05.VIII.1909 (сборы Черского и Солдатова)(Мартынов, 1935).

К15б,и: р. Комиссаровка, устье, у с. Троицкое, 44°50'11"N, 132°1'30"E, кошение; сбор бентоса донным сачком, 22. VI.1997 (Т. Вшивкова).

Ручей, левый приток р. Комиссаровка – малый водоток, расположен в лесной зоне, протекает по селу Барабаш-Левада, дно каменисто-галечное, летние температуры воды не превышают 14°C .

Л_К4: Ручей, левый приток р. Комиссаровка, протекающий через с. Барабаш-Левада, 44°45'43"N, 131°25'22"E; $t_{\text{воды}} = 14^{\circ}\text{C}$, 08.VIII.1989 (Т. Лукьянченко).

Река Грушевая, приток р. Комиссаровка – малый водоток, расположен в лесной зоне, каменисто-галечные грунты, по берегам смешанный лес, образующий сомкнутый полог в вегетационный период.

Г1: р. Грушевая, выше с. Барабаш-Левада, 44°47'40"N, 131°24'20"E, кошение, 07.VIII.1989, (Т. Лукьянченко).

Г2: р. Грушевая, $t_{\text{воды}} = 14^{\circ}\text{C}$, сбор бентоса вдоль русла, 07.VIII.1989 (Т. Лукьянченко).

Река Толочкина, малый водоток, приток р. Комиссаровка, расположен в лесистой зоне, грунты каменисто-галечные, древесный полог в летнее время сомкнут над ручьем, хорошо его затеняя, температуры воды даже в жаркое время не превышают 13–14°C.

T1: р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, $t_{\text{воды}} = 13^{\circ}\text{--}13,5^{\circ}\text{C}$, 07–08.VIII.1989 (Т. Лукьянченко).

T2: р. Толочкина, в районе устья, 44°39'08"N, 131°10'90"E, кошение, 08.VIII.1989 (Т. Лукьянченко).

Река Молоканка – левый приток р. Студёная (бассейн р. Мельгуновка); длина реки 63 км; в районе с. Жариково протекает по обширной Приханкайской равнине, которая в районе с. Жариково с трех сторон ограничена отрогами Сихоте–Алинского горного хребта. Русло сильно меандрирует. Река бурно разливается во время летних муссонных дождей. В пойме много небольших озёр и стариц.

M1: Бас. р. Молоканка, с. Жариково, в доме Кавун Н.Ф. и Виноградова С.М., 44°29'16"N, 131°34'15"E, на свет лампы, время экспозиции 21:00–21:30, $t_{\text{воздуха}} = 22\text{--}23^{\circ}\text{C}$, 17.IX.2015 (Т. Вшивкова).

Ручей в с. Рубиновка – малый водоток, левый приток р. Молоканка; древесная растительность не развита: в основном ивовые и травянистая растительность, дно каменистое с песчаными и илисто-песчаными небольшими отмелями, ширина русла в месте сбора 2–3 м.

P1: Ручей в с. Рубиновка, приток р. Молоканка, 44°41'50"N, 131°41'52"E, 17.IX.2015 (Т. Вшивкова).

Река Поперечная – приток р. Молоканка, протекает по залесённой равнинной местности; скорость течения от слабой до умеренной на перекатах, русло затенено, много детритных отложений.

P1: р. Поперечная, севернее с. Рубиновка, 44°33'34.3"N, 131°41'44.2"E, $t_{\text{воздуха}} = 23\text{--}24^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{воды}} = 15^{\circ}\text{C}$ в 15:30, кошение и сбор бентоса, 17.IX.2015 (Т. Вшивкова).

Река Студёная (до 1972 года – река Бейчихе) – левый приток р. Мельгуновка, расположена в Пограничном районе; исток находится на юго-западных отрогах хребта Синего. Длина реки 83 км, площадь бассейна 762 км², общее падение реки 526 м. Ширина до 20–25 м в нижнем течении, глубина реки на плесах 0,3–0,5 м, на перекатах 0,1–0,3 м. Температура воды в русле реки в августе не превышала 13,5°C. В районе места сбора у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, где устанавливались светоловушки, обширны болотистые участки, многочисленны старицы. Древесная растительность практически отсутствует, богаты осоковые, разнотравье, водная высшая растительность.

S1: р. Студёная, верховье, $t_{\text{воды}} = 13,5^{\circ}\text{C}$, кошение и сбор бентоса, 08.VIII.1989 (Т. Лукьянченко).

S2: р. Студёная, у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, 44°31'15.1"N, 131°44'51.5"E, $t_{\text{воды}} = 12,5^{\circ}\text{C}$, кошение и сбор бентоса, 08.VIII.1989 (Т. Лукьянченко); там же, у автомоста, светоловушки, время экспозиции 19:45–20:40, $t_{\text{воздуха}} = 24^{\circ}\text{C}$ (20:00), 17.IX.2015 (Т. Вшивкова).

Река Чапаевка – малый водоток, левый приток р. Студеной (бассейн р. Мельгуновка), протекает по равнинной местности, незалесённый район; летние температуры воды достигают 16°C и более градусов; грунты песчано-илистые с гравием и галькой, плёсовые участки обширны; береговая растительность представлена, в основном, ивовыми и травами; русло водотока не затенено, седиментационные процессы преобладают над эрозионными; в пойме большое количество стариц и небольших озёрков.

Ч1: р. Чапаевка, выше с. Чапаевка, 44°36'30"N, 131°37'20"E, $t_{\text{воды}} = 15.8^\circ\text{C}$, кошение и сбор бентоса, 11.VIII.1982 (Т. Лукьянченко).

Река Илистая (Лефу) – река в берёт начало на склонах хребта Пржевальского (горной системы Сихотэ-Алиня), течёт в северо-западном направлении, впадает в южную часть озера Ханка двумя рукавами. Длина реки – 220 км, площадь бассейна – 5470 км², общее падение реки – 839 м.

И1: р. Илистая, окр. с. Ивановка, кошение, 26. IV.2011 (Е. Макаренченко).

И2: р. Илистая, ручей-родник, кошение, 11.VII.1989 (Т. Лукьянченко).

Материал и методика

Материалом для статьи послужили имагинальные и бентосные сборы ручейников, собранные в период с 1972 по 2015 гг. в междуречье р. Комиссаровка и Мельгуновка автором и коллегами из Биолого-почвенного института ДВО РАН, а также зарубежными специалистами, принимавшими участие в совместных экспедициях; в аннотированном списке в скобках приведены следующие аббревиатуры их имен и фамилий: Булавский А. – БА, Вшивкова Т. – ТВ, Криволицкая Г. – КГ, Макаренченко Е. – МЕ, Мороз Н. – МН, Тесленко В. – ВТ, Тиунова Т. – ТТ, Кочарина С. – КС, Лукьянченко Т. (Арефина) – ТЛ, Нечаев В. – ВН; иностранные коллеги: Вршанский П., Словения – ВП, Джон Морз, Клемсоновский университет – США (ДМ).

Бентосные сборы осуществлялись ручным способом с поверхности грунта, донным сачком или с помощью почвенного сита; имагинальные сборы в дневное время – с помощью энтомологического сачка, в сумерки и после заката – с помощью ультрафиолетовых светоловушек, установленных на белые кюветы, заполненные этиловым спиртом.

При фиксации материала бентосных и имагинальных проб использовали 75–85% этиловый спирт.

Основная часть собранного материала хранится в фондах Лаборатории пресноводной гидробиологии БПИ ДВО РАН; самец *Setodes* sp. – в энтомологическом музее Клемсоновского университета (Северная Каролина, США), 1 самец и 1 самка *Dolichocentrus tenuis* – в энтомологическом музее Университета Миннесоты; материалы, указанные из работ А.В. Мартынова – в Зоологическом институте ДВО РАН.

В аннотированном списке после указания основной информации приводится в скобках приводится коллекционный (музейный) номер пробы.

Семейства, роды и виды расположены в алфавитном порядке, как это принято в последнее время в фаунистических работах. В аннотированном списке приводится тип распространения и краткая информация об общем распространении вида с детализацией по регионам в пределах России и иногда – в пределах территорий соседних стран.

Информация по распространению видов основана на собственных данных автора, литературных источниках (указанных в списке литературы) и данных, предо-

ставленных в Trichoptera World Checklist (Morse, 2016). Виды, новые для бассейна оз. Ханка отмечены *, новые для Приморья – **, новые для России – ***; эндемики Восточно-Манчжурских гор – +, эндемики Приморья – ++.

Аннотированный список видов ручейников Западного Приханковья

Семейство Apataniidae

1. *Apatania sinensis* (Martynov, 1914)*

МАТЕРИАЛ. 10♀, **C2**: р. Студёная, у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM-46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический, ориентальный. В России: Приморский край, Северные Курилы (Парамушир?). Вне России: Китай (Хубей), п-ов Корея.

ЗАМЕЧАНИЕ. Новый вид для бас. оз. Ханка. Указание И.М. Леванидовой (1982) о находке этого вида на о. Парамушир требуют подтверждения.

2. *Apatania* sp.

МАТЕРИАЛ. 1лич., **Л_K4**: Ручей, левый приток р. Комиссаровка, с. Барабаш-Левада, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4930); 1 кук., **C1**: р. Студёная, верховье, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4945); 2 кук., **T1**: р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 07–08.VIII.1989 (ТЛ)(4931, 4940).

ЗАМЕЧАНИЕ. На основании изучения личинок и куколок можно предположить, что род *Apatania* sp. в материале представлен не менее, чем двумя видами, которые, однако, в настоящее время невозможно определить более точно.

Семейство Arctopsychidae

3. *Arctopsyche palpata* Martynov, 1934*

МАТЕРИАЛ. **K1**: 1 пркук., р. Комиссаровка, Черёмуховая Падь, верховье, лесной участок, станция 2, кошение, 18.VI.2015 (ТВ)(ICEM-51); 1♀, р. Комиссаровка, верховье, открытое место, ст. 1, сбор с поверхности грунта, 18.VI.2015 (ТВ)(ICEM-51) **K3**: р. Комиссаровка, выше с. Барабаш-Левада, 14–15. VII.1995 (ВП)(6174); лич., предкук., кук., там же, 07. VIII.1989 (ТЛ)(4936); **K8**: 1лич., р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ТЛ)(4165); 2 лич., **G2**: р. Грушевая, 07. VIII.1989 (ТЛ)(4929); **T1**: лич., предкук., кук., р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 07–08.VIII.1989 (ТЛ)(4931, 4940); 1 ♂, **T2**: р. Толочкина, кошение, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4785); 9 лич., **Ч1**: р. Чапаевка, выше с. Чапаево, 11.VIII.1982 (ТЛ)(2697).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический. В России: Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин; Китай (Цилинь, Хэйлунцзян, Внутренняя Монголия), Юж. Корея.

ЗАМЕЧАНИЕ. Впервые указывается для бас. оз. Ханка.

Семейство Brachycentridae

4. *Brachycentrus americanus* (Banks, 1899)*

= *Oligoplectrodes potanini* Martynov, 1910

= *Oligoplectrodes potanini excisa* Martynov, 1928

= *Brachycentrus similis* Banks, 1907

МАТЕРИАЛ. 4 лич.(взр.), **K9**: р. Комиссаровка, 10–15 км выше усадьбы Решетниковского лесхоза, 11–16.VI.1988 (ТТ)(4645).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктика, Неарктика. В России: широко распространён в Восточной России, включая островные территории (Сахалин, Курилы). Вне России: С Казахстан, Монголия, Китай (Синьцзян), Япония, Сев. Америка.

ЗАМЕЧАНИЕ. Впервые указывается для бас. оз. Ханка.

5. *Dolichocentrus tenuis* Martynov, 1935*++

МАТЕРИАЛ. 2♂, 2♀, И1: р. Илистая, окр. С. Ивановка, 26.IV.2011, кошение (ЕМ).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Эндемик Юж. Приморья: Яковлевский и Анучинский районы (Мартынов, 1935). Мы впервые указываем этот вид для бас. озера Ханка (р. Илистая).

ЗАМЕЧАНИЕ. До последнего времени вид был известен лишь один вид этого рода; недавно описан второй вид – из Японии (перс. сообщение Nozaki Т.). Самка *D. tenuis* не была описана, её описание и дополнения к описанию самца будет приведено в отдельной статье.

6. *Micrasema (gelidum) gelidum* MacLachlan, 1876*

МАТЕРИАЛ. 2М♂ 1♀, **K1**: р. Комиссаровка, Черёмуховая Падь, верховье, лесной участок, станция 2, кошение, 18.VI.2015 (ТВ).

ЗАМЕЧАНИЕ. Впервые указывается для бас. оз. Ханка.

7. *Micrasema* sp.

МАТЕРИАЛ. 2 лич., **K8**: р. Комиссаровка у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165); 2 лич. (мол.), кук., **C1**: р. Студёная, верховье, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4945); 1♀, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4671).

ЗАМЕЧАНИЕ. Кроме *Micrasema gelidum* s.str. возможно нахождение *Micrasema (gelidum) primoricum* Botosaneanu, 1990.

Семейство Calamoceratidae

8. *Ganonema extensum* Martynov, 1935

= *Ganonema malickyi* Olah et Johanson, 2010

МАТЕРИАЛ. 6♂, 2♀, **K15**: р. Комиссаровка, у с. Троицкое (ст. 19), 22.VI.1997 (ТВ)(6111).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Ориентальная область. В России: Еврейская область, Хабаровский и Приморский край. Вне России: Китай (Цзянси), п-ов Корея, Тайланд, Индонезия (Калимантан).

Семейство Ecnomidae

9. *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842)

= *Ecnomus falcatus* Mosely, 1932

= *Ecnomus omiensis* Tsuda, 1942

МАТЕРИАЛ. Имаго, **K15**: р. Комиссаровка, устье, 25.VII.1997 (ТВ)(5981).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Широко в Палеарктической и Ориентальной областях.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид широко представлен в озере Ханка, в р. Комиссаровка встречен только на приустьевом участке.

10. *Ecnomus yamashironis* Tsuda 1942

МАТЕРИАЛ. Имаго, **K15**: р. Комиссаровка, устье (ст. 20), 25.VII.1997 (ТВ)(5981)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика. В России: Еврейская область, Хабаровский и Приморский край. Вне России: Китай (Хубэй, Цзянси), Корейский п-ов, Япония.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид, в основном, обитает в озере Ханка, в р. Комиссаровка встречен только на приустьевом участке.

Семейство Glossosomatidae

11. *Agapetus jakutorum* Martynov, 1934*

МАТЕРИАЛ. 1♂, **K6**: р. Комиссаровка, выше с. Барабаш-Левада, кошение, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4670); 25♂, 13♀, там же, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК); 1♂, 1♀, **T2**: р. Толочкина, кошение, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4785); 2♂, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4671).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический. В России: Восточная Сибирь, Якутия, Амурская и Еврейская области, Хабаровский и Приморский край. Вне России: Корейский п-ов, Монголия.

ЗАМЕЧАНИЕ. Впервые указывается для бас. оз. Ханка.

12. *Agapetus* sp.

МАТЕРИАЛ. 1 лич., **K8**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165); 1 предкук., 1 кук., **C1**: р. Студёная, верховье, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4945).

13. *Glossosoma schmidi* Levanidova, 1979*

МАТЕРИАЛ. 1 лич., **C1**: р. Студёная, верховье, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4945).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический. В России: Якутия, Магаданская область, п-ов Камчатка, Еврейская автономная область, Приморье, Сахалин, Курилы. Вне России: Монголия.

ЗАМЕЧАНИЕ. Впервые указывается для бас. оз. Ханка.

14. *Glossosoma altaicum* (Martynov, 1914)

= *Mystrophora lauta* Tsuda, 1940

МАТЕРИАЛ. 2♂, 43♀, **K4**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада, светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический. В России: Сибирь, ДВ (Якутия, Еврейская область, Хабаровский и Приморский край, Сахалин, Курилы). Вне России: Китай (Хэйлунцзян), п-ов Корея, Монголия, Япония (Хоккайдо; Хонсю, Кюсю).

15. *Glossosoma intermedium* (Klapálek, 1892)

МАТЕРИАЛ. 1 кук. (зрел. ♂), **K8:** р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165); 1 кук. (мол. ♂), **K9:** р. Комиссаровка, 10–15 км выше усадьбы Решетниковского лесхоза, 13–16.VI.1988 (ТТ)(4645).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Голарктический вид. В России – от европейской части до Камчатки, Сахалина и Курил. Вне России: Европа, Китай (Хэйлунцзян), п-ов Корея, Монголия, Сев. Америка.

16. *Glossosoma* sp.

МАТЕРИАЛ. 1 лич., **C1:** р. Студёная, верховье, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4945).

17. *Padunia* sp.*

МАТЕРИАЛ. 1 кук., **T1:** р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4931).

ЗАМЕЧАНИЕ. Первая находка рода *Padunia* в бас. оз. Ханка.

18. *Glossosomatidae* gen.sp.

МАТЕРИАЛ. лич., кук., **T1:** р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 07–08.VIII.1989 (ТЛ)(4931, 4940).

Семейство Goeridae**19. *Goera curvispina* Martynov, 1935***

= *Goera gyotokui* Kobayashi, 1957

МАТЕРИАЛ. 1♂, **K5:** р. Комиссаровка, пойменный лес в окрестностях с. Барабаш-Левада, 03.VI.1980 (МН) (2833); 1♂, р. Комиссаровка, пойма, у с. Барабаш-Левада, 27.VI.1980 (КГ)(2832).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Еврейская и Амурская области, Хабаровский край, Приморье. Вне России: п-ов Корея, Япония.

ЗАМЕЧАНИЕ. Впервые указывается для бас. оз. Ханка.

20. *Goera squamifera* Martynov, 1909

МАТЕРИАЛ. 2♂, **K6:** р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь (Алтай, Прибайкалье), ДВ (Амурская область, Хабаровский край, Приморье). Вне России: Юж. Корея, Китай (?), Монголия.

21. *Goera* sp.

МАТЕРИАЛ. 1 кук., **T1:** р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4931).

Семейство Hydrobiosidae**22. *Apsilochorema sutshanum* Martynov, 1934***

= *Psilochorema japonicum* Tsuda, 1942

= *Apsilochorema coreanum* Botosaneanu, 1970

МАТЕРИАЛ. 1 кук. и экзувий, 1 лич., **K8**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165); 1 кук. (зрел. ♂), **T1**: р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4940); 1 кук., **G2**: р. Грушевая, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4929).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Приморье, Сахалин, Курилы. Вне России: Китай (Ляонин), п-ов Корея, Япония.

ЗАМЕЧАНИЕ. Впервые указывается для бас. оз. Ханка.

Семейство Hydropsychidae

23. *Cheumatopsyche brevilineata* (Iwata 1927)

= *Cheumatopsyche daurensis* VD Ivanov, 1996

МАТЕРИАЛ. 14♂, 29♀, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX. 2015 (ТВ)(ICEM–46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: ДВ (Амурская и Еврейская области, Хабаровский край). Вне России: Китай (Тайвань), п-ов Корея, Япония (Хоккайдо, Хонсю, Сикоку, Кюсю).

24. *Hydropsyche kozhantschikovi* Martynov, 1934

= *Hydropsyche kawamurai* Tsuda, 1940

МАТЕРИАЛ. 5♀, **K10**: р. Комиссаровка у с. Дворянка (ст. 26), светоловушка, 23–25.VI.1994 (БА)(5846).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Ориентальная область. В России: Сибирь (Красноярский край, Алтай), ДВ (Камчатка, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье). Вне России: Казахстан, Монголия, Китай (Хейлунцзян), Юж. Корея, Пакистан.

25. *Hydropsyche orientalis* Martynov, 1934

= *Hydropsyche tsudai* Tani, 1977

= *Hydropsyche ulmeri* Tsuda

МАТЕРИАЛ. 1 лич., **K8**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. В России: Сибирь (Алтай), ДВ (Еврейская область, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Китай (Синьцзян, Шаньси, Хэйлунцзян, Цзилинь, Пекин, Синьцзян), Япония (Хоккайдо, Хонсю, Сикоку, Кюсю, Рюкю), Монголия.

26. *Hydropsyche* sp. L

МАТЕРИАЛ. 8♀, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–46)

ЗАМЕЧАНИЕ. Самки светлой окраски, не относится к двум выше указанным.

27. *Hydropsyche* spp.

МАТЕРИАЛ. 1♂, **K3**: р. Комиссаровка, выше с. Барабаш-Левада, кошение, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4670); лич., **K6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4936); 2 лич., 1 кук., **G2**: р. Грушевая, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4929); лич., предкук., кук., **T1**: р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4940); 15 лич., **Ч1**: р. Чапаевка, выше с. Чапаево, 11.VIII.1982 (ЕМ)(2697).

28. *Macrostemum radiatum* (McLachlan 1872)

= *Macronema lacustre* Iwata, 1927

МАТЕРИАЛ. 1♂, **K10:** р. Комиссаровка у пос. Дворянка, светоловушка, 23–25.VI.1994 (БА) (5846).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Ориентальная область. В России: Восточный Кавказ, Сибирь (Алтай, Прибайкалье), ДВ (Якутия, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье); Китай (Аньхой, Фуцзянь, Гуанси, Цзилинь, Цзянсу, Цзянси, Синьцзян), п-ов Корея, Монголия, Япония.

Семейство Hydroptilidae**29. *Hydroptila chinensis* Xue et Yang, 1990**

МАТЕРИАЛ. 1♀, **K12:** р. Комиссаровка у с. Комиссарово, 28.V.1998 (ТВ); 5♂, 4♀, **C2:** р. Студёная, у моста в районе с. Духовское, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ) (ICEM–46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический. В России: Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье. Вне Приморья: Китай (Хэйлунцзян), Япония (Хоккайдо, Хонсю).

ЗАМЕЧАНИЯ. Иллюстрации самца и самки и указания находок приведены в работе Арефиной, Вшивковой и Морза (Arefina, Vshivkova & Morse, 2002).

30. *Hydroptila dampfi* Ulmer, 1929

= *Hydroptila itoi* Kobayashi, 1977

МАТЕРИАЛ. 8♂, 3♀, **K15:** р. Комиссаровка, устье, у с. Троицкое, 25.VI.1997 (ТВ) (5981);

15♀, **C2:** р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктика, Ориентальная область. В России: Приморье. Вне России: Европа, Китай (Хэйлунцзян, Юннань, Цзянсу, Хэнань, Хубей, Сычуань, Гуйчжоу), Япония (Хоккайдо, Хонсю).

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указан как *H. itoi* для бас. оз. Ханка без указания места находки (Morse, Tanida & Vshivkova, 2001). Указание этого вида с Сахалина (Лабай, Роготнев, 2005 as *Hydroptila ito*) требует подтверждений.

31. *Hydroptila* sp. («plate»)

МАТЕРИАЛ. 2♀, **K4:** р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада (проба 28), светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК) (6270).

ЗАМЕЧАНИЯ. Самки не ассоциированы с известными видами, имеют характерное образование с вентральной стороны терминалий.

32. *Hydroptila* sp.

МАТЕРИАЛ. 3 лич., 3 домика, **K15:** р. Комиссаровка, устье, 25.VII.1997 (ТВ) (5981).

33. *Orthotrichia costalis* (Curtis, 1834)

МАТЕРИАЛ. 1♀, **K4:** р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада, светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктическая и Ориентальная области. В России: европейская часть, Кавказ и ДВ (Еврейская область, Хабаровский край, Приморье). Вне России: Европа, Турция, Китай (Хэнань, Хубэй, Шэньси, Цзяньсу, Цзянси, Гуандун, Guangxi, Гуанси), Япония.

34. *Orthotrichia* sp. A

МАТЕРИАЛ. 2♀, **K4**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самка не идентифицирована с известными видами.

35. *Oxyethira josifovi* Kumanski, 1990

МАТЕРИАЛ. 7♂, 8♀, **K4**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада (проба 28), 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК) (6270)(Arefina, Vshivkova et Morse, 2002).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический. В России: Хабаровский край, Приморье. Вне России: п-ов Корея, Япония.

36. *Oxyethira* sp. 1.

МАТЕРИАЛ. 1♂, **K4**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самец не ассоциирован с известными видами, возможно, новый для науки вид.

37. *Oxyethira* sp. 2

МАТЕРИАЛ. 9♀, **K4**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самки пока не ассоциированы с известными видами.

38. *Hydroptilidae* gen. spp.

МАТЕРИАЛ. 1 (intersex), **K4**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ); 1♀, там же, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК); 6 лич., **K15**: р. Комиссаровка, устье, у с. Троицкое (проба 36), 25.VI.1997 (ТВ)(5981).

Семейство *Lepidostomatidae*

39. *Lepidostoma albardanum* (Ulmer, 1906)*

= *Dinarthrodes kurentzovi* AV Martynov, 1935

МАТЕРИАЛ. 3♂, 7♀, **K4**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада, светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270); 6♂, ♀, **K6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК); 1 кук. (♂), **K7**: р. Комиссаровка, 08.VIII.1989 (ТЛ) (4940) (Ito et al., 1993); 1♀, **C2**: р. Студёная, у моста в районе с. Духовское, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM-46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь (Читинская область, Прибайкалье), ДВ (Южная Якутия, Еврейская область, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Китай (Хэйлунцзян, Гирин), п-ов Корея, Монголия, Япония.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка.

40. *Lepidostoma hirtum* (Fabricius, 1775)*

= *Ayabeopsyche nipponica* Tsuda, 1942

МАТЕРИАЛ. 1 лич., **Л_K4**: Ручей, левый приток р. Комиссаровка, протекающий через с. Барабаш-Левада, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4930); 6 ♀, **K6**: р. Комиссаровка, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4936) (Ito et al., 1993).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктический вид. В России: европейская часть, Сибирь, ДВ (Южная Якутия, Амурская область, Хабаровский край, Приморье). Вне России: Европа, Казахстан, Китай (Синьцзян), Монголия, Япония (Хонсю).

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка.

41. *Lepidostoma* sp.

МАТЕРИАЛ. 5 лич., **K8**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165); 5 лич., **K9**: р. Комиссаровка, 10-15 км выше усадьбы Решетниковского лесхоза, 13-16.VI.1988 (ТТ)(4645); 2 ♀, **T2**: р. Толочкина, кошение, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4785); 1 кук., **T1**: р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4940); лич. (мол.), кук., **C1**: р. Студёная, верховье, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4945); 1 ♀, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4671).

Семейство Leptoceridae**42. *Ceraclea lobulata* (Martynov, 1935)**

= *Leptocerus miyakonis* Tsuda, 1942

МАТЕРИАЛ. 33 ♂, **K4**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь, ДВ (Якутия, Магаданская область, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье). Вне России: Китай (Хэйлунцзян), п-ов Корея, Монголия, Япония.

43. *Ceraclea sibirica* (Ulmer, 1906)*

МАТЕРИАЛ. 1 ♂, **K6**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический. В России: Сибирь (Читинская область), ДВ (Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье). Вне России: п-ов Корея, Монголия.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка.

44. *Ceraclea trilobulata* Morse, Yang et Levanidova, 1997

МАТЕРИАЛ. 6 ♂, **K4**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада, светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ)(6270); 1 ♂, **I2**: ручей (родник), приток р. Илистая, 11. 18.VII.1989 (ТЛ).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Эндемик бас. р. Амур. В России: Амурская область (р. Буря у с. Гуликовка)(Арефина-Армитэйдж, 2007), Приморский край (р. Уссури у с. Журавлёвка);

ЗАМЕЧАНИЕ. Редкий вид. Рекомендуется обеспечить условия по его охране.

45. *Ceraclea* sp. N

МАТЕРИАЛ. 3♂, **K4**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада (проба 28), светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самцы не ассоциированы с известными видами, возможно, новый для науки вид.

46. *Ceraclea* sp. 1 (large)

МАТЕРИАЛ. 1♀, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM-46).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самка не ассоциирована с известными видами.

47. *Ceraclea* sp. 2 (small)

МАТЕРИАЛ. 1♀, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM-46).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самка не ассоциирована с известными видами.

48. *Ceraclea* sp.

МАТЕРИАЛ. 3♀, **K6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самка не ассоциирована с известными видами.

49. *Mystacides bifida* Martynov, 1924

МАТЕРИАЛ. 1♀, **K15**: р. Комиссаровка – оз. Ханка у с. Троицкое (ст. 10), 22.VI.1997 (ТВ)(6111).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. Сибирь (Прибайкалье), ДВ (Якутия, Чукотка, Магаданская область, Камчатка, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье). Вне России: Монголия, Япония.

50. *Mystacides dentata* Martynov, 1924

МАТЕРИАЛ. 5♂, 4♀, **K3**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада (проба 28), светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ)(6270).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид, Ориентальная область. В России: Сибирь (Алтай, Прибайкалье), ДВ (Амурская область, Хабаровский край, Приморье). Вне России: Казахстан, п-ов Корея, Китай (Хэйлунцзян, Синьцзян), Тайвань, Мьянма.

51. *Mystacides sibirica* Martynov 1935*

МАТЕРИАЛ. 2♂, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM-46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь (Прибайкалье), ДВ (Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье); Китай (Хэйлунцзян, Хубэй), Монголия.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка.

52. *Oecetis brachyura* Yang et Morse, 1997*

МАТЕРИАЛ. 1♂, **К3**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада (проба 28), светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ)(6270).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика и Ориентальная область. В России: Сибирь, ДВ (Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Курилы (Кунашир)). Вне России: Китай (Гуйчжоу), Япония.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. р. Ханка.

53. *Oecetis lacustris* (Pictet, 1834)

МАТЕРИАЛ. 1♂, **К10**: р. Комиссаровка у с. Дворянка (ст. 26), светоловушка, 23–25.VI.1996 (ТВ)(5846).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктика и Ориентальная область. В России: европейская часть России, Сибирь, ДВ (Магаданская область, Камчатка, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Вьетнам, Китай, Тайвань (Malicky, 2014), Монголия.

54. *Oecetis tripunctata* (Fabricius, 1793)*

= *Oecetis buitenzorgensis* Ulmer, 1951,

МАТЕРИАЛ. 2♂, 3♀, **К3**: р. Комиссаровка у с. Барабаш-Левада (проба 28), светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ)(6270).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Австралийская область, Палеарктика, Ориентальная область. В России (Еврейская и Амурская области, Хабаровский край, Приморье). Вне России: Европа, Китай, Тайвань, Сев. Корея, Япония, Индонезия, Суматра, Непал, Тайланд, Папуа Новая Гвинея, Камбоджа, Малазия, Борнео, Сулавеси, Филиппины.

ТИП РАСПРОСТРАНЕНИЯ. AU and EP and OL and WP

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые приводится для бас. оз. Ханка, до этого указывался для р. Уссури (пос. Озерное) (Vshivkova, Tanida, 1995).

55. *Oecetis* sp.

МАТЕРИАЛ. 4♀, **С2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–46).

56. *Parasetodes respersellus* (Rambur, 1842)

= *Leptocella bakeri* Banks, 1913

= *Leptocella maculatus* Banks, 1911

= *Parasetodes ussuriensis* Martynov, 1935

= possibly, *Parasetodes maculatus*

МАТЕРИАЛ. 2♀, **К14**: оз. Ханка у с. Троицкое, 05.IX.1914 (Черский) (Мартынов, 1935).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктика и Ориентальная область. В России: Кавказ, европейская часть, Вне России: Европа, Китай (Аньхой, Фуцзянь, Гуйчжоу, Хубэй, Цзянси), Индия, Шри Ланка, Бурма, Филиппины, Непал, Суматра, Тайланд, Камбоджа, Мьянмар, Индонезия, Малазия, Борнео.

ЗАМЕЧАНИЕ. Возможен в устье р. Комиссаровка.

57. *Setodes* sp.

МАТЕРИАЛ. 1♂, Г1: р. Грушевая, выше с. Барабаш-Левада, кошение, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4669)(СУАС).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самец не ассоциирован с известными видами, возможно, новый для науки вид.

58. *Triaenodes qinglingensis* Yang et Morse, 2000***

МАТЕРИАЛ. 1♂, 3♀, C2: р. Студёная, у моста в районе с. Духовское, (проба 4), светоловушка, 17. IX.2015 (ТВ)(ICEM–46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Ориентальная область. В России: известен только из бас. оз. Ханка (бас. р. Студёная). Вне России: Китай, Япония, Тайланд, Лаос.

ЗАМЕЧАНИЕ. Новая находка для фауны России.

59. *Triaenodes pellectus* Ulmer, 1908

= *Triaenodella gracillima* AV Martynov, 1935

МАТЕРИАЛ. 2♀, C2: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка (проба 4), светоловушка, 17. IX.2015 (ТВ)(ICEM–46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Ориентальная область. Россия: Сибирь, ДВ (Еврейская область, Хабаровский край, Приморье, Курилы. Вне России: п-ов Корея, Китай, Япония, Вьетнам, Малазия, Тайланд, Суматра, Лаос.

60. *Triaenodes conspersus* Rambur (subspecies *yakutana* (Martynov)

МАТЕРИАЛ. 1♂, Г1: р. Грушевая, 07.VIII.1989 (ТЛ)(СУАС)(det. Levanidova IM).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктический вид (восточно-палеарктический подвид). В России: Якутия, Хабаровский край, Приморье. Вне России: Европа, Турция.

61. *Triaenodes zarudnyi* (Martynov, 1928)**

МАТЕРИАЛ. 1♂, C2: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктический вид. В России: Центральная Сибирь, ДВ (Хабаровский край, теперь – указывается для Приморья). Вне России: Иран.

ЗАМЕЧАНИЕ. Новая находка для Приморского края.

Семейство Limnephilidae**62. *Anabolia servata* (McLachlan, 1880)***

МАТЕРИАЛ. 1♂, M1: бас. р. Молоканка, с. Жариково, в доме Н.Ф. Кавун и Виноградов С.М., на свет лампы, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–48); 6♂, C2: р. Студёная у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь, Якутия, Амурская и Еврейская области, Приморье. Вне России: Северо-Восточный Китай, Монголия.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид указывается впервые для бас. оз. Ханка.

63. *Asynarchus amurensis* (Ulmer, 1905)

МАТЕРИАЛ. 1♂, **K5**: р. Комиссаровка, пойменный лес в окрестностях с. Барабаш-Левада, 03.VI.1980 (МН)(2833); 1♀, **K10**: р. Комиссаровка у с. Дворянка (ст. 26), светоловушка, 23–25.VI.1994 (БА)(5846).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Россия: Урал, Сибирь, ДВ (Магаданская область, Еврейская область, Хабаровский край, Приморье). Вне России: п-ов Корея, Монголия, Япония.

64. *Dicosmoecus jozankeanus* (Matsumura, 1931)*

= *Kogurea ezoensis* Kobayashi, 1962

Материал: лич., кук., **K3**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4936); лич., **T1**: р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4931); 1 лич., **C1**: р. Студёная, верховье, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4945).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: ДВ (Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Китай (Хэйлунцзян), п-ов Корея, Япония.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид указывается впервые для бас. оз. Ханка.

65. *Ecclisomyia kamtshatica* (Martynov, 1914)*

= *Praecosmoecus malaisei* Ulmer, 1927

МАТЕРИАЛ. 1♂, 1♀, **K1**: р. Комиссаровка, верховье, лесной участок, ст. 2, кошение, 18.VI.2015 (ТВ)(ИСЕМ–51); 2 кук. (мол.), **K9**: р. Комиссаровка, 10–15 км выше усадьбы Решетниковского лесхоза, 13–16.VI.1988 (ТТ)(4645).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь (Прибайкалье), ДВ (Чукотка, Магаданская область, Камчатка, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Китай (Гирин), Монголия, Япония (Хоккайдо).

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид указывается впервые для бас. оз. Ханка.

66. *Hydatophylax magnus* (Martynov, 1914)

Материал: 1♂, **T2**: р. Толочкина, кошение, 8.VIII.1989 (ТЛ)(4785)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России ДВ (Хабаровский край, Приморье, Курилы). Вне России: Юж. Корея.

67. *Hydatophylax nigrovittatus* (McLachlan, 1872)*

МАТЕРИАЛ. 1♀, р. Комиссаровка, верховье, открытый участок, ст. 1, кошение, 18.VI.2015 (ТВ)(ИСЕМ–51); 1♂, **K5**: р. Комиссаровка, пойменный лес, окрестности с. Барабаш-Левада, 26.V.1980 (КГ, МН)(2831); ♂♂, ♀♀, **K8**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165); 1♂, **K9**: р. Комиссаровка, 10–15 км выше усадьбы Решетниковского лесхоза, 13–16.VI.1988 (ТТ)(4645).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. Россия: Сибирь (Алтай, Прибайкалье), ДВ (Якутия, Чукотка, Магаданская область, Камчатка, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин). Вне России: Казахстан, Китай (Гаолинцзы) (Мартынов, 1935), Ю Корея, Монголия, Япония, Монголия.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид указывается впервые для бас. оз. Ханка.

68. *Hydatophylax* sp.

МАТЕРИАЛ. лич., **K3**: р. Комиссаровка, выше с. Барабаш-Левада, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4936); лич., **T1**: р. Толочкина, 500м выше впадения в р. Комиссаровка, 07–08. VIII.1989 (ТЛ)(4931, 4940)

69. *Limnephilus abstrusus* McLachlan, 1872*

МАТЕРИАЛ. 3♂, 2♀, **C1**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–48, ICEM-46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь (Прибайкалье), (ДВ: Якутия, Камчатка, Приморье). Вне России: Монголия.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка.

70. *Limnephilus correptus* MacLachlan, 1880

МАТЕРИАЛ. 1♀, **K10**: с. Дворянка, 25.VI.1994, светоловушка (БА)(5846); 3♂, 2♀, р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–46)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Амурская и Еврейская области, Приморье, Сахалин. Вне России: Китай (Хэйлунцзян, Гири, Ляонин, Сычуань), п-ов Корея, Япония (Хоккайдо).

71. *Limnephilus fuscovittatus* Matsumura, 1904**

= *Limnophilus subfuscus* Ulmer, 1907

МАТЕРИАЛ. 1♀, **K13**: р. Комиссаровка, средняя часть у с. Ильинка-Комиссарово (проба 2), кошение, 17.IX.2015 (ICEM–47).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Ориентальная область. В России: Центральная Сибирь, ДВ (Камчатка, Хабаровский край, Приморский край, Сахалин, Курилы). Вне России: Китай (Ляонин, Сычуань), п-ов Корея, Монголия, Япония (Хоккайдо, Хонсю, Сикоку, Кюсю).

ЗАМЕЧАНИЕ. Новая находка для Приморского края.

72. *Limnephilus sericeus* (Say, 1824)

= *Anabolia decepta* Banks, 1899

= *Limnephilus despectus* Walker, 1852

= *Limnephilus eminens* Betten, 1934,

= *Apatania fuscostigma* Matsumura, 1931

= *Limnephilus multifarius* Walker, 1852

= *Limnephilus perforatus* Walker, 1852

= *Phryganea pilosula* Zetterstedt

= *Limnophilus shimushirensis* Tsuda, 1942

МАТЕРИАЛ. 1♀, **K14**: с. Троицкое, 05.VIII.1909 (Черский)(Мартынов, 1935); 1♀, **M1**: бас. р. Молоканка, с. Жариково, в доме Кавун Н.Ф. и Виноградов С.М., на свет лампы, 17.IX.2015 (ТВ) (ICEM–48).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Голарктический вид. В России: от Европы до Сахалина и Курил. Вне России: Европа, п-ов Корея, Япония, США.

73. *Limnephilus* sp.

МАТЕРИАЛ. 1 лич, **K2**: р. Комиссаровка, верховье, открытое место (ст. 1), сбор с поверхности дна, 18.VI.2015 (ТВ)(ICEM–51); 1 лич., **K-15**: р. Комиссаровка, у с. Троицкое, сбор с поверхности дна, 25.VII.1997 (ТВ)(5982).

74. *Nemotaulius admorsus* (MacLachlan, 1866)

= *Glyphotaelius japonicus* Iwata, 1927

МАТЕРИАЛ. 1♂, **K6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК); 1♂, **K3**: выше с. Барабаш-Левада, 14–15.VII.1995 (ВП)(6174).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь, ДВ (Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Китай (Хэйлунцзян), Юж. Корея, Монголия, Япония.

75. *Nemotaulius* sp.

МАТЕРИАЛ. 3♀, **K6**: р. Комиссаровка, 20–30.V.1972 (Нечаев В.)(126).

76. *Philarctus rhomboidalis* Martynov, 1924

= *Philarctus dmitrievkae* Nimmo, 1995

Материал: 21♂, 8♀, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ICEM–46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктический вид. В России: Урал, Сибирь (Тува, Читинская область, Прибайкалье), ДВ (Приморье, Сахалин). Вне России: Монголия.

77. *Thermophylax tyoployensis* Nimmo, 1995**

Материал: 1♂, **M1**: бас. р. Молоканка, с. Жариково, в доме Кавун Н.Ф. и Виноградова С.М., на свет лампы, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–48); 4♂, р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, светоловушка (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Хабаровский край, Юж. Приморье.

ЗАМЕЧАНИЕ. Новая находка для Приморского края. До настоящего времени был известен только из одной точки – оз. Тёплое (Хабаровский край). Редкий вид, нуждается в особой охране.

Семейство Molannidae**78. *Molanna moesta* Banks, 1906**

= *Molanna falcata* Ulmer, 1908

= *Molanna stenoptera* Navas, 1933

МАТЕРИАЛ. 2♂, 3♀, **K15**: р. Комиссаровка, устье, у с. Троицкое (ст. 19), 22.VI.1997 (ТВ)(6111); 1♀, **K10**: с. Дворянка (ст. 26), светоловушка, 23–25.VI.1994 (БА)(5846); 5♂, 4♀, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, светоловушка № 1 (проба 4), 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–46); 19♂, 20♀, там же, светоловушка № 2, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM–48).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Ориентальная область. В России: Сибирь, ДВ (Якутия, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Казахстан (Olah, 2010), Китай (Гуандун, Гуйчжоу, Хэйлунцзян, Сычуань, Юньнань), п-ов Корея, Монголия, Япония (Хоккайдо, Хонсю, Сикоку, Кюсю), Вьетнам.

79. *Molanna* sp.?

МАТЕРИАЛ. 1♂, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка, кошение, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4671).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самец не ассоциирован с известными видами.

80. *Molannodes tinctus* (Zetterstedt, 1840)*

= *Molannodes bergi* Ross, 1952

= *Molannodes steinii* McLachlan, 1872

= *Molannodes zelleri* McLachlan, 1866

МАТЕРИАЛ. 1♀, **K6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Голарктический вид. В России: от европейской части до Сахалина и Курил. Вне России: Европа, Монголия, США (Аляска).

ЗАМЕЧАНИЕ. Новая находка для бас. оз. Ханка.

Семейство Philopotamidae

81. *Dolophilodes* sp.*

МАТЕРИАЛ. 1 лич., **C1**: р. Студёная, верховье, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4945).

ЗАМЕЧАНИЕ. Первое указание рода *Dolophilodes* для бас. оз. Ханка.

82. *Kisaura aurascens* (Martynov, 1934)*

= *Dolophilodes hapirensis* Botosaneanu, 1970

= *Dolophilodes kisoensis* Tsuda, 1939

МАТЕРИАЛ. 1♂, 1♀, **K4**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада (проба 28), светловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ)(6270).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический. В России: Приморье. Вне России: п-ов Корея.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка.

Семейство Phryganeidae

83. *Agrypnia czerskyi* (Martynov, 1924)

МАТЕРИАЛ. 2♂, 5♀, **C2**: р. Студёная, у моста между сёлами Жариково и Нестеровка (проба 4), светловушка № 1, 17.IX.2015 (ICEM-46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктический. В России: Сибирь (Прибайкалье, Читинская область), ДВ (Якутия, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Европа (Швеция, Финляндия); Китай (Хэйлунцзян, Гирин, Ляонин), п-ов Корея, Монголия.

84. *Agrypnia sahlbergi* (McLachlan, 1880)

МАТЕРИАЛ. 1♂, **K14**: с. Троицкое, (дата не указана) (Солдатов)(Мартынов, 1935).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Голарктический вид. В России: Центральная Сибирь, ДВ (Якутия, Чукотка, Магаданская область, Камчатка, Амурская область, Хабаровский край, Приморье, Курилы). Вне России: Европа (Швеция, Финляндия), США (Аляска).

ЗАМЕЧАНИЕ. Указан из бас. оз. Ханка только по материалам А.В. Мартынова (1935).

85. *Sembris phalaenoides* (Linnaeus, 1758)

= *Holostomis coreana* Kuwayama, 1967

= *Phryganea daurica* Fischer von Waldheim, 1820

= *Phryganea speciosa* Olivier, 1791

МАТЕРИАЛ. 1 лич., **C1**: р. Студёная, верховье, 08.VIII.1989 (ТЛ)(4945).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Палеарктический вид. В России: от европейской части до Сахалина. Вне России: Европа, Китай (Хэйлунцзян), п-ов Корея, Монголия, Япония (Хонсю).

Семейство Polycentropodidae**87. *Neucentropus mandjuricus* Martynov, 1907**

= *Kyopsyche japonicus* Tsuda, 1942

= *Neureclipsis kyotoensis* Iwata, 1927

= *Neureclipsis mongolica* Schmid, 1968

МАТЕРИАЛ. 1♂, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка (проба 4), светловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM-46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Россия: Хабаровский край, Приморье. Вне России: Китай (Цзянсу,

Цзянси, Ляонин, Гирин, Хэйлунцзян), Монголия, Япония, Вьетнам.

86. *Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus, 1758)

МАТЕРИАЛ. 1♀, **C2**: р. Студёная, у моста в районе с. Духовское (проба 4), светловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM-46).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Голарктический вид. В России: от европейской части до Сахалина. Вне России: Европа, Казахстан, Туркестан, Южный Кавказ, Монголия.

88. *Plectrocnemia wui* (Ulmer, 1932)*

МАТЕРИАЛ. 3♂, 7♀, **K4**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада (проба 28), светловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: ДВ (Еврейская область, Приморский край, Сахалин). Вне России: Казахстан, Китай (Пекин, Хэйлунцзян, Хэнань, Чжэцзян), п-ов Корея, Япония.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указан для бас. оз. Ханка.

89. *Polycentropodidae* gen. sp.

МАТЕРИАЛ. 1♀, **C2**: р. Студёная, у моста у моста между сёлами Жариково и Нестеровка (проба 4), светоловушка, 17.IX.2015 (ТВ)(ICEM-46).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самка не ассоциирована с известными видами.

Семейство Psychomyiidae**90. *Metalype uncatissima* (Botosaneanu 1970)***

МАТЕРИАЛ. 3♂, 8♀, **K4**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада (проба 28), светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Приморье. Вне России: Япония.

ЗАМЕЧАНИЕ. Впервые указан для бас. оз. Ханка. Вид локального распространения в России – не отмечен за пределами Приморского края.

91. *Psychomyia flavida* Hagen, 1861*

= *Psychomyiella composita*, Martynov, 1910

= *Psychomyia moesta* Banks, 1907,

= *Psychomyia pulchella* Banks, 1899

МАТЕРИАЛ. 3♂, 8♀, **K4**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада (проба 28), светоловушка, 18.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК)(6270); 16♂, 1♀, **K10**: р. Комиссаровка у с. Дворянка, ст. 26, 23–25.VI.1994 (БА)(5846).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Неарктика. В России: Сибирь, ДВ (Амурская и Еврейская области, Хабаровский край). Вне России: Монголия; Япония (Хоккайдо), США.

ЗАМЕЧАНИЕ. Первое указание вида для бас. оз. Ханка.

92. *Psychomyia* sp.

МАТЕРИАЛ. 1♀, **K6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самка не ассоциирована с известными видами.

Семейство Rhyacophilidae**93. *Rhyacophila coreana* Tsuda, 1940***

МАТЕРИАЛ. 2♂, **K6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК); 5 лич., **K8**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический (палеархеоарктический материковый). В России: Еврейская область, Хабаровский край, Приморье. Вне России: Китай (Хэйлунцзян), п-ов Корея.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указан для бас. оз. Ханка. Леванидова (1986) указывала для Курил (о. Итуруп), однако данные требуют подтверждений.

94. *Rhyacophila impar* Martynov, 1914*

= *Rhyacophila tacita* Tsuda, 1940

МАТЕРИАЛ. 2♂, **K1**: р. Комиссаровка, верховье, лесной участок, ст. 2, 18.VI.2015 (ТВ)(ICEM-51); 3♂, 7♀, **K8**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь, ДВ (Магаданская область, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин). Вне России: Казахстан, п-ов Корея, Монголия, Япония.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указан для бас. оз. Ханка.

95. *Rhyacophila lata* Martynov, 1918*

МАТЕРИАЛ. 1 ♂, **K3**: р. Комиссаровка, выше с. Барабаш-Левада, кошение, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4670); 2 предкук., **K6**: там же, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4936); 9♂, **K6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК); 1 лич., **K8**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165); 1 предкук., **G2**: р. Грушевая, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4929).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь (Алтай, Читинская область), ДВ (Якутия, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Казахстан, Китай (Хэйлунцзян), п-ов Корея, Монголия.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указан для бас. оз. Ханка.

96. *Rhyacophila manuleata* Martynov, 1934*

МАТЕРИАЛ. 3♂, **K1**: р. Комиссаровка, верховье, лесной участок, ст. 2, кошение, 18.VI.2015 (ТВ)(ICEM-51).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид (палеархеоарктический материковый). В России: ДВ (Южное Приморье). Вне России: п-ов Корея.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка. Малицкий (Malicky, 2014) синонимизировал вид с *Rhyacophila kawamurae* Tsuda, 1940, и, вследствие этого, расширил его распространение, указав п-ов Корея, Японию и Тайвань. Сравнение наших экземпляров *Rh. manuleata* с островными и материковыми экземплярами *Rh. kawamurae*, заставили нас усомниться в идентичности этих видов и заняться ревизией материала и детальным исследованием морфологии; предполагается провести видов на основе молекулярно-генетического анализа; результаты будут изложены в отдельной публикации. В настоящей статье мы рассматриваем *Rh. manuleata* в узком смысле и указываем распространение *Rh. manuleata* s.str.

97. *Rhyacophila* aff. *nana* Levanidova, Schmid et al., 1993

МАТЕРИАЛ. 1 лич. (мол.), **T1**: р. Толочкина, 500 м выше впадения в р. Комиссаровка, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4931).

ЗАМЕЧАНИЕ. Личинка близка *Rhyacophila nana* Levanidova, Schmid et al., 1993 (указан из Амурской области и Хабаровского края) и Монголии, но отсутствие имагинального материала не позволяет нам утверждать, что это именно *Rh. nana*.

“Reported from Siberia (Chita Region) by VD Ivanov & SI Melnitsky, 2007, Braueria 34: 32

98. *Rhyacophila narvae* Navas, 1926*

= *Rhyacophila vepulsa* Milne, 1936

МАТЕРИАЛ. 1♂, **K1**: р. Комиссаровка, верховье, лесной участок, ст. 2, кошение, 18.VI.2015 (ТВ)(ICEM–51).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Голарктический вид. В России: Сибирь (Прибайкалье), ДВ (Магаданская область, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край). Вне России: п-ов Корея, Сев. Америка.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка. Есть некоторые различия от *Rh. narvae* из других районов Приморского края, требуется дополнительное изучение для подтверждения идентичности. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка.

99. *Rhyacophila retracta* Martynov, 1914

= *Rhyacophila uenoi* Tsuda, 1940

МАТЕРИАЛ. 2♂, **K1**: р. Комиссаровка, верховье, лесной участок, ст. 2, кошение, 18.VI.2015 (ТВ)(ICEM–51); 1♂, **K3**: р. Комиссаровка, выше с. Барабаш-Левада, кошение, 07.VIII.2015 (ТЛ)(4670).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Ориентальная область. Россия: Сибирь (Алтай, Прибайкалье), ДВ (Магаданская область, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Китай (Хэйлунцзян, Гирин), п-ов Корея, Монголия, Япония (Хоккайдо).

100. *Rhyacophila* gr. *sibirica*

МАТЕРИАЛ. лич., **K8**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 11.VI.1987 (ВТ)(4165).

101. *Rhyacophila vicina* Botosaneanu, 1970*++

МАТЕРИАЛ. 2♂, **K1**: р. Комиссаровка, верховье, лесной участок, ст. 2, кошение, 18.VI.2015 (ТВ)(ICEM–51).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Эндемик Восточно-Манчжурских гор. Восточно-палеарктический вид, палеархеарктический материковый, узкое распространение в отрогах Восточно-Манчжурских гор. В России: Юж. Приморье (Пограничный и Хасанский районы). Вне России: п-ов Корея.

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка. До этого в России *Rhyacophila vicina* указывался только из заповедника «Кедровая Падь» (Хасанский район).

102. *Rhyacophila* sp.

МАТЕРИАЛ. 1♀, **K6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК).

ЗАМЕЧАНИЕ. Самка не идентифицирована с известными видами.

Семейство Stenopsychidae**103. *Stenopsyche marmorata* Navas, 1920***

= *Stenopsyche japonica* Martynov, 1926

= *Stenopsyche sachalinensis* Matsumura, 1931

МАТЕРИАЛ. 4♂, 3♀, **К5**: р. Комиссаровка, пойменный лес, окрестности с. Барабаш-Левада, 03.VI.1980, 27.VI.–02.VII.1980 (КГ, МН)(2832, 2833, 2834, 2835); 1♂, **К6**: р. Комиссаровка, у с. Барабаш-Левада, кошение, 19.VII.1998 (ТВ, ДМ, СК); 1 предкук., **К9**: р. Комиссаровка, у усадьбы Решетниковского лесхоза, 13–16.VI.1988 (ТТ) (4645); 1 лич., **Ч1**: р. Чапаевка, выше с. Чапаево, 11.VIII.1982 (ЕМ)(2697); 1 предкук., **Г2**: р. Грушевая, 07.VIII.1989 (ТЛ)(4929).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточная Палеарктика, Ориентальная область. В России: Сибирь (Алтай, Читинская, Прибайкалье), ДВ (Сахалин, Курилы). Вне России: Казахстан, Китай (Пекин, Хэйлунцзян, Хубэй, Гири, Шаньси, Сычуань, Синьцзянь), п-ов Корея, Япония (Хоккайдо, Хонсю, Сикоку, Кюсю).

ЗАМЕЧАНИЕ. Вид впервые указывается для бас. оз. Ханка.

Семейство Thremmatidae

104. *Neophylax ussuriensis* (Martynov, 1914)*

= *Neophylax uenoi* Tsuda, 1942

МАТЕРИАЛ. 2 лич. (мол.), **К9**: р. Комиссаровка, 10–15 км выше усадьбы Решетниковского лесхоза, 13–16.VI.1988 (ТТ)(4645).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Восточно-палеарктический вид. В России: Сибирь (Алтай, Саяны, Читинская область, Прибайкалье, Бурятия), ДВ (Якутия, Амурская и Еврейская области, Хабаровский край, Приморье, Сахалин, Курилы). Вне России: Япония (Хоккайдо).

ЗАМЕЧАНИЕ. Первая находка в бас. оз. Ханка.

Заключение

Фауна ручейников Западного Приханковья представлена 104 видами из 104 вида из 48 родов и 21 семейств. Из них – 1 вид является новой находкой для фауны России (*Triaenodes qinglingensis* Yang et Morse, 2000), 3 вида – новые для Приморского края: *Triaenodes zarudnyi* (Martynov, 1928), *Limnephilus fuscovittatus* Matsumura, 1904, *Thermophylax tyoployensis* Nimmo, 1995). Перечисленные виды, кроме *L. fuscovittatus*, отмечены единичными находками в локальных районах и рекомендуются для внесения, по крайней мере, в Красную Книгу Приморского края. Часть видов не идентифицированы с известными и, возможно, являются новыми для науки.

Благодарности

Выражаю искреннюю благодарность за предоставленный материал сотрудникам Лаборатории пресноводной гидробиологии Биолого-почвенного института ДВО РАН Макаренченко Е.А., Тиуновой Т.М., Тесленко В.А.; Л.А. Прозоровой и К. Фоменко за помощь в организации экспедиции и сборе материала в бас. оз. Ханка; Кавун Н.Ф. и Виноградова С.М. (представителям общественного экологического агентства, ОЭА) с. Жариково за размещение и консультации по экологическим проблемам бас. р. Комиссаровка во время работы в окрестностях рр. Комиссаровка и Студёная в 2015 г.

Литература

- Вшивкова Т.С. 1995.** Фауна ручейников бассейна озера Ханка (Insecta, Trichoptera) // Проблемы сохранения водно-болотных угодий международного значения: озеро Ханка. Труды международной научно-практической конференции. Спасск-Дальний. С. 80–85.
- Вшивкова Т.С. 2005.** Амфибиотические насекомые бассейна озера Ханка // Дальневосточная конференция по заповедному делу, 7-я. Биробиджан. С. 65–68.
- Вшивкова Т.С., О.С. Флинт, Р.В. Холзентал, К.М. Чер, П.Б. Франдсен. 2013.** Первые данные по фауне ручейников (Insecta: Trichoptera) водотоков и водоёмов бассейна залива Восток залив Петра Великого (Приморский край) // Жизнь пресных вод. Вып. 1. Владивосток. С. 123–143.
- Лабай В.С., Рогогнев М.Г. 2005.** Состав, структура и сезонная динамика макробентоса озера Тунайча (Южный Сахалин) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Т. 3. С. 62–94.
- Леванидова И.М. 1982.** Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР. Фаунистика, экология, зоогеография Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera. Л.: Наука. 215 с.
- Мартынов А.В. 1935.** Ручейники (Trichoptera) Амурского края // Труды Зоологического института. Т. 2. Вып. 2–3. Ленинград: Наука. С. 205–395.
- Arefina T.I., Vshivkova .S. & Morse J.C. 2002.** New and interesting Hydroptilidae (Insecta: Trichoptera) from the Russian Far East // Proceedings of the 10th International Symposium on Trichoptera (Germany). V. 15. P. 96–106.
- Malicky, H. 2014.** Köcherfliegen (Trichoptera) von Taiwan, mit Neubeschreibungen Linzer biologische Beiträge 0046. Bd 2. S. 1607–1646.
- Morse, J.C.** Trichoptera World Checklist // <http://www.clemson.edu/cafls/departments/esps/database/trichopt/> [accepted in 20.06.2016].
- Morse J.C., Tanida K., Vshivkova T.S. 2001.** The Caddisflies (Trichoptera) Fauna of Four Great Asian Lakes: Baikal, Hovsgol, Khanka, Biwa // Proceeding of the First Joint Meeting and Symposium of Aquatic Entomologists' Societies in East Asia (AESEA Meeting), May 17–20, 2000, Chiaksan, Korea: Chiaksan. P. 97–116.
- Vshivkova T.S., Tanida K. 1995.** Caddisfly fauna (Insect, Trichoptera) of the Ussuri River (Russian Far East, Primorye) // Report of the work supported by Japanese Society for Promotion of Science. V. 3. P. 51–59.

ФЕНОЛОГИЯ ПОДЁНОК (EPHEMEROPTERA, INSECTA) ВОДОТОКОВ БАССЕЙНА РЕКИ БУРЕЯ

Е.А. Горовая

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100 лет Владивостоку, 159,
Владивосток, 690022, Россия, E-mail: brouny@mail.ru*

Впервые приводятся данные по срокам вылета имаго 42 видов подёнок, обитающих в водотоках бассейна р. Буря. Отмечено проявление раннелетнего, летнего и позднелетнего характера лёта. Проведён анализ фенологии вылета имаго подёнок в верхнем, среднем и нижнем течении р. Буря.

MAYFLIES PHENOLOGY (EPHEMEROPTERA, INSECTA) OF THE BUREYA RIVER CATCHMENT AREA STREAMS

E.A. Gorovaya

*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences,
Far East Branch, 100 let Vladivostoku Avenue 159,
Vladivostok, 690022, Russia, E-mail: brouny@mail.ru*

The paper provides original data on the timing of imago emergence for 42 species of mayfly, inhabiting the Bureya River catchment area streams. There was observed manifestation of early summer, summer and late summer nature of emergence. Analysis of mayflies imago emergence in the upper, middle and lower reaches of the Bureya River has been done.

Исключительность бассейна р. Буря во многом определяется его географическим положением, сложной орографией и муссонным климатом. При этом фауна подёнок района также характеризуется многообразием и специфичностью, что подтверждается рядом работ, содержащих видовые списки и сведения о распределении этих насекомых в исследованных водотоках (Тиунова, 2007; Тиунова 2014а). Проведенное в данной работе обобщение материалов по имагинальным сборам 42 из 68 видов подёнок, известных для данного района (Тиунова, 2014а), позволяет определить сроки одной из важнейших фенологических характеристик жизненного цикла представителей отряда Ephemeroptera – вылета крылатой формы.

Материалы и методы

Для выявления особенностей фенологии подёнок использованы материалы, полученные в ходе периодических работ по обследованию бассейна р. Буря с 1997 по 2014 гг. (Тиунова, 2007; Тиунова 2014а): пересмотрены коллекции и проанализированы данные по имагинальным (42 вида) и личиночным (стадия зрелой личинки) (два вида) сборам подёнок.

Сроки работ на водотоках бассейна р. Буря (с последних чисел июня по сентябрь включительно) позволяют охватить период интенсивного лёта большинства видов подёнок юга Дальнего Востока России (Горová, 2014).

Верхняя точка сбора имаго – р. Ниман, берущая начало в отрогах хребта Эзоп и являющаяся самым крупным притоком реки Бурей. Бассейн р. Ниман расположен в горной, сложной по рельефу лесистой местности. Ширина русла в нижнем течении составляет 200 м, глубины – до 3 м. Питание преимущественно дождевое. Ледостав приходится на конец октября – ноябрь, вскрытие реки происходит в первой половине мая. Река Ниман имеет многочисленные притоки, водосборы которых располагаются на хребтах Эзоп, Туран, а также в отрогах Буреинского хребта (р. Нимакан).

Ниже устья р. Ниман, в пределах Верхнебуреинской равнины, вытянутой на 80 км с северо-востока на юго-запад между хребтами Дусе-Алинь, Буреинский и Турана, располагается средняя часть бассейна р. Бурей. Река протекает в узкой долине с неразвитой поймой, ширина русла – 200-250 м, скорость течения на плёсах – 1 м/с, на перекатах – 2-2,5 м/с. Основными притоками Буреи здесь являются реки Ургал, Солони, Дубликан и Дикан, имеющие извилистые русла в широких заболоченных равнинах. Река Солони протяженностью 111 км, является правобережным притоком р. Дубликан и имеет большое количество собственных притоков. В верхнем и среднем течении русло умеренно извилистое, ложе каменистое. Ширина русла 25 м, глубина до 2 м. В зимнее время р. Солони покрывается льдом, на некоторых участках развиваются наледи.

В 41 км от устья в р. Ургал впадает р. Чегдомын, имеющая 56 притоков, каждый длиной менее 10 км. Это река горного типа. Появление первых ледяных образований на ней обычно приурочено к концу октября, вскрытие – в первой половине мая. Характерно полное промерзание водотока.

Ниже с. Пайкан р. Бурей выходит из гор и до устья течёт в пределах предгорий кряжа Турана и хр. Малый Хинган по Зейско-Буреинской равнине: долина расширяется до 4-6 км, а ниже по течению – до 15-20 км. Русло, шириной 300-400 м, ограниченное низкими берегами, расчленяется на рукава и протоки, образующие многочисленные острова. Скорость течения на плёсах – 0,5-1 м/с, на перекатах – 1,5-2 м/с. В 174 км от устья расположен створ строящейся ГЭС, водохранилище которой распространяется по р. Бурей на 236 км. Значительными правобережными притоками ниже пос. Талакан и до пос. Новобурейский являются реки Синель, Пайканчик, Большие и Малые Симичи, Дея. Нижние точки сбора материала на р. Бурей – близ с. Малиновка.

Вся территория бассейна р. Бурей расположена в зоне многолетней мерзлоты. В связи с этим, существенная роль в формировании стока принадлежит подземным водам. Увеличение их запаса непрерывно происходит в течение всего летнего периода, чему способствуют обильные дожди и оттаивание почвы. Среднегодовая сумма осадков в северной части бассейна – 721 мм, в центральной – 714 мм, в южной – 635 мм.

Продолжительность безморозного периода на севере района составляет 158 дней, на юге – 192. Переход среднесуточных температур воздуха через 0°C осенью обычно происходит в первых числах октября, весной – в конце апреля в северной части, а в южной – в двадцатых числах октября и первой декаде апреля соответственно. В самый тёплый месяц (июль) абсолютный максимум температуры может достигать 37°C на севере района и 41°C – на юге. Средняя июльская температура воздуха в северной части составляет 15,2°C, в центральной – 18,9°C, в южной – 20,6-20,9°C.

Результаты

В водотоках бассейна р. Буряя собраны имаго четырёх видов подёнок из группы с раннелетним периодом лёта (Горовая, 2014): *Ecdyonurus simplicioides*, *Siphonurus lacustris*, *Ephemerella mucronata* и *Ephemerella strigata*, вылет которого на юге Дальнего Востока строго приурочен к июню-июлю, а также *Metretopus alter*, *Ecdyonurus aspersus* и *Drunella cryptomeria*, отнесенные к данной группе впервые.

Сроки вылета *Metretopus alter* на р. Большие Симичи (29.06.2013) и руч. Куруктаж (10.07.2012) аналогичны таковым у данного вида в Монголии (Kluge, 1995). Однако сборы имаго в Читинской области датируются концом июля – первой половиной сентября (Kluge, 1995), на севере Финляндии – первыми числами сентября (Engblom et al., 1993), что свидетельствует о существовании физиологических особенностей, зависящих от условий места обитания личинки.

Самые ранние регистрации имаго *Drunella cryptomeria* на Дальнем Востоке датируются серединой июля и сбор крылатых особей на р. Буряя (ниже с. Малиновка) 03.07.2014 г. расширяет известные временные рамки лёта этого вида. Аналогично этому, сборы имаго *Ecdyonurus aspersus*, отнесенного к группе с летним периодом вылета (Горовая, 2014), в бассейне р. Буряя (на р. Пайканчик при $t_{\text{воды}} 15-18,3^{\circ}\text{C}$) происходили только в первой половине июля (рис. 1), что свидетельствует о проявлении раннелетнего характера лёта.

Строгая приуроченность вылета имаго в летний период (июль-август) отмечена для шести видов подёнок из одноименной группы (*Cinygmula unicolorata*, *Rhithrogena klugei*, *Metretopus tertius*, *Isonychia ivani*, *I. sexpetala*, *Ephemerella nuda* f. *thymalli*), а также для *Ephoron nigridorsum*.

Сборы имаго *Isonychia ussurica sibirica*, относящегося к группе подёнок с позднелетним периодом лёта (август-сентябрь), датированы серединой августа и серединой сентября в разные годы (2003 г. и 2004 г. соответственно).

Наиболее многочисленны регистрации крылатых форм подёнок из группы с растянутым периодом лёта. При этом узкие временные рамки вылета, определяемые единичными отловами, отмечены для 11 видов: *Cinygmula kurenzovi*, *Siphonurus immanis*, *Baetis (Baetis) fuscatus*, *B. (B.) vernus*, *Procloeon pennulatum*, *Ephemerella aurivillii*, *Serratella setigera* (раннелетний период); *Heptagenia flava* (летний период); *Potamanthus luteus oriens*, *Ecdyonurus abracadabrus*, *Caenis maculata* (позднелетний период).

Повторные сборы имаго *Rhithrogena sibirica* и *Siphonurus zhelochovtsevi* выявляют временные интервалы раннелетнего лёта этих видов (рис. 1). При этом вылет *Rhithrogena sibirica* в низовьях р. Буряя (у пос. Новобурейский) отмечался в более ранние сроки, чем в средней и верхней частях бассейна – 26 июня и 13-15 июля соответственно.

Довольно продолжительные периоды зафиксированного и вероятного летнего вылета имаго также зарегистрированы у *Ephemerella sachalinensis*, *Rhithrogena bajkovaе*, *R. lepnevae*, *Drunella triacantha* и *Torleya padunica*.

Длительный, свыше двух месяцев, лёт отмечен у двух видов подёнок: *Ecdyonurus joernensis* и *Heptagenia sulphurea* (летний и позднелетний характер лёта). Все имагинальные сборы *Ecdyonurus joernensis* приурочены к нижней части русла р. Буряя (близ пос. Новобурейский, сел Куликовка и Гуликовка), $t_{\text{воды}}$ от $9,6^{\circ}\text{C}$ (19.07.2006 г.)

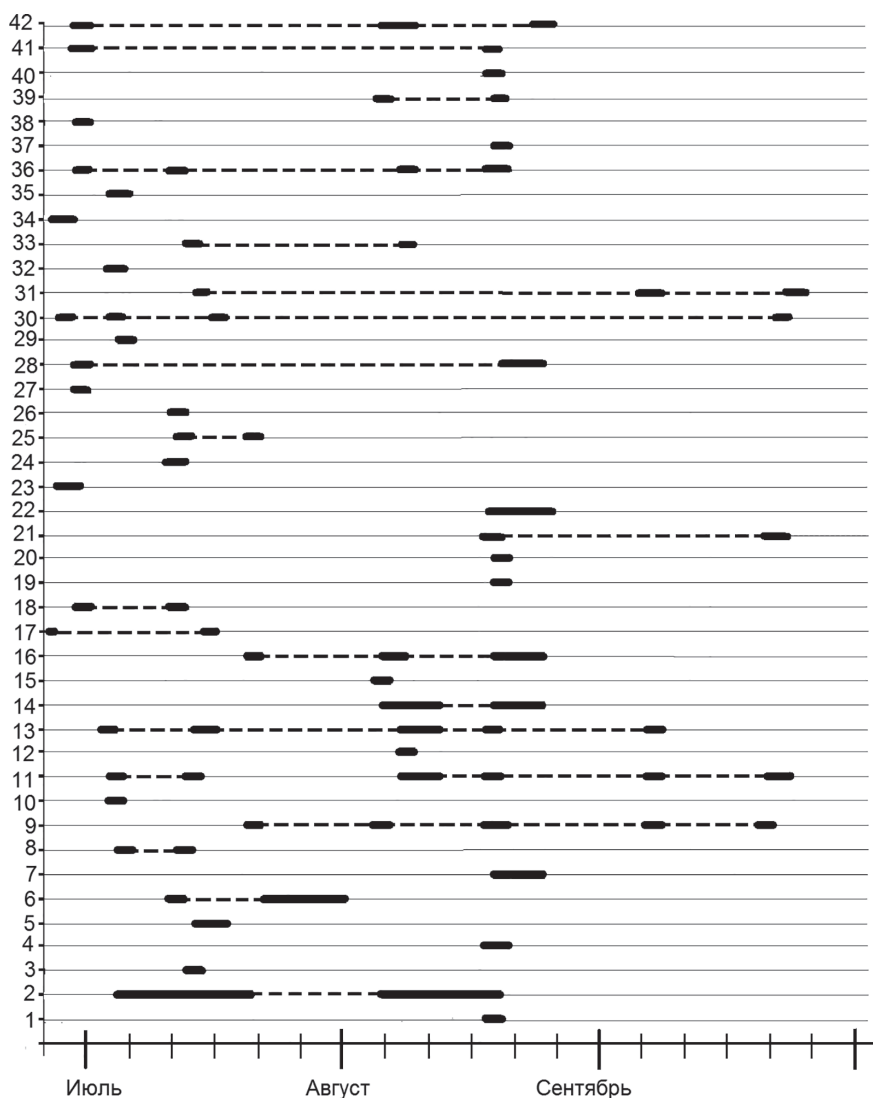


Рис. 1. Продолжительность регистрации имаго подёнок (— фактический, ---- вероятный лёг): 1 – *Potamanthus luteus oriens* Bae & McCafferty, 2 – *Ephemera sachalinensis* Matsumura, 3 – *E. strigata* Etn, 4 – *Ephoron nigridorsum* (Tshern.), 5 – *Cinygmula kurenzovi* (Bajkova), 6 – *C. unicolorata* Tshernova, 7 – *Ecdyonurus (Atopopus) abracadabrus* Kluge, 8 – *E. (Afghanurus) aspersus* Kluge, 9 – *E. (A.) joernensis* Bngts., 10 – *E. (A.) simplicoides* (McD.), 11 – *Epeorus (Belovius) pellucidus* (Brodsky), 12 – *Heptagenia (Heptagenia) flava* Rostock, 13 – *H. (H.) sulphurea* (Müller), 14 – *Rhithrogena bajkovae* Sowa, 15 – *R. klugei* Tiunova, 16 – *R. lepnevae* Brodsky, 17 – *R. sibirica* Brodsky, 18 – *Metretopus alter* Bngts., 19 – *M. tertius* Tiunova, 20 – *Isonychia ivani* Tiunova & Gorovaya, 21 – *I. ussurica sibirica* Tiunova, Kluge & Ishiwata, 22 – *I. sexpetala* Tiunova, Kluge & Ishiwata, 23 – *Siphonurus immanis* Kluge, 24 – *S. lacustris* (Etn), 25 – *S. zhelochovtsevi* Tshern., 26 – *Baetis (Baetis) fuscatus* L., 27 – *B. (B.) vernus* Curtis, 28 – *Baetiella tuberculatus* (Kazlauskas), 29 – *Procloeon pennulatum* (Eaton), 30 – *Neoleptophlebia japonica* (Matsumura), 31 – *Paraleptophlebia strandii* Etn, 32 – *Drunella cryptomeria* (Imanishi), 33 – *D. triacantha* Tshern., 34 – *Ephemerella aurivillii* Bngts., 35 – *Ephemerella (Draconia) mucronata* (Bngts.), 36 – *Serratella ignita* (Poda), 37 – *Ephemerella (Vittapallia) nuda* f. *thymalli* Tshern., 38 – *Serratella setigera* (Bajkova), 39 – *Torleya padunica* Kazlauskas, 40 – *Caenis maculata* (Tshern.), 41 – *C. miliaria* (Tshern.), 42 – *C. rivulorum* Etn.

до 20,6°C (17.08.2003). Крылатые формы *Heptagenia sulphurea* отмечены у водотоков на всём протяжении бассейна р. Буря в близкие календарные сроки.

С учётом сведений по жизненным циклам и фенологии подёнок стабильный раннелетний и летний продолжительный лёт следует предположить у *Serratella ignita*, *Caenis miliaria*, *Caenis rivulorum*; раннелетний, летний и позднелетний – у *Baetiella tuberculata*, *Neoleptophlebia japonica*, *Paraleptophlebia strandii*. Для *Epeorus pellucidus*, имеющего на юге Приморского края бивольтинный зимне-летний жизненный цикл (Тиунова, 2014б), в бассейне р. Буря предполагается наличие двух периодов лёта: ранне- и позднелетнего (рис. 1).

Крылатые формы *Baetiella tuberculata*, *Caenis miliaria*, *Caenis rivulorum* отсутствуют среди июльских сборов, *Neoleptophlebia japonica*, *Paraleptophlebia strandii* – среди августовских, что на сегодняшний день не имеет объяснения. Однако, исходя из общей картины лёта подёнок на юге Дальнего Востока в целом (Горová, 2014), вылет этих видов в указанные периоды вполне вероятен.

Сбор зрелых личинок *Ameletus montanus rossicus* (реки Чегдомын, Эльганджа, Ургал) и *Ameletus montanus arlecchino* (р. Чегдомын) в середине июля свидетельствует о выходе имаго в летний период.

Таким образом, в раннелетний период (июнь-июль) в бассейне р. Буря зарегистрирован вылет имаго 23 видов подёнок. Это обитатели тепловодных и умеренно тепловодных, а также умеренно тепловодных и умеренно холодноводных водотоков, представленные в группе в равной мере. Средний диапазон температуры воды при этом колеблется в пределах 11,4-15,1°C. Сборы крылатых особей в этот период происходили на рр. Буря, Ниман, Нимакан, Ургал, Чегдомын, Солони, Пайканчик, Большие Симичи, Дея и на ручье Куруктаж. При этом абсолютное большинство имаго подёнок было отловлено на водотоках нижней части р. Буря (19 видов), четыре вида – на водотоках среднего течения и один (*Rhithrogena sibirica*) – верхнего.

В летний период (июль-август) отмечен вылет 16 видов подёнок и предполагается лёт ещё четырёх. В группе преобладают обитатели тепловодных и умеренно тепловодных водотоков. Сборы данного периода приурочены к средней части водосбора р. Буря, однако по одному виду отмечено в его верхней (*Heptagenia sulphurea*) и нижней (*Ephemera sachalinensis*) частях. Вылет большинства подёнок проходил при температуре воды 18,6-20,4°C. Однако для *Ephemera sachalinensis* и *Rhithrogena lepnevae* также отмечен лёт при $t_{\text{воды}} 9,6^{\circ}\text{C}$, а для *Cinygmula unicolorata* на р. Чегдомын – при $t_{\text{воды}} 7,2^{\circ}\text{C}$.

Позднелетний характер лёта имаго (август – сентябрь) отмечен у 10 видов подёнок, обитающих в водотоках средней части бассейна р. Буря. Имаго двух из них в этот же период были отмечены верхней (*Heptagenia sulphurea*) и нижней (*Baetiella tuberculata*) частях водосбора. Данный характер лёта проявили приверженцы тепловодных и умеренно тепловодных водотоков. Температура воды на р. Буря при сборе имаго в данный период составляла порядка 18,6-20,6°C. В то же время на р. Чегдомын выход субимаго *Paraleptophlebia strandii* осуществлялся при $t_{\text{воды}} 10,3^{\circ}\text{C}$, а на р. Таканцы – при $t_{\text{воды}} 9,9^{\circ}\text{C}$.

Несмотря на существование ряда особенностей, определяющих выделение трёх частей бассейна р. Буря, вероятно связанные с ними отличия в фенологии подёнок были выявлены лишь у одного вида – *Rhithrogena sibirica*.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность д.б.н. Т.М. Тиуновой за предоставленный материал.

Литература

- Горовая Е.А. 2014.** Фенология подёнок (Ephemeroptera, Insecta) юга Дальнего Востока России // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 6. С. 165-175.
- Тиунова Т. М. 2007.** Фауна водных беспозвоночных бассейна реки Буря. Отряд подёнки (Ephemeroptera) / Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С.136-145.
- Тиунова Т.М. 2014а.** К фауне поденок (Insecta, Ephemeroptera) бассейна реки Буря // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 6. С. 704-712.
- Тиунова Т.М. 2014б.** Жизненные циклы дальневосточных видов подёнок (Insecta, Ephemeroptera) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 6. С. 682-703.
- Engblom E., Lingdell P.-E., Nilsson A.N., Savolainen E. 1993.** The genus *Metretopus* (Ephemeroptera, Siphonuridae) in Fennoscandia – identification, faunistics and natural history // Entomologica Fennica. V. 4. N 4. P. 213-222.
- Kluge N.Ju. 1995.** The Palearctic Metretopodidae, with description of a new genus and species from Siberia (Ephemeroptera) // Zoosystematica Rossica. V.4. N 1. P.76-80.

**НАХОДКА ОСТАТКОВ ЛИЧИНОК НИМФОМИИД
(DIPTERA, NYMPHOMYIIDAE)
В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗЕРА ОРОН
(ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

И.В. Енущенко¹, Е.А. Макаrenchенко²

¹Лимнологический институт Сибирского отделения РАН, ул. Улан-Баторская 3,
664033 Иркутск, Россия. E-mail: deschampsia@yandex.ru

²Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100 летия Владивостока, 159,
Владивосток, 690022 Россия. E-mail: makarchenko@biosoil.ru

Впервые указывается находка в ископаемом состоянии в донных отложениях озера Орон Иркутской обл. остатков головной капсулы личинок архаичных двукрылых семейства Nymphomyiidae, которые близки к современной группе видов *Nymphomyia* gr. *rohdendorfi*. Приведены краткая характеристика местонахождения остатков нимфомийид и описание сохранившихся частей головы личинок.

**FINDINGS OF THE FOSSIL NYMPHOMYIID LARVAE
(DIPTERA, NYMPHOMYIIDAE)
IN BOTTOM SEDIMENTS OF ORON LAKE
(IRKUTSK REGION)**

I.V. Enushchenko¹, E.A. Makarchenko²

¹Limnological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Ulan-Batorskaya st. 3,
664033 Irkutsk, Russia. E-mail: deschampsia@yandex.ru

²Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, 100 let
Vladivostoku Avenue 159, Vladivostok, 690022 Russia. E-mail: makarchenko@biosoil.ru

For the first time indicated finding as fossils in the sediments of the Oron Lake (Irkutsk Region) remains of the larval head capsule of archaic Diptera Nymphomyiidae, related to modern group of species *Nymphomyia* gr. *rohdendorfi*. A brief characteristic of the location and description of nimfomiyid remaining parts of the larval head are given.

Введение

Семейство архаичных двукрылых Nymphomyiidae установлено в 1932 г. японским диптерологом М. Токунагой (Tokunaga, 1932) на основе монотипического рода *Nymphomyia* Tokunaga с типовым видом *N. alba* Tokunaga, описанным из Ботанического сада Киотского университета (о-в Хонсю, Япония).

В настоящее время для мировой фауны нимфомийид известен один род *Nymphomyia*, включающий 9 видов, из которых 5 обитает в предгорных и горных водотоках российского Дальнего Востока – *Nymphomyia alba* Tokunaga, 1932, *N. kaluginae* Makarchenko, 2013, *N. kannasatoi* Makarchenko et Gunderina, 2014, *N. levanidovae* Rohdendorf et Kalugina, 1974, *N. rohdendorfi* Makarchenko, 1979 (Родендорф, Калугина,

1974; Макаrenchенко, 2013; Макаrenchенко и др., 2014). Два из них, *N. alba* и *N. kannasatoi*, также населяют водотоки Японии (Макаrenchенко, 1996; Макаrenchенко и др., 2014; Saigusa, 2014). В Северной Америке обитают *N. walkeri* (Ide, 1965) (Канада, США) и *N. dolichopeza* Courtney, 1994 (США), в Индии (Западная Бенгалия) – *N. brundini* (Kevan, 1970), Гонконге и возможно в Японии – *N. holoptica* Courtney, 1994 (Courtney, 1994; Saigusa, 2014). Кроме этого, неидентифицированные куколки *Nymphomyia* sp. обнаружены на Северном Алтае Монголии (Hayford, Bouchard, 2012). Один вид ископаемых нимфомийид, *Nymphomyia succina* Wagner, Hoffeins et Hoffeins, 2000, по остаткам имаго описан из балтийского и биттерфельдского янтаря (Wagner et. al., 2000). Нахождение ископаемых остатков преимагинальных стадий развития нимфомийид до настоящего времени не отмечалось.

В марте 2013 года сотрудниками Лаборатории палеолимнологии Лимнологического института СО РАН (г. Иркутск) в озере Орон Иркутской обл. были обнаружены остатки головных капсул личинок нимфомийид, которые наиболее близки к современной группе видов *Nymphomyia* gr. *rohdendorfi*. Ниже мы приводим краткую характеристику местонахождения остатков нимфомийид и описание сохранившихся частей головы личинок.

Физико-географическая характеристика района исследования

Орон – одно из наиболее крупных озер, расположенное в северо-восточной части Байкальской рифтовой зоны, в среднем течении р. Витим. Его территория находится на стыке Станового и Байкало-Патомского нагорий, входит в состав Саяно-Байкальской горной области (рис. 1). По схеме физико-географического районирования В.С. Михеева, В.А. Ряшина (Ландшафты..., 1977), эта территория относится к Восточно-Забайкальской горнотаежно-гольцовой провинции Байкало-Джугджурской горнотаежной области. С юга и востока озеро окаймляют массивы Олекмо-Витимского нагорья, с запада и севера – отроги Кодарского хребта, высота которых составляет 1400–1800 м.

Озеро Орон тектонического происхождения. Главными его притоками являются реки Сыгыкта, Култушная и Каменная, берущие свое начало в Кодарском хребте.

Озеро имеет форму слабо изогнутого рукава, расширенного на юго-востоке. Его длина составляет 24 км, ширина от 2,5 до 6 км. Выделяют две части: южную – глубоководную (примерно две трети площади озера) и северную – мелководную. Границей между ними является сброс окаймляющий изобату 10 м. Берега глубоководной части каменистые часто очень крутые и обрывистые. Так, весь юго-западный берег, на участке от мыса Ягельного до мыса Култушного, является выпуклым по форме, прорван шестью висячими долинами с постоянными водотоками и каскадами водопадов (Батуев, Богоявленский, 2004). Дно озера здесь круто понижается на большую глубину (максимальная – 184 м).

Вода оз. Орон удивительно чистая, обогащенная кислородом, слабо минерализована и отличается исключительной мягкостью – общая минерализация составляет от 10 до 90 мг/л, жесткость 0,2–0,6 мг-экв./л (Кондратьев и др., 1967). Ее прозрачность в июле достигает 7–8 метров. Помимо выпадающих ручьев и рек, а также атмосферных осадков озеро питают грунтовые воды.

Материал и методы

Материал в виде пробы донных отложений собран в озере Орон в марте 2013 года сотрудниками Лаборатории палеолиминологии Лимнологического института СО РАН (г. Иркутск). Осадок отбирался с глубины 9 м в мелководной зоне в створе мыса Каменного (см. рис. 1) с помощью пробоотборника Uwitec-Corer. Длина отобранного керна составила 73 см. Осадки в толще неоднородны, что говорит о разных скоростях их накопления в разные промежутки времени.

Согласно результатам датирования по распределению активностей ^{210}Pb и ^{137}Cs верхние 9 см керна формировались не ранее 1870 г. В 13–14 и 26–27 см интервалах керна обнаружены головные капсулы личинок нимфомийид. Если экстраполировать глубинно-возрастную модель верхней части керна на ниже лежащие горизонты кер-

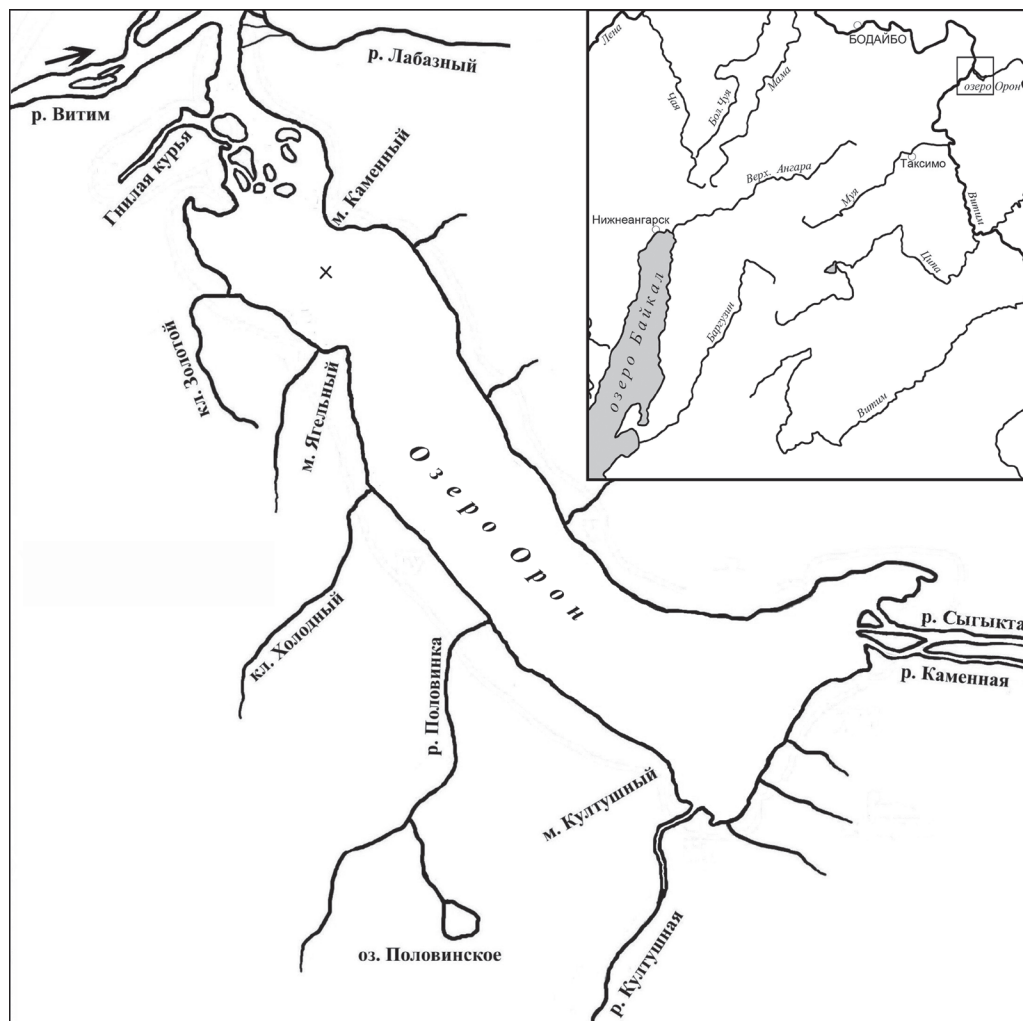


Рис. 1. Схема расположения озера Орон и места находки остатков личинок *Nymphomyia* sp. (отмечено крестиком).

на, то горизонты 13–14 и 26–27 см формировались ~1780 и ~1500 гг. соответственно. Таким образом, формирование 13–27 см осадочного чехла происходило во время, так называемого, Малого ледникового периода, который завершился лишь во второй половине XIX века, после чего начался период Современного потепления, продолжающийся и сейчас.

Краткое описание личинки *Nymphomyia* sp. (рис. 2–5)

Материал: 1 голова личинки, оз Орон, створ мыса Каменного (N 57°09.14"; E 116°27.59") из горизонта керна Or-02/13 13–14 см, март 2013 г., 1 голова личинки, там же, из горизонта керна Or-02/13 26–27 см, март 2013 г.

Описание. Головные капсулы типичной для личинок нимфомийид формы, коричневые (рис. 2–3). Гипофаринкс широкий у основания, на вершине с гребнем из 8 длинных и узких зубцов (рис. 4). Ментум с тройным срединным зубцом и пятью парами боковых зубцов, примерно одного размера; первые боковые зубцы почти одной высоты с остальными боковыми зубцами (рис. 5).

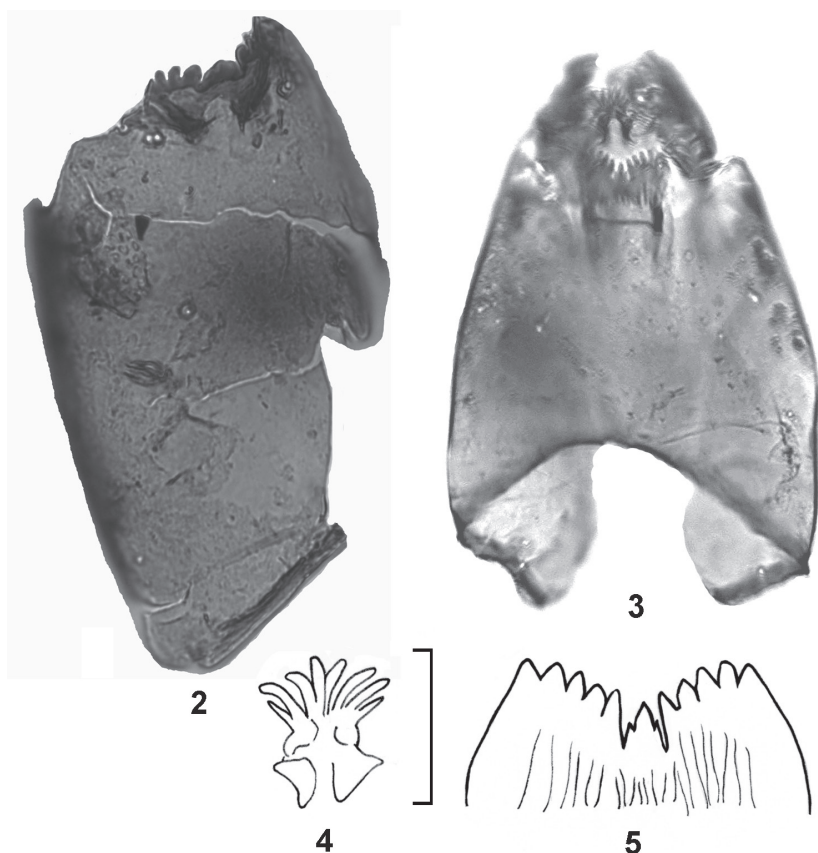


Рис. 2–5. Остатки личинок и детали строения головы *Nymphomyia* sp. 2 – голова личинки из горизонта керна Or-02/13 13–14 см; 3 – голова личинки из горизонта керна Or-02/13 26–27 см; 4 – гипофаринкс; 5 – ментум. Масштабная линейка 20 мкм.

Замечания. К сожалению, обнаруженных остатков недостаточно для проведения детального сравнения ископаемых личинок с современными видами, но тем не менее по строению гипофаринкса и ментума их можно сблизить с личинками рецентных видов *Nymphomyia* gr. *rohdendorfi*, которые довольно широко распространены на российском Дальнем Востоке (Яворская, Макаренко, 2015). Не исключено, что в бассейне озера Орон и в настоящее время обитают архаичные двукрылые нимфомийиды, которые могут быть обнаружены при гидробиологическом обследовании водотоков, впадающих в это озеро.

Благодарности

Авторы выражают благодарность заведующему Лабораторией палеолимнологии СО РАН, (г. Иркутск) д.г.-м.н. Андрею Петровичу Федотову за помощь, оказанную при подготовке настоящей работы, которая выполнена частично при поддержке ФАНО (тема № VII.76.1.6).

Литература

- Батуев А.Р., Богоявленский Б.А. 2004. Батиметрическая карта озера Орон (Атлас) // Иркутская область. Экологические условия развития. Карта 159. С. 87.
- Кондратьев Г.А., Еникеев Г.К., Ермолаев А.Н и др. 1967. Геологическое строение и полезные ископаемые листа О-50-XXVII. Окончательный отчет за 1964–1965 гг. Иркутск: Изд-во Иркутского университета. 460 с.
- Ландшафты юга Восточной Сибири. 1977. (карта м-ба 1:1 500 000) / Михеев В.С., Ряшин В.А. М.: ГУГК.
- Макаренко Е.А. 2013. Новые данные по таксономии и распространению нимфомийид (Diptera, Nymphomyiidae) Дальнего Востока России и Восточной Сибири // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Владивосток: Дальнаука. Вып.24. С.122–126.
- Макаренко Е.А., Гундерина Л.И., Сато С. 2014. Морфологическое и молекулярно-генетическое описание *Nymphomyia kannasatoi* sp.n. (Diptera, Nymphomyiidae) из Японии и Южного Сахалина, с данными по биологии вида // Евразийский энтомологический журнал. Т. 13. Вып. 6. С. 535–544.
- Родендорф Б.Б., Калугина Н.С. 1974. Находка своеобразных двукрылых нимфомийид (Diptera, Nymphomyiidae) в Приморье // Энтомологическое обозрение. Т. 53, № 3. С. 686–694.
- Яворская Н.М., Макаренко Е.А. 2015. Новые данные по таксономии, распространению и биологии архаичных двукрылых *Nymphomyia rohdendorfi* Makarchenko, 1979 (Diptera, Nymphomyiidae) // Евразийский энтомолог. журнал. Вып. 14, № 6. С. 523–531.
- Courtney G.W. 1994. Biosystematics of the Nymphomyiidae (Insecta, Diptera): life history, morphology, and phylogenetic relationships // Smithsonian contributions to zoology. N 550. P. 1–39.
- Hayford B., Bouchard W. 2012. First record of Nymphomyiidae (Diptera) from Central Asia with notes on novel habitat for Nymphomyiidae // Proceedings of the Entomological Society of Washington. Vol. 114. N. 2. P. 186–193.
- Makarchenko E.A. 1996. Some Remarks on Distribution of the Far Eastern Nymphomyiidae (Diptera) // Makunagi. Acta Dipterologica. N 19. P. 22–25.
- Saigusa T. 2014. Family Nymphomyiidae // Nakamura T., Saigusa T., Suwa M. (Eds): Catalogue of the Insects of Japan. Vol. 8, Diptera. Part 1: Nematocera-Brachycera Aschiza. The Entomological Society of Japan. Touka Shobo, Fukuoka. P. 80–81.
- Tokunaga M. 1932. A remarkable Dipterous insect from Japan, *Nymphomyia alba*, gen. et. sp. nov. // Annotationes Zoologicae Japonensis. Vol. 13. P. 559–569.
- Wagner R., Hoffeins C., Hoffeins H.W. 2000. A fossil nymphomyiid (Diptera) from the Baltic and Bitterfeld amber // Systematic Entomology. Vol. 25. P. 115–120.

ФАУНА КОМАРОВ-ЗВОНЦОВ ПОДСЕМЕЙСТВА CHIRONOMINAE (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

О.В. Орел

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток, 690022 Россия. E-mail: zorina@biosoil.ru*

Подведены итоги десятилетнего изучения фауны и таксономии комаров-звонцов подсемейства Chironominae из различных водоёмов и водотоков российского Дальнего Востока, где зарегистрировано 341 вид и форма из 55 родов 3 триб. За период исследования описано 12 новых для науки видов. Впервые для Палеарктики обнаружено 1, для фауны России – 16 видов. Основу фауны хирономин составляют виды с палеарктическим типом распространения (68 %), на долю голарктических видов приходится 32 %. Приведён список всех обнаруженных видов, типы их распространения, распределение таксонов по районам российского Дальнего Востока.

FAUNA OF NON-BITING MIDGES OF SUBFAMILY CHIRONOMONAE (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) OF THE RUSSIAN FAR EAST

O.V. Orel

*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch,
100 letiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok 690022 Russia. E-mail: zorina@biosoil.ru*

The results of ten-year of researches on non-biting midges subfamily Chironominae fauna and taxonomy of the Russian Far East are adduced. Three hundred forty-one species and forms of 54 genera and 3 tribes are recorded for the region. During the period of study 12 new species for science, 1 new species for Palaearctic region and 16 new species for Russia were recorded and described. Most recorded species (68 %) are Palaearctic and 32 % of all species have Holarctic distribution. List of all Far-Eastern species of development and distribution are given.

Комары-звонцы подсемейства Chironominae – всесветно распространённая (за исключением Антарктики) группа длинноусых двукрылых насекомых, личинки которых обитают в пресных, солоноватых и солёных водоёмах и водотоках. Личинок некоторых видов живут в лягушачьей икре и полости брюхоногих моллюсков (Vallenduuk, Schiffels, 2015). Общеизвестно большое практическое значение этих амфибиотических насекомых. Личинки хирономин являются важным кормовым объектом промысловых рыб и их молоди (Константинов, 1950; Леванидов, 1969). Личинки также успешно используются в качестве индикаторов степени загрязнения рек (Балушкина, 1971; Kawai et al., 1989; Kawai et al., 1996; Зинченко, 2005) и трофности озёр (Sæther, 1975; 1979). Личинки хирономин в ядрах слюнных желёз имеют крупные политенные хромосомы, поэтому широко применяются в лабораторных исследованиях цитогенетиками и молекулярными биологами. При массовом вылете и роении комары-звонцы

могут вызывать у людей, живущих в окрестностях больших рек и озёр, аллергические реакции – риниты, конъюнктивиты, бронхиальную астму (Kawai, Konishi, 1986, 1988). Аллергия также может встречаться у аквариумистов и работников прудовых хозяйств во время кормления рыбы личинками *Chironomus* (Bauer et al., 1983).

Изучение видового разнообразия комаров-звонцов подсемейства Chironominae водоёмов и водотоков российского Дальнего Востока проводятся автором 15 лет, и результаты этих исследований изложены в более 50 научных публикациях. До начала исследований для российского Дальнего Востока имелись лишь краткие фаунистические списки личинок хирономид (около 50 видов и форм) юга Приморского края (Константинов, 1952; Вшивкова и др., 1992), р. Амур (Константинов, 1950; Шилова, 1952; Леванидов, 1969), Сахалина и Курильских островов (Tokunaga, 1940; Ключарева и др., 1969; Makarchenko, Makarchenko, 1994), Камчатки и сопредельных территорий (Edwards, 1928; Куренков, 1967; Makarchenko et al., 1997; Makarchenko, Makarchenko, 2000). Какие-либо сведения о комарах-звонцах подсемейства Chironominae из других районов российского Дальнего Востока отсутствовали. В результате изучения дальневосточных хирономин на всех стадиях развития с привлечением кариоанализа и ДНК-анализа фаунистический список увеличился сначала до 170 видов из 32 родов (Зорина, 2000), а затем до 321 вида из 55 родов (Макарченко и др., 2005). В настоящее время фауна комаров-звонцов подсемейства Chironominae российского Дальнего Востока представлена 341 видом и формой из 55 родов 3 триб – Chironomini (42 рода, 228 видов), Pseudochironomini (1 род, 1 вид), Tanytarsini (12 родов, 112 видов) (см. таблицу). За последние десять лет была проведена таксономическая ревизия родов *Beckidia* Sæther, 1979, *Cryptotendipes* Beck, Beck, 1969, *Paracladopelma* Harnisch, 1923, *Stenochironomus* Kieffer, 1919, *Synendotendipes* Grodhaus, 1987, *Constempellina* Brundin, 1947, *Zavrelia* Kieffer et al., 1913, в результате которой описано 12 новых для науки видов. Впервые для Палеарктики за десятилетний период исследований зарегистрировано 1, для фауны России – 16 видов, из последних не менее половины видов ранее были известны только из Японии.

Наибольшее разнообразие хирономид зарегистрировано в южной части региона. Так, в бассейне р. Амур – 211 видов, в водотоках и водоемах бассейна Японского моря – 174 вида, на островах Сахалин и Монерон обнаружено 156 видов, бассейн оз. Ханка – 78 видов. В северной части региона наибольшее число видов (55) зарегистрировано в водотоках и водоемах полуострова Камчатка, наименьшее (4) – на Чукотке. Распределение видов по другим районам показано в таблице. Следует иметь в виду, что эти данные носят предварительный характер, так как не завершена обработка имеющегося материала из Магаданской области и Чукотского полуострова. Кроме этого, значительная часть видов родов *Chironomus* Meigen, 1803, *Glyptotendipes* Kieffer, 1913 и *Sergentia* Kieffer, 1922 не определена и требует дополнительного таксономического анализа наряду с ДНК-анализом. Виды из родов *Polypedilum* Kieffer, 1912, *Robackia* Sæther, 1977, *Stictochironomus* Kieffer, 1919, *Cladotanytarsus* Kieffer, 1921, *Micropsectra* Kieffer, 1908, *Neozavrelia* Goetghebuer, Thienemann, 1941, *Paratanytarsus* Thienemann, Bause, 1913, *Rheotanytarsus* Thienemann, Bause, 1913 и *Tanytarsus* v. d. Wulp, 1874, по-видимому, являются новыми для науки и их описания будут представлены в отдельных статьях.

Основу фауны комаров-звонцов подсемейства Chironominae российского Дальнего Востока составляют палеарктические виды (68 %), остальные имеют голаркти-

ческий тип распространения (см. таблицу). Среди палеарктов большую долю имеют виды с палеарктическим трансевразийским полидизъюнктивным (38 %), восточно-палеарктическим материково-островным (37,5 %) и восточно-палеарктическим материковым (17 %) типами ареала. Палеарктические виды с другими типами распространения немногочисленны. Так, восточно-палеарктических островных видов 10 (5 %) и трансевразийских темперантных – 5 (2,5 %) (см. таблицу).

**КОМАРЫ-ЗВОНЦЫ ПОДСЕМЕЙСТВА CHIRONOMINAE
РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

Таксон	Чукотка	Камчатка	Курильские острова			Острова Сахалин и Монерон	Бассейн Охотского моря	Бассейн Японского моря	Бассейн р. Амур (Прим. и Хаб. кр., Амур. обл.)	Бассейн оз. Ханка	Тип распространения
			Северные	Средние	Южные						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Подсем. Chironominae											
Триба Chironomini											
<i>Ainuysurika tuberculata</i> (Tokunaga, 1940)						+		+			ВМО
<i>Axarus fundorum</i> (Albu, 1980)**									+		ПТП
<i>Beckidia connexa</i> Zorina, 2006									+		ВПМ
<i>B. biraensis</i> Zorina, 2006									+		ВПМ
<i>B. tethys</i> (Townes, 1945)									+	+	ГОЛ
<i>B. zabolotskyi</i> (Goetghebuer, 1938)									⊕		ПТП
<i>Benthalia carbonaria</i> (Meigen, 1804)				+	+	+		+	+	+	ПТП
<i>Chernovskii orbiculus</i> (Townes, 1945)									+		ГОЛ
<i>Chironomus (Chaetolabis) macani</i> Freeman, 1948					+		+	+	+	+	ПТП
<i>C. (s. str.) acidophilus</i> Keyl, 1960***		+									ПТП
<i>C. (s. str.) biwaprimum</i> Sasa, Kawai, 1997									+		ВМО
<i>C. (s. str.) borokensis</i> Kerkis et al., 1988								+			ПТП
<i>C. (s. str.) nipponensis</i> Tokunaga, 1940						⊕					ВМО
<i>C. (s. str.) novosibiricus</i> Kiknadze et al., 1993							⊕				ПТП
<i>C. (s. str.) pallidivittatus</i> Edwards, 1929		+									ГОЛ
<i>C. (s. str.) plumosus</i> (Linnaeus, 1758)					+				⊕	⊕	ГОЛ
<i>C. (s. str.) salinarius</i> Kieffer, 1915								+			ПТП
<i>C. (s. str.) tentans</i> Fabricius, 1805					+			+	+	+	ГОЛ
<i>C. (s. str.) trinigrivittatus</i> Tokunaga, 1940						⊕					ВПО
<i>C. (s. str.) ? tuvanicus</i> Kiknadze et al., 1993								⊕			ПТП
<i>C. (s. str.) yoshimatsui</i> Martin, Sublette, 1972						⊕					ВМО
<i>Chironomus (s.str.)</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>C. (Lobochironomus) dorsalis</i> (Meigen, 1818)						+		+	+		ГОЛ
<i>Chironomus (Lobochironomus)</i> spp.									+		
<i>Cladopelma edwardsi</i> (Kruseman, 1933)						+		+	+	+	ГОЛ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>C. goetghebuerei</i> Spies, Sæther, 2004						+					ПТП
<i>C. krusemani</i> (Goetghebuer, 1935)		+				+		+			ПТП
<i>C. virescens</i> (Meigen, 1818)										+	ПТП
<i>C. viridulum</i> (Linnaeus, 1767)		+	+		+	+	+	+	+	+	ГОЛ
<i>Cryptochironomus</i> (s. str.) ? <i>albofasciatus</i> (Staeger, 1839)								+	+		ПТП
<i>C.</i> (s. str.) <i>defectus</i> (Kieffer, 1913)						+		+	+	+	ПТП
<i>C.</i> (s. str.) <i>hentonensis</i> Hasegawa, Sasa, 1987		+				+		+			ВМО
<i>C.</i> (s. str.) <i>obreptans</i> (Walker, 1856)		+				+			+	+	ПТП
<i>C.</i> (s. str.) <i>psittacinus</i> (Meigen, 1830)						+					ГОЛ
<i>C.</i> (s. str.) <i>redekei</i> (Kruseman, 1933)		+	+								ПТП
<i>C.</i> (s. str.) <i>tamaichimori</i> Sasa, 1987						+		+	+		ВМО
<i>C.</i> (s. str.) <i>ussouriensis</i> (Goetghebuer, 1933)						+			+	+	ПТТ
<i>C. (Chironozorina) dilatatus</i> (Zorina, 2000)										+	ВПМ
<i>C. (C.) rectus</i> (Zorina, 2000)									+		ВПМ
<i>Cryptotendipes casuarius</i> (Townes, 1945)						+		+	+	+	ГОЛ
<i>C. emorsus</i> (Townes, 1945)						+					ГОЛ
<i>C. lyalichi</i> Zorina, 2006											ВПМ
<i>C. usmaensis</i> (Pagast, 1931)									+	+	ПТП
<i>Cyphomella cornea</i> Sæther, 1977						+			+		ГОЛ
<i>Demeijerea rufipes</i> (Linnaeus, 1761)						+		+	+		ПТП
<i>Demicryptochironomus</i> (s. str.) <i>chuzeguartus</i> Sasa, 1984						+	+	+	+		ВМО
<i>D.</i> (s. str.) <i>evgenii</i> Zorina, 2004		+				+		+	+		ВМО
<i>D.</i> (s. str.) <i>lutoga</i> Zorina, 2004						+	+		+		ВМО
<i>D.</i> (s. str.) <i>uresicarinus</i> Sasa, 1989									+		ВМО
<i>D.</i> (s. str.) <i>vulneratus</i> (Zetterstedt, 1838)						+					ПТП
<i>D. (Irmakia) fastigatus</i> (Townes, 1945)					+	+		+	+		ГОЛ
<i>D. (I.) neglectus</i> Reiss, 1988						+					ПТП
<i>D. (I.) oyabeprimus</i> (Sasa, Kawai, Ueno, 1988)										+	ВМО
<i>Dicrotendipes inouei</i> Hashimoto, 1984						+		+			ВМО
<i>D. lobiger</i> (Kieffer, 1921)		+				+		+	+		ГОЛ
<i>D. nervosus</i> (Staeger, 1939)					+			+	+	+	ГОЛ
<i>D. nigrocephalicus</i> Niitsuma, 1995								+	+		ВМО
<i>D. orientalis</i> Zorina, 2006							+		+		ВПМ
<i>D. ovaliformis</i> Zorina, 2001									+		ВПМ
<i>D. pelochloris</i> (Kieffer, 1921)								+	+	+	ВМО
<i>D. pulsus</i> (Walker, 1856)		+		+	+	+	+	+	+	+	ГОЛ
<i>D. tritonus</i> (Kieffer, 1916)								+	+	+	ГОЛ
<i>D. unicus</i> Zorina, 2001									+		ВПМ
<i>Einfeldia pagana</i> (Meigen, 1838)						+		+	+	+	ГОЛ
<i>Endochironomus</i> ? <i>albipennis</i> (Meigen, 1830)		+						+		+	ПТП
<i>E. pekanus</i> (Kieffer, 1911)									+	+	ВМО
<i>E. stackelbergi</i> Goetghebuer, 1935									+	+	ПТП

[illegible]

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>P. (s. str.) parviacumen</i> Kawai, Sasa, 1985						+		+			ВМО
<i>P. (s. str.) pedestre</i> (Meigen, 1830)					+	+		+	+		ГОЛ
<i>P. (s. str.) tamahosohige</i> Sasa, 1993						+					ВМО
<i>P. (s. str.) tamanigrum</i> Sasa, 1983				+	+	+		+	+		ВМО
<i>P. (s. str.) toganudum</i> Sasa, Okazawa, 1991						+		+	+		ВМО
<i>P. (s. str.) trinitaculus</i> Tokunaga, 1940						⊕					ВПО
<i>P. (s. str.) tuberculum</i> Mashwitz, Cook, 2000		+				+	+	+	+		ГОЛ
<i>Polypedilum (s. str.)</i> sp. 1						+					
<i>Polypedilum (s. str.)</i> sp. 2									+		
<i>Polypedilum (s. str.)</i> sp. 3											
<i>Polypedilum (s. str.)</i> sp. 4											
<i>Polypedilum (s. str.)</i> sp. 5											
<i>Polypedilum (s. str.)</i> sp. 6											
<i>P. (Tripedilum) nubifer</i> (Skuse, 1889)										+	ПТП
<i>P. (Tripodura) acifer</i> Townes, 1945						+		+	+	+	ГОЛ
<i>P. (T.) aegyptium</i> Kieffer, 1925**									+		ВМО
<i>P. (T.) albinodus</i> Townes, 1945						+					ГОЛ
<i>P. (T.) asoprimum</i> Sasa, Suzuki, 1991						+			+		ВМО
<i>P. (T.) bicrenatum</i> Kieffer, 1921					+	+		+	+	+	ПТП
<i>P. (T.) dangsanensis</i> Ree, Jeong, 2010**									+		ВПМ
<i>P. (T.) japonicum</i> (Tokunaga, 1938)								+	+		ВМО
<i>P. (T.) maculatum</i> Zorina, Makarchenko, 2000									+		ВПМ
<i>P. (T.) masudai</i> (Tokunaga, 1938)								+	+		ВМО
<i>P. (T.) pseudacifer</i> Zorina, Makarchenko, 2000									+	+	ВПМ
<i>P. (T.) pullum</i> (Zetterstedt, 1838)		+				+		+	+		ПТП
<i>P. (T.) scalaenum</i> (Schränk, 1803)		+				+	+	+	+	+	ГОЛ
<i>P. (T.) tetracrenatum</i> Hirvenoja, 1962									+	+	ПТП
<i>P. (T.) unifascium</i> (Tokunaga, 1938)						+			+	+	ВМО
<i>Polypedilum (Tripodura)</i> sp. 1									+	+	
<i>Polypedilum (Tripodura)</i> sp. 2									+		
<i>P. (Uresipedilum) convictum</i> (Walker, 1856)									+		ПТП
<i>P. (U.) cultellatum</i> Goetghebuer, 1931			+			+	+	+	+	+	ГОЛ
<i>P. (U.) hiroshimaense</i> Kawai, Sasa, 1985						+		+	+		ВМО
<i>P. (U.) paraviceps</i> Niitsuma, 1992									+		ВМО
<i>P. (U.) pedatum</i> Townes, 1945			+	+							ВМО
<i>Robackia aculeata</i> Zorina, 2003						+			+		ВМО
<i>R. pilicauda</i> Sæther, 1977						+	+	+	+		ГОЛ
<i>Robackia</i> sp.									+		
<i>Sætheria reissi</i> Jackson, 1977						+	+	+	+	+	ПТП
<i>S. tamanipparai</i> Sasa, 1983									+		ВМО
<i>S. tylus</i> (Townes, 1945)								+			ГОЛ
<i>Sergentia baueri</i> Wülker et al., 1998		+				+					ПТП
<i>S. ? coracina</i> (Zetterstedt, 1824)						+					ГОЛ
<i>S. prima</i> Proviz, Proviz, 1997				+					+		ПТП

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Sergentia</i> spp.		+	+		+		+	+	+		
<i>Stenochironomus</i> ? <i>balteatus</i> Borkent, 1984						+					ВПО
<i>S. borkenti</i> Zorina, 2010						+			+	+	ВМО
<i>S. hastatus</i> Zorina, 2001									+		ВПМ
<i>S. gibbus</i> (Fabricius, 1794)									+		ПТП
<i>S. koreanus</i> Borkent, 1984										+	ВПМ
<i>S. membranifer</i> Yamamoto, 1981						+		+	+		ВМО
<i>S. nelumbus</i> Tokunaga, Kuroba, 1935**									+		ВМО
<i>S. nubilipennis</i> Yamamoto, 1981**								+	+		ВМО
<i>S. pannus</i> Borkent, 1984						+		+	+		ВМО
<i>Stenochironomus</i> sp.									+		
<i>Stictochironomus multannulatus</i> (Tokunaga, 1938)						+	+	+	+	+	ВМО
<i>S. pictulus</i> (Meigen, 1830)						+			+		ГОЛ
<i>S. rosenchoeldi</i> (Zetterstedt, 1838)		+				+			+		ГОЛ
<i>S. sinsauensis</i> Ree, Jeong, 2010**									+		ВПМ
<i>S. sticticus</i> (Fabricius, 1781)					+	+	+	+	+		ГОЛ
<i>S. tamamontuki</i> Sasa, Ichimori, 1983						+		+	+		ВМО
<i>S. virgatus</i> (Townes, 1945)								+	+		ГОЛ
<i>Stictochironomus</i> sp. 1						+					
<i>Stictochironomus</i> sp. 2			+	+							
<i>Stictochironomus</i> sp. 2							+		+		
<i>Stictochironomus</i> sp. 3		+									
<i>Stictochironomus</i> sp. 4									+		
<i>Synendotendipes dispar</i> (Meigen, 1830)						+		+	+		ПТП
<i>S. impar</i> (Walker, 1856)		+				+			+		ПТП
<i>S. lepidus</i> (Meigen, 1830)					+	+		+	+		ПТП
<i>S. shanduensis</i> Zorina, 2009								+	+		ВПМ
<i>Tribelos</i> sp.			+								
<i>Zavreliella marmorata</i> (van der Wulp, 1858)								+	+	+	ГОЛ
<i>Xenochironomus xenolabis</i> Kieffer, 1916								+	+		ГОЛ
Триба Pseudochironomini											
<i>Pseudochironomus prasinatus</i> (Staeger, 1839)		+			+	+		+			ПТП
Триба Tanytarsini											
<i>Cladotanytarsus</i> (s. str.) <i>atridorsum</i> Kieffer, 1924						+		+	+		ГОЛ
<i>C.</i> (s. str.) ? <i>digitalis</i> Wang, Zheng, 1993						+			+		ВМО
<i>C.</i> (s. str.) <i>gedanicus</i> Gilka, 2001						+	+	+	+		ПТП
<i>C.</i> (s. str.) <i>nigrovittatus</i> (Goetghebuer, 1922)			+		+	+		+		+	ГОЛ
<i>C.</i> (s. str.) <i>pseudomancus</i> (Goetghebuer, 1934)								+			ПТП
<i>C.</i> (s. str.) <i>vanderwulpi</i> (Edwards, 1929)					+	+		+	+		ПТТ
<i>Cladotanytarsus</i> (s. str.) <i>gr. mancus</i>		+				+		+	+	+	
<i>C. (Lenziella) bicornutus</i> Kieffer, 1922									+	+	ПТП
<i>Cladotanytarsus</i> sp. 1						+					
<i>Cladotanytarsus</i> sp. 2		+	+		+	+		+		+	

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Cladotanytarsus</i> sp. 3						+		+			
<i>Cladotanytarsus</i> sp. 4								+			
<i>Constempellina brevicosta</i> (Edwards, 1937)		+				+	+	+	+		ГОЛ
<i>C. tokunagai</i> Zorina, 2011		+				+	+	+	+		ВПМ
<i>Corynocera ambigua</i> Zetterstedt, 1838		+					+				ГОЛ
<i>C. oliveri</i> Lindeberg, 1970**	+										ПТП
<i>Micropsectra</i> ? <i>apposita</i> (Walker, 1856)								+			ГОЛ
<i>M. ? borealis</i> (Kieffer, 1922)								+	+		ГОЛ
<i>M. chuzenotescens</i> Sasa, 1984					+	+	+	+	+		ВМО
<i>M. ? hidakabecea</i> Sasa, Suzuki, 2000								+			ВПМ
<i>M. koreana</i> Ree, 1992						+		+	+		ВМО
<i>M. kurobeprima</i> Sasa, Okazawa, 1992**								+			ВМО
<i>M. ? lindebergi</i> S��wed��l, 1979		+					+		+		ПТП
<i>M. logani</i> Johansenn, 1928		+			+	+	+	+	+		ГОЛ
<i>M. nakaokii</i> Sasa et al., 1988					+						ВПО
<i>M. nana</i> (Meigen, 1818)				+							ПТП
<i>M. pharetraphora</i> Fittkau, Reiss, 1998		+	+	+		+			+		ПТП
<i>M. polita</i> Malloch, 1915		+	+	+	+						ГОЛ
<i>M. radialis</i> Goetghebuer, 1939		+									ПТП
<i>M. reculvata</i> Goetghebuer, 1928**								+			ГОЛ
<i>M. schrankelae</i> Stur, Ekrem, 2006**		+	+					+	+		ПТП
<i>M. shuzelonga</i> Sasa, 1984**								+			ВМО
<i>M. togaconralia</i> Sasa, Okazawa, 1991		+		+	+	+	+	+	+	+	ВМО
<i>M. ? tusimalemea</i> Sasa, Suzuki, 1999								+			ВМО
<i>M. ? tusimaopea</i> Sasa, Suzuki, 1999					+						ВПО
<i>Micropsectra</i> sp. 1						+					
<i>Micropsectra</i> sp. 2				+							
<i>Micropsectra</i> sp. 3		+		+							
<i>Micropsectra</i> sp. 4		+									
<i>Micropsectra</i> sp. 5								+			
<i>Neostempellina</i> sp.								+			
<i>Neozavrellia bicoliocula</i> (Tokunaga, 1938)		+	+					+	+		ВМО
<i>N. fengchengensis</i> Wang, Wang, 1996								+	+		ВПМ
<i>N. fuldensis</i> Fittkau, 1954						+					ПТП
<i>N. okamotoi</i> Sasa, 1989						+					ВПО
<i>Neozavrelia</i> sp.								+			
<i>Paratanytarsus austriacus</i> (Kieffer, 1924)		+						+	+		ПТП
<i>P. inopertus</i> (Walker, 1856)		+				+		+	+	+	ГОЛ
<i>P. intricatus</i> (Goetghebuer, 1921)								+			ГОЛ
<i>P. lauterborni</i> Sasa, 1993		+				+			+		ГОЛ
<i>P. grimmii</i> (Schneider, 1885)**		+									ГОЛ
<i>P. ? laetipes</i> (Zetterstedt, 1850)					+	+		+	+		ПТП
<i>P. laccophilus</i> (Edwards, 1929)		+	+			+					ГОЛ
<i>P. m��ikesecundus</i> Sasa, 1985						+		+			ВМО
<i>P. tamanegi</i> Sasa, 1983**								+	+		ВМО
<i>P. tenuis</i> (Meigen, 1830)								+	+		ГОЛ

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Paratanytarsus</i> sp. 1								+	+		
<i>Paratanytarsus</i> sp. 2								+			
<i>Rheotanytarsus fluminis</i> Kawai, Sasa, 1985						+		+			ВМО
<i>R. okisimplex</i> Sasa, 1993**								+	+	+	ВМО
<i>R. pentapoda</i> (Kieffer, 1909)						+	+	+	+	+	ПТП
<i>R. photophilus</i> (Goetghebuer, 1921)								+	+		ПТП
<i>R. rivulophilus</i> Kawai, Sasa, 1985						+		+	+	+	ВМО
<i>R. simantopequeus</i> (Sasa et al., 1998)						+			+		ВМО
<i>R. tamaquintus</i> Sasa, 1980						+					ВПО
<i>Rheotanytarsus</i> sp. 1						+					
<i>Rheotanytarsus</i> sp. 2								+			
<i>Rheotanytarsus</i> sp. 3								+			
<i>Rheotanytarsus</i> sp. 4								+			
<i>Stempellina subglabripennis</i> (Brundin, 1947)						+		+	+		ГОЛ
<i>Stempellinella minor</i> (Edwards, 1929)						+	+				ГОЛ
<i>S. tamaseptima</i> Sasa, 1980						+		+	+		ВМО
<i>Stempellinella</i> sp.									+		
<i>Tanytarsus aberrans</i> Lindeberg, 1970						+					ПТП
<i>T. aculeatus</i> Brundin, 1949			+								ПТП
<i>T. angulatus</i> Kawai, 1991						+		+			ГОЛ
<i>T. bathophilus</i> Kieffer, 1911		+		+	+			+	+		ПТП
<i>T. brundini</i> Lindeberg, 1963		+				+	+	+	+		ГОЛ
<i>T. chuzesecundus</i> Sasa, 1984					+	+		+			ВМО
<i>T. dibranchius</i> Kieffer, 1926						+			+		ПТП
<i>T. eminulus</i> (Walker, 1856)								+		+	ПТП
<i>T. glabrescens</i> Edwards, 1929										+	ГОЛ
<i>T. gregarius</i> Kieffer, 1909		+									ГОЛ
<i>T. herrmanni</i> Ekrem et al., 2003*		+									ГОЛ
<i>T. heusdensis</i> Goetghebuer, 1923		+				+		+	+		ПТП
<i>T. inaequalis</i> Goetghebuer, 1921			+			+			+		ГОЛ
<i>T. konichii</i> Sasa, Kawai, 1985						+		+			ВМО
<i>T. aggr. lestagei</i> Goetghebuer, 1922		+	+		+	+		+	+		ГОЛ
<i>T. mendax</i> Kieffer, 1925					+	+		+	+		ГОЛ
<i>T. miriforceps</i> (Kieffer, 1921)**							+				ПТП
<i>T. multipunctatus</i> Brundin, 1947								+	+		ПТП
<i>T. nemorosus</i> Edwards, 1929								+	+	+	ГОЛ
<i>T. niger</i> Andersen, 1937								+			ГОЛ
<i>T. norvegicus</i> (Kieffer, 1924)		+							+		ГОЛ
<i>T. occultus</i> Brundin, 1949					+	+		+	+		ГОЛ
<i>T. oscillans</i> Johannsen, 1932					+	+		+	+		ВМО
<i>T. ? shouautumnalis</i> Sasa, 1989									+		ВМО
<i>T. simantoseteus</i> Sasa et al., 1998								+			ВМО
<i>T. striatulus</i> Lindeberg, 1976			+			+		+	+		ПТП
<i>T. takahashii</i> Kawai, Sasa, 1985									+	+	ВМО
<i>T. tamagotoi</i> Sasa, 1983								+	+		ВМО
<i>T. usmaensis</i> Pagast, 1931						+					ГОЛ

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>T. verralli</i> Goetghebuuer, 1928		+				+		+	+		ПТП
<i>T. volgensis</i> Miseiko, 1967				+		+		+	+	+	ГОЛ
<i>Tanytarsus</i> sp. 1						+					
<i>Tanytarsus</i> sp. 2						+					
<i>Tanytarsus</i> sp. 3						+					
<i>Tanytarsus</i> sp. 4								+			
<i>Tanytarsus</i> sp. 5								+			
<i>Tanytarsus</i> sp. 6									+		
<i>Zavrelia elenae</i> Zorina, 2008								+	+		ВПМ
<i>Z. pseudopentatoma</i> Zorina, 2008		+						+			ВПМ
Всего:	4	55	23	15	41	156	38	174	211	78	

Примечания. Типы распространения (по: К.Б. Городкову, 1984): ГОЛ – голарктический; ПТП – палеарктический трансевразийский полидизъюнктивный; ПТТ – палеарктический температурный; ВМО – восточно-палеарктический материково-островной; ВПО – восточно-палеарктический островной; ВПМ – восточно-палеарктический материковый; ВПА – восточно-палеарктический арктический. Значками отмечено: + – присутствие вида по оригинальным данным, ⊕ – присутствие вида по литературным данным, * – вид отмечен впервые для Палеарктики, ** – вид отмечен впервые для России, *** – вид впервые отмечен для российского Дальнего Востока.

Благодарности

Автор глубоко признательна всем коллегам лаборатории пресноводной гидробиологии Биолого-почвенного института ДВО РАН, ТИНРО, СахНИРО, КамчатНИРО, МагаданНИРО, дальневосточных заповедников, а также коллекторам Международного курильского (ИКР) и Международного сахалинского (ISIP) проектов за собранный ими и переданный мне для обработки материал из различных районов Дальнего Востока. В процессе работы автор периодически консультировалась у ведущих таксономистов-хиروномидологов М. Spies, В. Rossaro, которым искренне благодарна за полезные дискуссии, помощь в нахождении и получении труднодоступной иностранной литературы.

Литература

- Балушкина Е.В. 1971. Хируномиды как индикаторы степени загрязнения воды // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: Наука, 1971. С.106–108.
- Вшивкова Т.С., Кочарина С.Л., Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А., Тесленко В.А., Тиунова Т.М. 1992. Фауна водных беспозвоночных заповедника «Кедровая Падь» // Современное состояние флоры и фауны заповедника «Кедровая Падь». Владивосток: ДВО РАН, 1992. С. 48–79.
- Зинченко Т.Д. 2005. Биоиндикация как поиск информативных компонентов водных экосистем (на примере хируномид – Diptera, Chironomidae) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 338–359.
- Зорина О.В. 2000. Фауна и систематика комаров-звонцов трибы Chironomini (Diptera, Chironomidae, Chironominae) юга Дальнего Востока России // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Вып. 11. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 101–120.
- Ключарева О.А., Линевич А.А., Сокольская Н.Л., Старобогатов Я.И. 1969. Бентос лагунных озер о-ва Кунашир (Курильские острова) // Биологическая продуктивность водоемов Сибири. Москва, 1969. С. 122–127.

- Константинов А.С. 1950.** Хируномиды бассейна реки Амур и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. 1. С. 147–287.
- Константинов А.С. 1952.** Фауна хируномид бассейна р. Уссури и оз. Ханка // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. 3. С. 381–389.
- Куренков И.И. 1967.** Список водных беспозвоночных внутренних водоемов Камчатки // Известия ТИНРО. Т. 57. С. 202–224.
- Леванидов В.Я. 1969.** Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Известия ТИНРО. Т. 67. 242 с.
- Макарченко Е.А., Макарченко М.А., Зорина О.В., Сергеева И.В. 2005.** Первые итоги изучения фауны и таксономии хируномид (Diptera, Chironomidae) российского Дальнего Востока // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 394–420.
- Шилова А.И. 1952.** Материалы по систематике мотылей родов *Glyptotendipes* и *Endochironomus* (Diptera) // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. 3. С. 403–418.
- Bauer X., Dewair M., Haegele K., Prelicz H., Scholl A., Tichy H. 1983.** Common antigenic determinants of hemoglobin as basis of immunological crossreactivity between chironomid species (Diptera, Chironomidae): studies with human and animal sfera // Clin. Exp. Immunol. V. 54. P. 599–607.
- Edwards F.W. 1928.** Entomologische Ergebnisse der schwedischen Kamtschatka Expedition 1920–1922 // Ark. zool. Bd 19 A. S. 1–3.
- Kawai K., Konishi K. 1986.** Fundamental studies on chironomid allergy. II. Analyses of larval allergens of some Japanese chironomids (Chironomidae, Diptera) // Jpn. J. Allergol. V. 35. P. 1088–1098.
- Kawai K., Konishi K. 1988.** Fundamental studies on chironomid allergy. III. Allergen analyses of some adults Japanese chironomid midges (Chironomidae, Diptera) // Jpn. J. Allergol. V. 37. P. 944–951.
- Kawai K., Yamagishi T., Kubo Y., Konishi K. 1989.** Usefulness of chironomid larvae as indicators of water quality // Japan J. Sanit. Zool. V. 40, № 4. P. 269–283.
- Kawai K., Nakama S., Imabayashi H. 1996.** Elvalution of chironomid communities attaching to the concrete plates as water quality indicators // Med. Entomol. Zool. V. 47, № 1. P. 37–45.
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A. 1994.** A preliminary data on chironomid fauna (Diptera, Chironomidae) of the Sakhalin and Kunashir Islands // Far Eastern Entomologist. № 5. P. 1–8.
- Makarchenko M.A., Makarchenko E.A., Vvedenskaja T.L. 1997.** A preliminary chironomid list (Diptera, Chironomidae) of the Kamachatka Peninsula and neibouring territories // Far East Entomologist. № 40. P. 1–7.
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A. 2000.** A Review of the Chironomidae (Diptera) from the Kuril Islands, Kamchatka Peninsula and bordering territories // Results of recent research on North East Asian biota. Nat. Hist. Res., Special Issue. № 7. P. 181–197
- Sæther O.A. 1975.** Nearctic chironomids as indicators of lake typology // Verb. Int. Ver. Limnol. V. 19. P. 3127–3133.
- Sæther O.A. 1979.** Chironomid communities as water quality indicators // Holarctic Ecology. V. 2. P. 65–74.
- Tokunaga M. 1940.** Chironomidae from Japan. XII. New or little known Ceratopogonidae and Chironomidae // Philipp. J. Sci. 1940.V. 72. № 3. P. 255–317.
- Vallenduuk H.J., Schiffels S. 2015.** *Parachironomus* larvae (Diptera: Chironomidae) in the Netherlands, distribution and habitats. With notes on parasitizing snails and spawn of frogs // Lauterbornia. V. 79. P. 23–30.

МАКРОЗООБЕНТОС ВОДОТОКОВ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ БУРЕЯ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НИЖНЕ-БУРЕЙСКОГО ГИДРОУЗЛА (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**Т.М. Тиунова¹, В.А. Тесленко¹, Н.М. Яворская²,
М.А. Макаrenchенко¹, В.П. Шестеркин²**

¹*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100 летия Владивостока, 159, Владивосток, 690022
Россия. E-mail: tiunova@ibss.dvo.ru; teslenko@ibss.dvo.ru*

²*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Дикопольцева, 56, Хабаровск, 680000
Россия. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru; shesterkin@ivep.as.khb.ru*

В статье приведены результаты гидробиологического мониторинга фонового состояния правых притоков (Синель, Пайканчик, Большие Симичи, Дея) нижнего течения р. Бурей и её основного русла ниже плотины Нижне-Бурейской ГЭС в 2012–2014 гг. Показано, что притоки, формирующие качество воды Нижне-Бурейского водохранилища, характеризуются сообществами донных беспозвоночных с относительно высоким видовым богатством фауны, что типично для чистых горных и предгорных рек юга Дальнего Востока России. Высокое разнообразие поденок, веснянок, ручейников, хирономид и стабильная структура сообществ на протяжении трехлетнего периода указывает на отсутствие антропогенного воздействия. Участок основного русла р. Бурей ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС по результатам наших исследований подвержен загрязнению. Установлено, что видовое богатство беспозвоночных в р. Бурей значительно ниже, чем в её притоках, что указывает на антропогенное влияние строительства Нижне-Бурейской ГЭС.

MACROZOOBENTHOS IN THE STREAMS OF THE BUREYA RIVER DOWNSTREAM IN THE CONSTRUCTION ZONE OF THE LOWER BUREYA HYDROELECTRIC POWER STATION (AMURSKAYA OBLAST)

**T.M. Tiunova¹, V.A. Teslenko¹, N.M. Yavorskaya²,
M.A. Makarchenko¹, V.P. Shesterkin²**

¹*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch,
100 let Vladivostoku Avenue 159, Vladivostok, 690022 Russia.
E-mail: tiunova@ibss.dvo.ru; teslenko@ibss.dvo.ru*

²*Institute for Water and Ecological Problems, Far East Branch, 56 Dikopoltsev Str.,
Khabarovsk, 680000 Russia. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru; shesterkin@ivep.as.khb.ru*

The paper deals with the results of hydro-biological monitoring of the background state of the right tributaries (Sinel', Paykanchik, Big Simichi, Deya) of the Bureya River downstream and its mainstream below the dam at the Lower Bureya Hydroelectric Power Stations (HPS) in 2012–2014. It is shown that the tributaries that form the water quality of the Lower Bureya Reservoir, characterized by communities of benthic invertebrates with relatively high species richness, which is typical for the clean mountain and foothill rivers

on the south of the Russian Far East. High diversity of mayflies, stoneflies, caddisflies, chironomids and stable community structures during the three-year period indicates the absence of human impact. On the results of our research the part of the Bureya River mainstream below construction of Lower-Bureya HPS is exposed to pollution. It was found that the species richness of invertebrates in the Bureya R. mainstream is significantly lower than in Bureya R. tributaries, indicating that anthropogenic influence the construction of Lower-Bureya HPS.

Введение

Строительство гидротехнических сооружений сопровождается механическим перемещением больших объемов грунта со дна водных объектов и при земельно-кальных работах, использованием строительной техники, что может привести к изменению качества речных вод, загрязнению их нефтепродуктами и взвешенными веществами. Поэтому кроме технических мероприятий, направленных на снижение нежелательных последствий строительства, возникает необходимость ведения мониторинга поверхностных водных объектов в зоне влияния строящихся гидроузлов.

Наблюдения за качеством воды поверхностных водных объектов выполнялись в 2012-2014 гг. во исполнение обязательств ИВЭП ДВО РАН по договору 06/12 от 21 июня 2012 г. с ОАО «Нижне-Бурейская ГЭС по теме «Реализация программы мониторинга водного объекта на период строительства, включая мероприятия по снижению негативного воздействия».

Цель настоящей работы состояла в оценке фонового состояния структурных характеристик сообществ макрозообентоса в водотоках нижнего течения р. Бурей, формирующих качество воды Нижне-Бурейского водохранилища.

В течение большого периода времени с начала заключения договора до 23 сентября 2014 г. бессменным руководителем работ по договору являлся заведующий Лабораторией гидроэкологии и биогеохимии, руководитель Межрегионального центра экологического мониторинга гидроузлов ИВЭП ДВО РАН, к.б.н. С.Е. Сиротский

Материал и методы

Обследование малых водотоков в нижнем течении р. Бурей проводилось с 10 по 12 июля 2012 г., с 27 по 29 июня 2013 г. и с 3 по 4 июля 2014 г. Гидробиологические исследования осуществлялись на правобережных притоках р. Бурей на реках Дея, Синель, Большие Симичи, Пайканчик и на основном русле р. Бурей ниже строительства плотины Нижне-Бурейской ГЭС. Схема расположения станций отбора представлена на рисунке 1.

Количественный учет донных беспозвоночных осуществлялся бентометром конструкции В.Я. Леванидова (1976) в нашей модификации с площадью захвата 0,0625 м² (Тиунова, 2003), а также скребком в модификации С.Е. Сиротского. Собранный материал фиксировался 4%-ным раствором формальдегида и обрабатывался по общепринятой методике (Тиунова, 2003). Качественные сборы бентоса проводились с помощью ловушки методом принудительного дрейфа, имаго амфибиотических насекомых собирались энтомологическим сачком методом кошения и фиксировались 75%-ным этанолом (Тиунова и др., 2003). Ниже приводятся некоторые гидрологи-

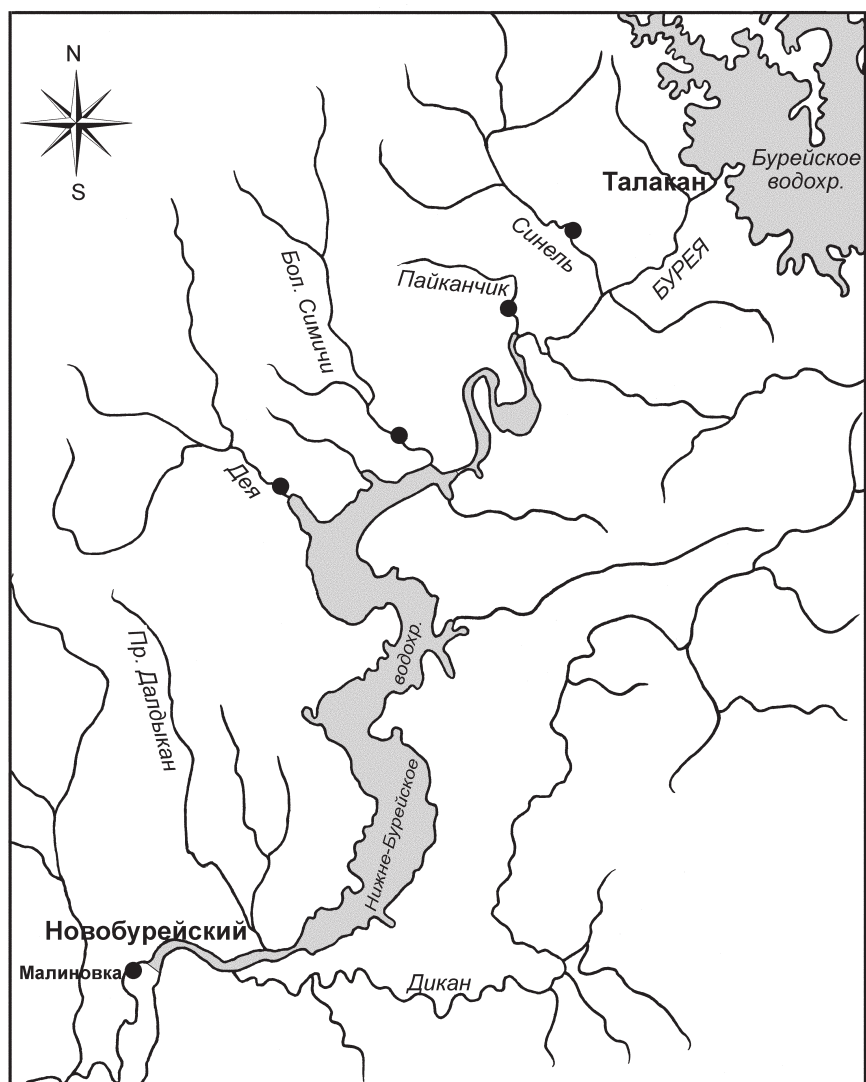


Рис. 1. Схема отбора проб макрозообентоса на притоках проектируемого Нижне-Бурейского водохранилища. Точками обозначены места отбора материала.

ческие показатели водотоков и количество отобранных проб на каждой станции. Всего за этот период собрано 32 количественных, 18 качественных проб бентоса и 38 имажинальных проб (табл. 1).

Оценку качества вод проводили по составу водных животных. При анализе первичных данных применялся комплекс простых коэффициентов, которые дают адекватную оценку качественным и количественным изменениям сообществ донных беспозвоночных в ответ на любые виды антропогенного воздействия.

1. Соотношение биомассы насекомых к биомассе олигохет (j) – индекс Кинга и Балла (King, Ball, 1964). При сильном загрязнении j соответствует пропорции 0:1, в чистой реке – 612:1.

Таблица 1

**Места и сроки отбора количественных и качественных проб бентоса
в басс. р. Буря в июне-июле 2012–2014 гг.**

Водоток	Дата	Место сбора	T _{воды} , °C	pH	Н, см	Кол.	Кач.	Им.
Синель	10.07.12	перекат	17,8	7,23	35	1	1	3
Синель	10.07.12	плес	17,8	7,23	70	1	-	-
Дея	11.07.2	перекат	11,4	6,57	20–35	3	1	3
Большие Симичи	11.07.12	перекат	18,7	7,39	20–25	2	1	3
Пайканчик	11.07.12	перекат	18,3	7,02	15–20	2	1	3
Буря, правый берег, ниже плотины НБ ГЭС	12.07.12	затон	12,3	7,5	80	2	1	3
Буря, левый берег, ниже плотины НБ ГЭС	12.07.12	перекат	10,3	6,75	60	1	1	3
Буря, левый берег, выше плотины НБ ГЭС	12.07.12	перекат	10,0				3	3
Буря, центр реки, ниже плотины НБ ГЭС	12.07.12	перекат	10,0			2	-	3
Синель	27.06.13	перекат	19,7	6,71	20	1	1	1
Дея	27.06.13	плес	19,4	7,23	45	1	-	-
Дея	29.06.13	перекат	13,3	6,72	25	1	1	1
Дея	29.06.13	плес	13,3	6,72	30–35	1	-	-
Большие Симичи	29.06.13	перекат	14,2	6,86	18	1	1	1
Пайканчик	29.06.13	плес	14,2	6,86	17	1	-	-
Пайканчик	27.06.13	перекат	15,9	6,72	15	1	1	1
Пайканчик	27.06.13	плес	15,9	6,72	13	1	-	-
Буря, ниже плотины НБ ГЭС	03.07.14	перекат	13,6		20	1	1	2
Буря, ниже плотины НБ ГЭС	03.07.14	плес	13,6		15–20	1	-	
Синель	04.07.14	перекат	22,0		15–20	1	1	2
Синель	04.07.14	плес	22,0		50	1	-	-
Дея	03.07.14	перекат	19,6		10	1	1	2
Дея	03.07.14	плес	20,0		20–25	1	-	-
Большие Симичи	04.07.14	перекат	15,0		10–15	1	1	2
Большие Симичи	04.07.14	плес	14,2		10	1	-	-
Пайканчик	04.07.14	перекат	15,0		10–15	1	1	2
Пайканчик	04.07.14	плес	15,0		10	1	-	-
Всего						32	18	38

Примечание: Н – глубина, Кол. – количественные пробы, Кач. – качественные, Им. – имитационные.

2. Индекс *EPT* – индикаторной группы беспозвоночных из отрядов поденки (Ephemeroptera), веснянки (Plecoptera) и ручейники (Trichoptera), наименее толерантных к различным видам загрязнения. Оценка экологического состояния водотока определялась по критериям, представленным в таблице 2. При использовании этого индекса необходимо учитывать сезонные изменения видового состава, связанные с вылетом имаго, и размер водотока.

При определении структуры сообщества использовалась классификация А.М. Чельцова-Бebutова в модификации В.Я. Леванидова (1977), по которой домини-

Таблица 2

Критерии оценки экологического состояния водотоков по индикаторным группам беспозвоночных (индекс ЕРТ)

Классификация по качеству	Число видов ЕРТ			Общее число видов		
	Горные	Предгорные	Равнинные	Горные	Предгорные	Равнинные
Очень хорошее	>41	>31	>27	>91	>91	>83
Хорошее	32-41	24-31	21-27	77-91	77-91	65-83
Хорошее-среднее	22-31	16-23	14-20	61-76	61-76	52-67
Среднее	12-21	8-15	7-13	46-60	46-60	36-51
Плохое	0-11	0-7	0-6	0-45	0-45	0-35

нанты от общей численности составляют 15% и более, субдоминанты – 5.0-14.9, второстепенные виды – 1-4.9%, третьестепенные – менее 0.1%.

Краткая физико-географическая характеристика водотоков в зоне влияния Нижне-Бурейской ГЭС

Река Бурей образуется от слияния Правой илевой Буреи, дренирующих склоны хребтов Дуссе–Алинь и Ям–Алинь с высоты 560 м над уровнем моря, и двумя рукавами впадает в р. Амур на 1666 км от его устья. Длина реки от слияния 623 км, от истока Правой Буреи 739 км, площадь водосбора 70 700 км².

Створ плотины Нижне-Бурейской ГЭС расположен в 89 км от устья, создаваемое водохранилище распространится по р. Бурей примерно на 90 км. Площадь водосбора в створе ГЭС составит 67400 км² (Мордовин и др., 2006). Верхняя часть бассейна находится в зоне многолетней мерзлоты, в южной части мерзлота островная.

Район гидроузла расположен в области муссонного климата. Зимой преобладает ясная и морозная погода при затишьях и слабых ветрах. Весна солнечная и сухая. Летом увеличиваются скорость ветра, облачность, влажность и количество выпадающих осадков. Температура воздуха относительно высокая. Осенью облачность и осадки уменьшаются, ветер ослабевает. Средняя годовая температура воздуха в створе плотины составляет 2,2°. Самый холодный месяц январь, средняя температура которого составляет -30,1°. Абсолютный минимум температуры достигает -52°. Самый теплый месяц июль с абсолютным максимумом 41°. Переход средней суточной температуры воздуха через 0° происходит осенью, обычно в конце октября, весной в начале апреля. Продолжительность безморозного периода 192 дня. Средняя годовая относительная влажность составляет около 73%. Годовое количество осадков в районе Нижне-Бурейского водохранилища колеблется от 562 (с. Каменка) до 718 мм (с. Пайкан), из них 82 % выпадает с мая по сентябрь. Первые заморозки на поверхности почвы отмечаются в первой половине сентября. Снежный покров появляется в начале ноября, начинает разрушаться в конце марта. Высота снежного покрова в районе с. Каменка изменяется от 9 до 28 см у п. Пайкан – от 18 до 61 см.

По водному режиму реки бассейна Буреи относятся к дальневосточному типу. Основным источником их питания являются дожди, доля которых составляет в среднем 50-70% от общего годового стока. Снеговое питание составляет 10-20%, подземное – 10-30%. Основным притоком водохранилища является р. Бурей. До соору-

жения Бурейской ГЭС водный режим реки характеризовался небольшим весенним половодьем, частыми и значительными паводками и низкой зимней меженью. Наименьшие расходы воды р. Бурей у с. Каменка в период открытого русла и зимнюю межень составляли соответственно 204 и 0,90 м³/с. Максимальный расход воды достигал 18100 м³/с (Ресурсы..., 1966). Сооружение плотины Бурейской ГЭС привело к значительному изменению гидрологического режима р. Бурей в нижнем течении. В первую очередь существенно выросли расходы воды в зимнюю межень. Стали постепенно повышаться и максимальные их значения. Появление водохранилища привело к сдвигу дат начала осенних и зимних ледовых явлений с начала на конец сентября. Сдвинуты были и сроки начала ледостава - с середины на конец сентября. Изменения произошли также в сроках начала весенних ледовых явлений. Наиболее ранняя дата их появления до создания водохранилища приходилась на 17 апреля, а в 2005 г. – 21 марта.

Притоки Нижне-Бурейского водохранилища по водности на два порядка ниже р. Бурей, характеризуются малой длиной (< 40 км). Суммарный среднегодовой сток этих рек не превышает 9 м³/с (Мордовин, 1996). Основные гидрологические характеристики притоков приведены в таблице 3.

Гидрохимическая характеристика водотоков нижнего течения р. Бурей в районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС

Химический состав вод малых рек бассейна р. Бурей – притоков Нижне-Бурейского водохранилища формировался в 2012–2014 гг. в условиях значительных колебаний водности, которые были вызваны большими различиями в годовых суммах атмосферных осадков. Если в мае–сентябре 2013 г. в г. Благовещенск выпало 711 мм осадков, то за аналогичный период 2012 и 2014 гг. – 485 и 312 мм соответственно. Такие погодные особенности в 2012–2013 гг. привели к появлению на малых реках многочисленных паводков, способствовали поступлению большого количества растворенных веществ с водосборной площади в русловую сеть.

По классификации О.А. Алекина (1970) воды рек – притоков Нижне-Бурейского водохранилища, преимущественно относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу, характеризуются удовлетворительным содержанием кислорода. Лишь воды р. Дея, дренирующей плиоценовые и нижнечетвертичные отложения, в меженный период по химическому составу относятся к гидрокарбонатно-натриевому типу. Значения pH изменяются в широком диапазоне (6,3–8,0). Минерализация вод малых рек Дея, Синель, Б. Симичи не превышает 60 мг/дм³. Более высокие значения, обусловленные присутствием на водосборе меловых эффузивных пород кислого и среднего состава (Гидрология СССР..., 1971), отмечались в воде рек Пайканчик (до 94,4 мг/дм³). Содержание иона калия находится ниже предела обнаружения, хлоридного иона не превышает 1 мг/дм³, т.е. мало отличается от содержания в атмосферных осадках (Шестеркин и др., 2010).

Концентрация сульфатного иона в основном находится в пределах 2,5–6,6 мг/дм³, наименьшими значениями характеризуются воды р. Синель, наибольшими – воды р. Пайканчик (до 10,3 мг/дм³), что свидетельствует о большом влиянии подстилающих пород на формирование химического состава речных вод. Наименьшие значения минерализации и концентраций основных ионов были отмечены в многоводном 2013 г.,

а также летом 2014 г. В первом случае они были вызваны значительным разбавлением речных вод атмосферными осадками, во втором – промывным режимом почв в многоводном 2013 г.

Содержание аммонийного и нитратного азота, нефтепродуктов ниже значений ПДК, нитритного азота, минерального фосфора, фторидов, пестицидов, анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) – предела обнаружения.

Высокая заболоченность водосборов рек обуславливает в половодье и паводки повышенную цветность вод (в р. Синель до 85°). Концентрации железа и фенолов часто бывают выше величин ПДК, причем максимальные их значения отмечались в многоводном 2013 г. Содержание легко окисляемых органических веществ, определяемых по величине БПК₅, эпизодически превышает значения ПДК, наиболее высокие величины (до 2,6 ПДК в р. Дея) были зафиксированы в 2013 г.

Содержание трудно окисляемых органических веществ, определяемых по величине бихроматной окисляемости (ХПК), изменяется в больших пределах (от 10 до 40 мг О/дм³), наименьшие значения фиксируются в межень, наибольшие – в паводки. Концентрация $C_{\text{орг}}$ в многоводном 2013 г. в воде большинства рек превышало в 1,1–5,5 раза $C_{\text{неорг}}$. Обратная ситуация отмечается в водах р. Бол. Симичи осенью, где содержание $C_{\text{орг}}$ изменялось от 3,1 до 10,2 мг С/дм³. Содержание гумусовых кислот составляет 60% от C^P . Вероятно, высокие содержания ГФК в воде обусловлены буротаяжными почвами, которые характеризуются высоким содержанием гумуса в органической части профиля, формированием кислого гумуса, богатого миграционно способными фракциями гуминовых и особенно фульвокислот, незакрепленных основаниями и полуторными оксидами [Ершов, 1984]. Осенью 2013 г. концентрации $C_{\text{орг}}$ в воде снижались, достигая к концу октября наименьших значений. Высокое содержание карбонатных неорганических форм углерода обусловлено характером водосбора данной реки – меньшей заболоченностью территории и дренируемостью карбонатных пород. В воде доминируют растворенные формы ОВ. Содержание взвешенного ОВ невысокое – 0,1–0,5 мг С/дм³. Вклад ВОВ в составе ОВ исследуемых вод изменяется от 1 до 15,2 % от $C_{\text{орг}}$. Наблюдения 2014 г. свидетельствуют о более низких концентрациях $C_{\text{орг}}$ по сравнению с многоводным 2013 г.

Значительная хаотичность отмечается в уровнях содержания микроэлементов. Концентрации бериллия, бора, ртути, кадмия, кобальта, свинца и хрома (VI) в основном находятся ниже предела обнаружения. Содержание алюминия, никеля и мышьяка существенно ниже нормативных значений. Уровни концентраций марганца, железа, цинка и меди в воде изменяются в очень больших пределах, часто превышают значения ПДК. Максимальные уровни концентраций железа отмечаются в воде р. Синель (8 ПДК), меди и цинка – р. Б. Симичи (38,6 и 5,9 ПДК соответственно) в конце многоводного 2013 г. Значительно меньше (марганца на два порядка) было содержание металлов в маловодном 2014 году. Такие особенности содержания микроэлементов обусловлены природными особенностями водосборов рек – повышенной их заболоченностью, геохимическим составом пород и почв, наличием подземных вод с высокими концентрациями марганца и железа. Об этом свидетельствует низкое содержание в воде органического вещества и высокое – валового железа в воде р. Пайканчик в сентябре 2011 г. (до 4,64 мг/дм³).

В маловодном 2014 году впервые были отмечены более высокие, чем значения ПДК, концентрации ртути в воде р. Дея в октябре до 0,11 мг/дм³. Появление их в

Таблица 3

Гидрологическая характеристика притоков р. Бурей в нижнем течении

Река	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Густота речной сети, км/км ²	Годовой сток			
				среднегодовое		95 % обеспеченности	
				м ³ /с	л/с·км ²	м ³ /с	л/с·км ²
Синель	33	—	—	2,69	—	1,97	—
Пайканчик	12	—	—	0,66	—	0,36	—
Большие Симичи	38	—	—	1,64	—	1,20	—
Дея	37	440	0,24	4,14	9,4	2,48	5,6

водах наиболее освоенной сельскохозяйственной части бассейна Буреи может быть обусловлено использованием соединений ртути в качестве пестицидов в прошлом или связано с геохимическими аномалиями на данном водосборе. Таким образом, материалы гидрохимических исследований свидетельствуют о больших различиях в содержании растворенных веществ в водах малых рек нижнего течения р. Бурей, повышенных уровнях концентраций железа, марганца, меди и цинка, часто фенолов и величин БПК₅ значительно превышающих значения ПДК, обусловленных природными особенностями рассматриваемой территории. Воды рек характеризуются удовлетворительным кислородным режимом, гидрокарбонатно-кальциевым составом вод, низким содержанием не превышающим значения ПДК, нефтепродуктов, АПАВ, хлорорганических пестицидов, свинца, хрома, кадмия, кобальта, никеля, мышьяка и др.

**Фауна водных беспозвоночных бассейна р. Бурей
в районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС в летний период**

В районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС в р. Бурей и малых предгорных водотоках по итогам мониторинговых исследований, обнаружено 263 таксона пресноводных беспозвоночных, принадлежащих к 5 типам, 6 классам, 47 семействам и 132 родам (табл. 4). Особое внимание уделено изучению фауны четырех отрядов амфиботических насекомых (поденок, веснянок, ручейников и двукрылых), которые занимают особое место в системе экологического мониторинга, вследствие их способности отражать комплексный характер антропогенного воздействия.

Среди амфиботов самое большое количество видов выявлено в отряде двукрылых в семействе хирономид. По предварительным данным в басс. Среднего Амура наблюдается наибольшее разнообразие фауны этих водных насекомых и включает 308 таксонов (Макаренченко и др., 2008), причем в басс. р. Бурей обитает 120 видов и форм (Макаренченко и др., 2007). В период наших исследований зарегистрировано 89 видов и форм (табл. 4). Наибольшим богатством отличались реки Синель и Пайканчик, 46 и 43 таксона соответственно, ниже строительства ГЭС в р. Бурей обнаружено лишь 37 таксонов (табл. 4). В межгодовом аспекте наибольшее количество видов хирономид собрано на р. Синель в 2014 году (табл. 5).

По опубликованным данным, фаунистический список поденок р. Бурей и ее притоков составляет 68 видов из 24 родов и 13 семейств (Тиунова, Тиунов, 2007; Тиунова, 2014). За период 2012–2014 гг. было выявлено 68 таксонов, среди которых 52 определены до вида, поскольку некоторые поденки были представлены личинками на ранних стадиях развития, поэтому их видовую принадлежность установить

Таблица 4

Таксономический состав бентоса в басс. р. Буря в районе Нижне-Бурейской ГЭС

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Буря выше НБ ГЭС, пр. берег	Буря, ниже НБ ГЭС
Тип Annelidae Подкласс Oligochaeta	1	1	1	1	1	1
Тип Nematoda	1	1	1	1	1	0
Тип Plathelminthes Класс Turbellaria	1	0	0	1	0	0
Тип Mollusca						
Класс Gastropoda						
<i>Juga</i> sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Juga tugurensis</i> Zatravkin et Moskvicheva	0	0	0	1	0	0
<i>Acroloxus ussuriensis</i> Krug. et Star.	0	0	0	1	0	0
<i>Cincinna</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Acroloxus</i> sp.	1	0	0	1	0	0
<i>Anisus (Gyraulus) buriaticus</i> Proz. et Star.	0	0	0	1	0	0
<i>Anisus (Gyraulus) amuricus</i> Proz. et Star.	0	0	0	1	0	0
<i>Cincinna amurensis</i> Mosk.	1	0	0	1	0	0
<i>Anisus (G.) albus</i> (Müll.)	0	1	0	0	0	0
Класс Bivalvia	1	1	0	0	1	0
<i>Pisidium amnicum</i> (Müll.)	0	0	0	1	0	0
<i>Pisidium amurensis</i> Mosk. in Zat.	0	0	0	1	0	0
<i>Euglesa koltschemensis</i> (Zat.)	0	0	0	1	0	0
<i>Euglesa ponderosa</i> (Stelfox)	0	0	0	1	0	0
<i>Henslowiana (A.) izzatullaevi</i> (Zat.)	0	0	0	1	0	0
<i>Musculium (P.) creplini</i> Dunk.	0	0	0	1	0	0
Тип Arthropoda						
Подкласс Acarina	1	1	1	1	1	0
Класс Insecta						
Отряд Megaloptera Sialis sp.	1	0	1	1	1	0
Отряд Coleoptera - жуки	1	0	1	1	1	0
Отряд Odonata - стрекозы	1	1	0	1	0	0
Отряд Diptera - двукрылые						
Сем. Simuliidae	1	1	1	1	1	0
Сем. Tipulidae <i>Tipula</i> sp.	1	1	0	0	1	0
Сем. Ceratopogonidae	1	1	1	1	1	0
Сем. Blephariceridae	0	1	0	0	0	0
<i>Blepharocera</i> sp.	0	1	0	0	0	0
<i>Agathon</i> sp.	0	1	0	0	0	0
<i>Bibiocephala</i> sp.	0	1	0	0	0	0
Сем. Nymphomyiidae	0	0	1	0	0	0
Сем. Limoniidae <i>Dicranota</i> sp.	1	1	0	1	0	0
Сем. Chironomidae - хирономиды						
Chironomidae juv.	0	0	1	0	0	1
<i>Potthastia longimana</i> (Kieffer)	1	0	0	0	1	1

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Буря выше НБ ГЭС, пр. берег	Буря, ниже НБ ГЭС
<i>Potthastia</i> sp.	1	1	1	0	0	0
<i>Pagastia orientalis</i> (Tshernovskij)	1	1	1	1	0	1
<i>Pagastia lanceolata</i> (Tokunaga)	1	1	1	1	0	0
<i>Diamesa</i> gr. <i>insignipes</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Tvetenia</i> gr. <i>bavarica</i>	1	0	1	1	0	1
<i>Tvetenia bidzhanica</i> Makar. et Makar.	1	0	0	0	0	0
<i>Tvetenia tamaflava</i> Sasa	0	1	1	1	0	1
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>brehmi</i>	1	1	1	1	0	0
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>claripennis</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>devonica</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Eukiefferiella</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Parakiefferiella bathophila</i> (Kieffer)	1	0	1	0	0	1
<i>Parakiefferiella smolandica</i> (Brundin)	1	0	1	1	0	0
<i>Orthoclaadiinae</i> indet.	1	0	0	0	0	1
<i>Orthocladus</i> sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Orthocladus</i> gr. <i>rivicola</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Orthocladus frigidus</i> (Zetterstedt)	1	1	1	0	1	1
<i>O. (Euorthocladus)</i> sp.	0	1	0	0	0	1
<i>Orthocladus (O.) setosus</i> Makar. et Makar.	0	0	0	0	0	1
<i>Bryophaenocladus akiensis</i> (Sasa et al.)	0	0	0	1	1	0
<i>Paraphaenocladus</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Nanocladus</i> sp.	1	0	1	1	0	0
<i>Nanocladus spiniplenus</i> (Sæther)	1	0	0	1	0	0
<i>Cardiocladus</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Stilocladus intermedius</i> Wang	0	0	1	0	0	0
<i>Heterotrissocladus</i> gr. <i>marcidus</i>	1	0	1	0	0	1
<i>Euryhopsis fuscipropes</i> Sæther et Wang	1	0	1	0	0	0
<i>Euryhopsis</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Hydrobaenus</i> sp.	0	0	0	0	0	1
<i>Cricotopus annulator</i> Goetghebuer	0	1	0	1	1	0
<i>Cricotopus trifasciatus</i> (Edwards)	0	0	0	1	0	0
<i>Cricotopus ligropis</i> Edwards	1	0	0	0	0	0
<i>Cricotopus bicinctus</i> (Meigen)	1	0	0	0	0	1
<i>Cricotopus tremulus</i> (Linnaeus)	0	0	0	1	0	1
<i>Cricotopus septentrionalis</i> Hirvenoja	0	0	0	0	1	1
<i>Cricotopus</i> gr. <i>tremulus</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Cricotopus</i> sp.	1	1	0	1	0	0
<i>Cricotopus claripes</i> Hirvenoja	0	0	1	0	0	0
<i>Cricotopus (Isocladus)</i> gr. <i>sylvetris</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Thienemanniella</i> sp.	1	1	1	1	0	1
<i>Thienemanniella tiunovae</i> Makar. et Makar.	0	0	0	1	0	0

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Буря выше НБ ГЭС, пр. берег	Буря, ниже НБ ГЭС
<i>Thienemanniella xena</i> (Roback)	0	0	0	1	0	0
<i>Corynoneura</i> sp.	1	1	1	1	0	0
<i>Corynoneura arctica</i> Kieffer	1	0	0	0	0	0
<i>Paratrichocladius rufiventris</i> (Meigen)	0	1	0	0	1	0
<i>Micropsectra</i> sp.	1	0	1	0	0	1
<i>Conchapelopia</i> sp.	1	1	1	1	0	1
<i>Polypedilum</i> (T.) <i>scalaenum</i> (Schrank)	1	1	1	1	0	0
<i>Polypedilum pedestre</i> (Meigen)	1	0	1	0	0	0
<i>Polypedilum</i> sp.	1	1	1	1	0	1
<i>Polypedilum</i> (U.) <i>cultellatum</i> Goetghebuer	0	0	0	0	0	1
<i>Taenypodinae</i> juv.	0	0	0	1	0	1
<i>Microtendipes</i> gr. <i>pedellus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Stempellinella</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Procladius ferrugineus</i> (Kieffer)	1	0	0	0	0	0
<i>Procladius</i> gr. <i>chorens</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Procladius</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Parametriochnemus</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Ablabesmyia</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Krenosmittia</i> sp.	1	0	1	1	0	0
<i>Krenosmittia halvorseni</i> (Cranston et Sæther)	1	0	1	1	0	0
<i>Pseudosmittia danconai</i> (Marcuzzi, 1947)	0	0	0	1	0	0
<i>Synorthocladius</i> gr. <i>semivirens</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Zavrelia</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Pseudosmittia</i> sp.	0	1	0	1	1	1
<i>Pseudosmittia mathilda</i> (Albu)	0	0	1	0	0	0
<i>Robackia demeijera</i> (Kruseman)	0	1	0	0	0	0
<i>Tanytarsus</i> sp.	1	1	1	1	0	1
<i>Reotanytarsus</i> sp.	1	1	1	1	0	0
<i>Paratanytarsus</i> sp.	0	0	0	0	0	1
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	1	1	0	1	0	0
<i>Chironomus</i> sp.	0	0	0	1	1	1
<i>Criptochironomus</i> gr. <i>defectus</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Cryptochironomus</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Demicryptochironomus</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Sergentia baueri</i> (Wülker et al.)	0	0	0	0	0	1
<i>Microchironomus tener</i> (Kieffer)	0	0	0	0	1	0
<i>Stictochironomus</i> sp.	1	0	0	0	1	1
<i>Thienemannimyia</i> sp.	1	1	0	1	1	1
<i>Saetheria</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Saetheria reissi</i> Jackson	1	0	0	1	0	0
<i>Lymnophies gelasinus</i> Sæther	0	0	1	0	0	0

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Буря выше НБ ГЭС, пр. берег	Буря, ниже НБ ГЭС
<i>Lymnophies pumilio</i> (Holmgren)	0	0	1	1	0	0
<i>Lymnophies</i> sp.	0	1	1	0	0	1
<i>Smittia akanduodecima</i> Sasa et Kamimura	0	0	1	0	0	0
<i>Smithia extrema</i> (Holmgren)	0	0	0	0	0	1
Всего: 89	46	26	43	36	12	37
Отряд Trichoptera - ручейники						
<i>Brachycentrus americanus</i> (Banks)	1	1	1	1	–	0
<i>Agapetus jakutorum</i> Martynov	1	0	1	1	–	0
<i>Agapetus</i> sp.	1	1	1	1	–	0
<i>Anagapetus</i> sp.	1	1	0	0	–	0
<i>Agapetus levanidovae</i> Vshivkova	0	1	1	0	–	0
<i>Anagapetus schmidi</i> Levanidova	1	1	1	0	–	0
<i>Apatania</i> sp.	1	1	1	1	–	1
<i>Apatania zonella</i> (Zetterstedt)	0	1	0	0	–	1
<i>Glossosoma</i> sp.	1	1	1	1	–	1
<i>Glossosoma intermedium</i> (Klapálek)	0	1	0	0	–	0
<i>Glossosoma usuricum</i> (Martynov)	0	1	1	0	–	0
<i>Glossosomatidae</i> gen. sp.	0	1	0	1	–	0
<i>Psychomyia flavida</i> Hagen	1	1	1	1	–	0
<i>Semblis</i> sp.	0	1	1	0	–	1
<i>Stactobiella</i> sp.	1	1	0	0	–	0
<i>Psychomyia</i> sp.	1	0	1	1	–	0
<i>Hydropsyche</i> sp. (Martynov)	1	1	1	1	–	1
<i>Ceraclea</i> sp.	1	1	1	1	–	0
<i>Arctopsyche amurensis</i>	1	1	1	1	–	1
<i>Arctopsyche</i> sp.	0	1	1	0	–	1
<i>Hydroptila</i> sp.	1	1	1	1	–	0
<i>Lepidostoma</i> sp.	1	1	0	0	–	1
<i>Leptocerus</i> sp.	0	0	0	0	–	1
<i>Leptoceridae</i> gen. sp.	1	0	0	0	–	1
<i>Goera</i> sp.	1	1	1	1	–	1
<i>Goera tungusensis</i> ? Martynov	0	0	0	1	–	0
<i>Dicosmoecus jorankeanus</i>	0	1	0	0	–	0
<i>Mollanoides tinctus</i> (Zetterstedt)	1	0	0	0	–	0
<i>Cheumatopsyche</i> sp.	1	1	0	0	–	0
<i>Limnophilidae</i>	1	1	0	0	–	1
<i>Rhyacophila</i> sp.	1	1	1	1	–	1
<i>Rhyacophila impar</i> Martynov	0	0	1	0	–	0
<i>Rhyacophila</i> gr. <i>sibirica</i>	0	0	1	1	–	0
<i>Rhyacophila lata</i> Martynov	0	0	1	1	–	1

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Бурея выше НБ ГЭС, пр. берег	Бурея, ниже НБ ГЭС
<i>Mystacides</i> sp.	0	0	1	1	–	0
<i>Mystacides sepulchralis</i> Walker	0	0	0	0	–	1
<i>Asynarchus</i> sp.	0	0	0	1	–	0
<i>Micrasema gelidum</i> ? McLachlan	0	0	0	1	–	0
<i>Micrasema</i> sp.	1	1	1	1	–	0
<i>Stenopsyche marmora</i> Navás	0	0	0	0	–	1
Philopotamidae	0	0	1	1	–	0
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> (MacLachlan)	0	0	0	0	–	1
<i>Padunia gelidum</i>	0	1	0	0	–	0
<i>Padunia</i> sp.	0	1	0	0	–	0
<i>Trithotrichia</i> sp.	0	1	0	0	–	0
Bcero: 45	21	29	24	22	–	17
Отряд Плесоптера - веснянки						
<i>Taenionema japonicum</i> (Okamoto)	0	1	0	0	0	0
<i>Nemoura</i> sp.	1	1	1	0	0	0
<i>Nemoura geei</i> (Wu)	0	1	1	1	0	0
<i>Nemoura sahlbergi</i> Morton	0	1	1	1	0	0
<i>Nemoura manchuriana</i> Ueno	1	1	0	0	0	0
<i>Amphinemura</i> sp.	1	1	1	1	0	0
<i>Amphinemura borealis</i> (Morton)	0	0	1	0	0	0
<i>Amphinemura standfusii</i> (Ris)	0	0	1	0	0	0
<i>Protonemura</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Leuctra fusca</i> (Linnaeus)	1	1	1	1	0	1
<i>Isoperla eximia</i> Zapekina-Dulkeit	0	1	0	0	0	0
<i>Isoperla asiatica</i> (Raušer)	1	1	1	1	0	0
<i>Isoperla lunigera</i> Klapálek	0	0	0	0	0	1
<i>Isoperla kozlovi</i> Zhiltzova	0	0	0	0	1	1
<i>Isoperla obscura</i> (Zetterstedt)	0	0	0	0	1	1
<i>Isoperla</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Kaszabia nigricauda</i> (Navas)	0	1	0	1	0	0
Perlodidae	1	1	0	1	0	0
<i>Arcynopteryx</i> sp.	0	0	1	1	0	1
<i>Diura</i> sp.	0	1	0	1	0	1
<i>Skwala compacta</i> (McLachlan)	0	1		1	0	0
<i>Megarcys pseudochracea</i> Zhiltzova	1	0	0	0	0	0
<i>Megarcys</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Megarcys magnilobus</i> ? Zhiltzova	0	0	0	1	0	0
<i>Agnetina extrema</i> (Navás)	1	1	1	1	0	0
<i>Agnetina brevipennis</i> (Navás)	1	1	0	1	0	0
<i>Oyamiya nigribasis</i> Banks	0	0	0	0	1	0

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Буря выше НБ ГЭС, пр. берег	Буря, ниже НБ ГЭС
<i>Kamimuria exilis</i> (McLachlan)	1	0	0	0	0	0
<i>Alloperla</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Alaskaperla longidentata</i> (Raušer)	1	0	1	0	0	0
<i>Haploperla lepnevae</i> Zhiltzova et Zwick	0	1	0	0	0	1
Всего: 31	11	16	13	15	3	7
Отряд Ephemeroptera - поденки						
<i>Ephemera sachalinensis</i> Mats.	0	1	0	0	1	1
<i>Ephemera strigata</i> Etn	0	0	0	0	1	0
<i>Potamanthus luteus oriens</i> Bae et McC.	0	0	0	0	1	1
<i>Cinygmula sapporonensis</i> (Mats.)	0	1	0	0	0	0
<i>Epeorus anatolii</i> Sinitchenkova	1	1	1	1	0	0
<i>Epeorus pellucidus</i> (Brodsky)	1	1	1	1	1	1
<i>Epeorus</i> sp.	1	1	0	1	0	0
<i>Epeorus ninae</i> Kluge	0	0	1	0	0	0
<i>Heptagenia flava</i> Rostock	1	1	1	1	1	0
<i>Heptagenia orbiticola</i> Kluge	0	0	1	0	0	0
<i>Heptagenia sulphurea</i> (Müller)	1	0	0	1	1	1
<i>Heptagenia</i> sp.	1	1	0	0	0	0
<i>Ecdyonurus abracadabrus</i> Kluge	1	0	1	0	1	0
<i>Ecdyonurus aspersus</i> Kluge	1	0	1	0	0	0
<i>Ecdyonurus</i> sp.	1	0	1	1	0	0
<i>Ecdyonurus joernensis</i> Bngts.	0	0	0	1	1	1
<i>Ecdyonurus simplicioides</i> (McD.)	0	0	0	0	0	1
<i>Rhithrogena bajkovaе</i> Kluge	0	0	0	0	1	0
<i>Rhithrogena lepnevae</i> Brodsky	0	0	0	0	1	0
<i>Rhithrogena</i> sp.	0	1	0	1	1	1
<i>Neoleptophlebia japonica</i> (Mats.)	1	1	1	1	1	1
<i>Paraleptophlebia strandii</i> Etn	0	0	1	1	1	0
<i>Paraleptophlebia</i> sp.	1	1	1	1	1	0
<i>Choroterpes</i> sp.	0	0	0	0	1	0
<i>Acentrella gnom</i> Kluge	0	0	0	0	1	0
<i>Acentrella sibirica</i> (Kazl.)	1	1	0	0	0	1
<i>Acentrella fenestrata</i> (Kazl.)	1	0	1	0	0	0
<i>Acentrella</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Baetiella tuberculata</i> (Kazl.)	1	1	0	1	1	0
<i>Baetis fuscatus</i> L.	1	1	1	1	1	0
<i>Baetis ursinus ursinus</i> Kazl.	1	0	0	1	0	0
<i>Baetis vernus</i> Curtis	1	1	1	1	0	0
<i>Baetis</i> sp.	0	1	1	1	1	0
<i>Procloeon pennulatum</i> (Etn)	1	0	1	1	0	0
<i>Procloeon</i> sp.	0	0	0	0	1	1

Окончание табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Буря выше НБ ГЭС, пр. берег	Буря, ниже НБ ГЭС
<i>Centropitulum</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Serratella setigera</i> (Bajkova)	1	1	1	1	0	0
<i>Serratella ignita</i> (Poda)	1	1	1	1	1	1
<i>Serratella nuda</i> f. <i>thymalli</i>	0	0	1	1	1	0
<i>Serratella zapekinae</i> (Bajkova)	1	0	1	0	0	0
<i>Serratella</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Ephemerella aurivillii</i> Bngts.	0	1	1	0	0	1
<i>Ephemerella mucronata</i> (Bngts.)	0	0	0	1	0	1
<i>Ephemerella kozhovi</i> Bajkova	0	0	0	0	0	1
<i>Ephemerella</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Drunella cryptomeria</i> (Imanishi)	0	0	0	0	0	1
<i>Drunella triacantha</i> Tshernova	0	0	1	0	1	1
<i>Torleya padunica</i> Kazl.	1	0	0	0	1	0
<i>Torleya</i> sp.	1	1	0	1	0	0
<i>Ephoron nigradorsum</i> (Tshernova)	0	0	0	0	1	0
<i>Ephoron shigae</i> (Takahasi)	0	0	0	1	0	0
<i>Ephoron</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Metretopus alter</i> Bngts.	1	1	1	1	0	0
<i>Metretopus tertius</i> Tiunova	0	0	0	0	1	0
<i>Metretopus</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Metreplecton macronyx</i> Kluge	1	1	0	1	0	0
<i>Siphonurus immanis</i> Kluge	0	0	0	1	0	0
<i>Siphonurus zhelochovtsevi</i> Tshernova	0	1	0	0	1	0
<i>Siphonurus</i> sp.	1	1	1	0	0	1
<i>Acanthametropus nikolskyi</i>	0	1	0	1	0	0
<i>Isonychia sexpetala</i> Tiunova et all.	0	0	0	0	1	0
<i>Isonychia ussurica sibirica</i> Tiunova et all.	0	0	0	0	1	1
<i>Isonychia</i> sp.	1	0	0	1	1	0
<i>Brachycercus harrisella</i> Curtis	1	1	0	1	0	0
<i>Caenis maculata</i> (Tshernova)	0	0	0	0	1	0
<i>Caenis miliaria</i> (Tshernova)	1	0	0	1	1	0
<i>Caenis rivulorum</i> Etn.	1	0	0	1	1	0
<i>Caenis</i> sp.	1	0	0	1	0	0
Всего: 68	32	25	26	35	33	18

не удалось (табл. 4). В целом количество поденок в малых реках нижнего течения р. Буря варьировало от 4 до 27 видов. Наибольшее число видов поденок отмечено в р. Б. Симичи в 2014 г. (табл. 5)

Фаунистический список ручейников включает 45 таксонов (табл. 4), причем 10 видов (*Agapetus levanidovae*, *Apatania zonella*, *Glossossoma ussuricum*, *Stactobiel-*

Таблица 5

**Динамика видового богатства амфибиотических насекомых
в районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС в 2012-2014 гг.**

Год	Количество таксонов по отрядам				Общее количество таксонов бентоса
	Поденки	Веснянки	Ручейники	Двукрылые и хирономиды	
Река Синель					
2012	17	5	11	22	65
2013	15	3	7	23	52
2014	19	6	7	31	72
Река Дея					
2012	10	3	5	15	38
2013	12	9	5	17	49
2014	16	11	17	23	63
Река Пайканчик					
2012	16	8	8	23	60
2013	11	7	6	16	44
2014	16	5	11	25	62
Река Большие Симичи					
2012	16	8	5	15	51
2013	15	7	9	22	77
2014	24	8	15	25	71
Река Буря ниже НБГЭС, правый берег					
2012	4	0	4	17	30
2013	4	2	0	10	17
2014	—	—	—	—	—

la sp., *Dicoesmoecus jorankenus*, *Rhyacophila impar*, *Micrasema gelidum*, *Hydathophylax nigrovittatus*, *Padunia adelungi*, *Prhotrichia* sp.) отмечены для басс. р. Буря по нашим сборам впервые. Наиболее разнообразно трихoptерофауна представлена в реках Дея и Пайканчик, 29 и 24 таксона соответственно, а в основном русле р. Буря ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС их число за трехлетний период не превышало 17 (табл. 5). Количество ручейников в сообществах бентоса ранжировалось от 4 до 17 видов, максимальное число отмечено в сообществе пресноводных беспозвоночных р. Дея в маловодном 2014 г. (табл. 5).

Фауна веснянок в басс. р. Буря согласно последним данным включает 46 таксонов видового ранга из 28 родов и 8 семейств (Тесленко, 2014). В исследованных водотоках зарегистрирован 31 таксон (табл. 4). Наибольшее количество видов (11) собрано в р. Дея в 2014 г. (табл. 5). Если в основном русле р. Буря в окрестностях пос. Новобурейский, расположенного ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС, ранее отмечалось 7 видов веснянок (Тесленко, 2007), то в период наших исследований их количество не превышало 5 видов (табл. 5).

Следует отметить, что в 2012-2014 гг. притоки Нижне-Бурейского водохранилища характеризовались значительными колебаниями водности, которые были вызваны большими различиями в годовых суммах атмосферных осадков. Так, 2014 год был маловодным и отличался высокими показателями видового богатства фауны. Вместе

с тем, погодные условия в 2012-2013 гг. привели к появлению на малых реках многочисленных паводков, которые оказали влияние на качество сбора макрозообентоса и имаго амфибиотических насекомых. В целом фауна амфибиотических насекомых в малых водотоках, формирующих качество воды Нижне-Бурейского водохранилища, отличается высоким видовым богатством.

Структура сообществ донных беспозвоночных бассейна р. Бурей в районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС

Река Синель. Структура сообщества донных беспозвоночных обследованного участка р. Синель в течение трехлетнего периода оставалось относительно стабильной (табл. 6). Основными доминирующими группами были поденки, ручейники и хирономиды. Минимальные показатели численности бентоса отмечены в 2012 г. (6584 экз/м²), биомассы – в 2013 г. (2,7 г/м²), максимальные – в 2014 г. (33304 экз/м² и 20,5 г/м², соответственно). Высокие показатели численности в 2014 г. достигались за счет личинок хирономид (47,8 %), группы др. двукрылых (16,6 %) и мошек (16,1 %), составлявших в сумме 80,3 % численности всего бентоса. Колебания численности и биомассы бентоса в связаны с гидрологическими показателями, а именно с водным режимом. Так, в начале июля 2014 г. отмечен самый низкий уровень воды в р. Синель относительно предыдущих двух лет, а в конце июня 2013 г. – самый высокий.

Качество воды р. Синель по индексу ЕРТ можно оценить как среднее и по индексу Кинга и Балла как хорошее (табл. 6). Таким образом, по этим биологическим показателям р. Синель в настоящее время не подвержена антропогенному загрязнению.

Таблица 6

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных реки Синель

Группа	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	N/B	%	N/B	%	N/B	%
Поденки	1480/1,3	22,5/7,0	1152/0,41	15,6/15,1	2824/1,34	8,5/6,5
Веснянки	232/2,73	3,5/14,9	32/0,34	0,4/12,5	288/0,97	0,9/4,7
Ручейники	2760/13,4	41,9/73,2	624/0,96	8,5/35,5	1452/13,9	4,4/68,0
Хирономиды	1712/0,34	26,0/1,8	5352/0,85	72,5/31,5	15920/0,68	47,8/3,3
Др. двукрылые	32/0,20	0,5/1,1	-/-	-/-	5456/0,68	16,4/3,3
Мошки	136/0,06	2,1/0,3	16/0,005	0,2/0,2	5376/0,5	16,1/2,4
Личинки жуков	-/-	-/-	16/0,01	0,2/0,5	56/0,02	0,2/0,1
Олигохеты	-/0,12	-/0,7	-/0,05	-/1,7	-/0,31	-/1,5
Моллюски	96/0,15	1,5/0,8	24/0,04	0,3/1,3	184/0,03	0,6/0,1
Клещи	40/0,008	0,6/0,04	160/0,04	2,2/1,5	120/0,01	0,4/0,07
Прочие	-/-	-/-	8/0,004	0,1/1,1	64/0,008	0,14/0,04
Стрекозы	-/-	-/-	-/-	-/-	8/2,0	0,02/9,8
Всего:	6584/18,3		7384/2,7		33304/20,5	
Индекс ЕРТ	33		18		34	
Индекс Кинга (j)	145:1		55:1		64:1	
Качество воды	Хорошее		среднее		среднее	

Примечание: здесь и в таблицах 7–9 – N – численность, экз/м², B – биомасса – г/м².

Река Дея. За трехлетний период максимальные показатели численности бентоса отмечены в июле 2012 г. (15264 экз/м²), а минимальные – в июле 2014 г. (7656 экз/м²) (табл. 7). При этом биомасса бентоса различалась не значительно. В сообществе донных беспозвоночных в течение 2012 – 2014 гг. доминировали хирономиды, как по численности, так и по биомассе, за исключением 2013 г., когда они по биомассе представляли категорию субдоминантов (табл. 7). Поденки и ручейники доминировали по численности и биомассе в 2013 г. и по численности в 2014 г. Ручейники преобладали по обоим показателям в 2013 и 2014 гг., а в 2012 г. представляли категорию субдоминантов. Таким образом, на протяжении исследования структура сообщества р. Дея оставалась стабильной с небольшими изменениями, связанными с жизненными циклами беспозвоночных, которые, в свою очередь, чутко реагируют на изменения температурного и водного режимов. Температура воды в р. Дея в 2014 г. была значительно выше показателей 2012 и 2013 гг. (табл. 2).

По биологическим показателям р. Дея в период обследования не была подвержена антропогенному загрязнению. Качество воды по индексам ЕРТ и Кинга и Балла оценивается как хорошее (табл. 7).

Река Большие Симичи. При сопоставлении данных, полученных в близкие сроки в 2012 – 2014 гг., показано, что сообщество донных беспозвоночных обследованного участка р. Б. Симичи оставалось в стабильном состоянии с межгодовыми колебаниями численности и биомассы, но практически без структурных перестроек (табл. 8). Так, не смотря на то, что численность и биомасса изменялись между годами более чем в два раза, структура сообщества при этом оставалась постоянной. Поденки доминировали по численности в 2012 г. и в 2013 г., а в 2014 г. представлял категорию субдоминантов. Веснянки были постоянными доминантами по биомассе. Ручейники меняли свои позиции, переходя из субдоминантов в 2012 г. в доминанты в 2013 и

Таблица 7

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных реки Дея

Группа	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	N/B	%	N/B	%	N/B	%
Поденки	960/0,22	6,3/2,9	3344/1,60	33,4/35,6	1192/0,86	15,6/13,3
Веснянки	416/0,10	2,7/1,3	552/0,09	5,5/2,0	368/0,94	4,8/14,6
Ручейники	1712/0,90	11,2/11,9	1696/1,14	16,9/25,4	1776/1,2	23,2/18,9
Хирономиды	10768/2,27	70,5/30,1	2688/0,62	26,8/13,8	3544/1,1	46,3/16,8
Др. двукрылые	64/0,16	0,4/2,1	48/0,05	0,5/1,1	88/0,30	1,1/4,7
Мошки	512/0,26	3,3/3,5	1064/0,34	10,6/7,6	448/0,17	5,9/2,6
Блефариды	64/0,22	0,4/3,0	96/0,33	1,0/7,4	152/1,68	2,0/26,1
Стрекозы	80/2,87	0,5/38,1	40/0,02	0,4/0,4	40/0,02	0,5/0,3
Олигохеты	-/0,35	-/4,6	-/0,13	-/2,8	-/0,15	-/2,4
Нематоды	-/-	-/-	32/0,006	0,3/0,1	16/0,01	0,2/0,1
Моллюски	16/0,09	0,1/1,2	8/0,007	0,1/0,2	8/0,005	0,1/0,1
Клещи	96/0,03	0,6/0,4	64/0,01	0,6/0,3	24/0,002	0,3/0,03
Всего:	15 264/7,54		10 016/4,50		7 656/6,45	
Индекс ЕРТ	17		20		26	
Индекс Кинга (j)	20:1		33:1		41:1	
Качество воды	Хорошее		Хорошее-среднее		Хорошее	

2014 гг. Хирономиды во все годы преобладали по численности и достигали максимальных значений по биомассе в 2014 г. (табл. 8). Моллюски доминировали по биомассе в 2012 и 2014 гг.

Таким образом, высокое видовое богатство фауны амфибиотических насекомых и высокие показатели индексов ЕРТ и Кинга и Балла указывают на стабильное состояние сообщества р. Б. Симичи, а качество воды может быть оценено как хорошее.

Река Пайканчик. Анализ данных за трехлетний период показал, что максимальные показатели численности 17600 экз/м² отмечены в июле 2014 г., минимальные 2224 экз/м² – в конце июня 2013 г. (табл. 9). При этом биомасса бентоса варьировала в пределах 1,32 – 6,29 г/м². В сообществе донных беспозвоночных в течение 2012 – 2014 гг. доминировали поденки, как по численности, так и по биомассе, за исключением июля 2014 г., когда они по численности представляли категорию субдоминантов. Ручейники доминировали по обоим показателям в 2013 и 2014 гг., а в 2012 г. представляли категорию субдоминантов по численности. Хирономиды в течение трех лет по численности доминировали с высокой степенью преобладания, а по биомассе представляли категорию субдоминантов. Однако в 2014 г. они доминировали и по биомассе. Таким образом, на протяжении трехлетнего периода структура сообщества исследованного участка р. Пайканчик оставалась стабильной с небольшими изменениями.

По биологическим показателям р. Пайканчик не подвержен антропогенному загрязнению. Качество воды по индексу ЕРТ в течение 2012–2014 гг. оценивается как хорошее, по индексу Кинга и Балла как очень чистое.

Река Бурей. Бентос ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС отбирался постоянно в течение трехлетнего периода в близкие сроки. В 2012 г. пробы бентоса были отобраны в трех точках по поперечному профилю реки: у правого и левого берегов и в центре реки (табл. 10).

Таблица 8

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных реки Б. Симичи

Группа	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	N/B	%	N/B	%	N/B	%
Поденки	1696/1,07	36,5/11,2	1912/0,73	29,4/20,2	1456/0,72	14,1/8,8
Веснянки	664/2,91	14,3/30,3	528/0,623	8,1/17,3	344/1,98	3,3/24,0
Ручейники	608/0,47	13,1/4,9	912/1,203	14,0/33,3	2032/1,73	19,7/20,9
Хирономиды	984/0,15	21,2/1,5	2688/0,54	41,3/14,9	5408/1,40	52,4/17,0
Др. двукрылые	208/0,15	4,5/1,4	144/0,054	2,2/1,6	88/0,05	0,9/0,5
Мошки	200/0,03	4,3/0,3	48/0,006	0,7/0,3	800/0,02	7,7/0,3
Личинки жук			168/0,034	2,6/0,9	16/0,004	0,1/0,04
Стрекозы				8/0,08	16/0,08	0,05/1,0
Олигохеты	-/0,21	-/2,2	-/0,294	-/8,2	-/0,11	-/1,3
Нематоды	48/0,01	1,0/0,1	24/0,002	0,4/0,04	16/0,003	0,1/0,04
Моллюски	32/4,62	0,7/48,0	40/0,094	0,6/2,5	24/2,21	0,2/26,8
Клещи	208/0,004	4,5/0,04	16/0,003	0,2/0,1	104/0,01	1,0/0,1
Всего:	4648/9,62		6504/3,60		10328/8,24	
Индекс ЕРТ	33		28		34	
Индекс Кинга (j)	22:1		11:1		56:1	
Качество воды	Хорошее		Хорошее		Хорошее	

Таблица 9

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных р. Пайканчик

Группа	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	N/B	%	N/B	%	N/B	%
Поденки	2344/1,76	38,0/35,2	520/0,24	23,4/18,2	1680/1,84	9,5/29,3
Веснянки	360/1,15	5,8/23,0	64/0,01	2,9/0,7	192/0,18	1,1/2,9
Ручейники	584/0,87	9,5/17,4	704/0,84	31,6/64,0	3464/1,76	19,7/28,0
Хирономиды	1960/0,66	31,8/13,2	672/0,10	30,2/7,4	11248/2,1	63,9/33,1
Др.двукрылые	240/0,27	3,9/5,4	8/0,01	0,4/0,7	88/0,07	0,5/1,2
Мошки	72/0,01	1,2/0,2	88/0,04	4,0/3,3	448/0,07	2,5/1,2
Вислокрылки	96/0,07	1,6/1,4	8/0,01	0,4/1,0	8/0,04	0,05/0,6
Олигохеты	-/0,03	-/0,7	-/0,002	-/0,1	-/0,09	-/1,5
Моллюски	24/0,03	0,4/0,6	8/0,04	0,4/2,8	48/0,02	0,3/0,4
Клещи	216/0,04	3,5/0,8	64/0,002	2,9/0,1	136/0,02	0,8/0,3
Прочие	272/0,10	4,4/2,1	56/0,02	2,5/1,8	40/0,003	0,2/0,05
Всего:	6168/4,99		2224/1,32		17600/6,29	
Индекс ЕРТ	30		16		26	
Индекс Кинга (j)	145:1		620:1		64:1	
Качество воды	Хорошее		Хорошее – очень хорошее		Хорошее	

Таблица 10

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных р. Бурей, ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС в 2012 г.

Группа	Правый берег		Левый берег		Центр реки	
	N/B	N/B,%	N/B	N/B,%	N/B	N/B,%
Поденки	640/0,14	0,3/0,1	2048/3,6	11,1/24,3	2048/4,2	4,6/23,6
Веснянки	-	-	320/0,03	1,7/0,2	32/0,006	0,07/0,07
Ручейники	640/5,59	0,3/5,5	4032/0,91	21,9/6,2	256/4,4	0,6/25,1
Хирономиды	195400/31,7	98,3/31,2	10048/2,7	54,7/18,2	12544/2,5	28,3/13,9
Мошки	-	-	-	-	64/0,02	0,1/0,1
Вислокрылки	80/0,001	0,04/-	-	-	-	-
Нематоды	-	-	1536/0,003	8,4/0,02	28800/0,29	65,0/1,6
Олигохеты	-/14, 8	-/14,5	-/0,74	-/5,0	-/1,38	-/7,8
Моллюски	1840/49,0	0,9/48,2	384/6,75	2,1/46,1	448/4,9	1,0/27,3
Клещи	80/0,06	0,04/0,06	-	-	32/0,003	0,07/0,02
Прочие	160/0,27	0,08/0,31	-	-	64/0,10	0,1/0,5
Всего:	2624/6,4		18368/14,6		44288/17,6	
Индекс ЕРТ	6		21		13	
Индекс Кинга (j)	2:1		10:1		8:1	
Качество воды	Плохое		Хорошее		Среднее	

Сообщество зообентоса в центре реки было представлено 10 группами водных беспозвоночных. Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди хирономид (16 видов), поденки насчитывали 5 видов, веснянки – один и ручейники – 7 видов. Численность животных в реке составляла 44288 экз./м² при биомассе 17,6 г/м². Столь высокие показатели численности достигались в основном за счет нематод, составляющих 65,0% численности всех животных. Хирономиды также доминировали по

численности (28,3%), а поденки (23,6%), ручейники (25,1%) и моллюски (27,3%) по биомассе. Категорию субдоминантов по численности представляли только хирономиды (13,9%).

Качество воды по индексу ЕРТ на этом участке оценивалось как среднее и по индексу Кинга и Балла показывало слабое загрязнение.

Макрозообентос у левого берега р. Буря (ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС) насчитывал 7 групп водных беспозвоночных. Общее количество видов составило 32, среди которых 17 видов хирономид, 10 видов поденок, 4 вида веснянок и 7 видов ручейников (табл. 10). Численность у левого берега р. Буря в этот период составила 18368 экз./м² при биомассе 14,6 г/м² (табл. 10). Высокие показатели численности достигались в основном за счет хирономид и ручейников, составивших в сумме 76,6% всей численности. Нематоды на этом участке представляли по численности категорию субдоминантов. По биомассе доминировали три группы: поденки (24,3%), хирономиды (18,2%) и моллюски (46,1%). Категорию субдоминантов по биомассе представляли ручейники (6,2%) и олигохеты (5,0%).

Таким образом, у левого берега р. Буря качество воды оценивалось как промежуточное между хорошим и средним. Индекс ЕРТ составил 21, что соответствует хорошему качеству воды; индекс Кинга и Балла также показывал не плохое состояние вод.

Макрозообентос у правого берега р. Буря в 2012 г. представляли 9 групп донных беспозвоночных (табл. 10). Видовой состав оценивался 29 видами. Наибольшее число видов отмечено среди хирономид (18 видов); поденки представлены 2 видами, ручейники 4 видами, а веснянки отсутствовали. Показатели численности и биомассы на этом участке реки самые высокие и составляют 199840 экз./м² и 101,6 г/м², соответственно (табл. 10). Столь высокие показатели количественного развития достигались в основном за счет подавляющей роли хирономид (98,3%) и моллюсков (48,2%). Категорию субдоминантов по биомассе представляли ручейники (5,5%) и олигохеты (14,5%).

Индекс ЕРТ на этом участке минимален (6 видов) и по этому показателю качество воды на своре оценено как плохое. Плохое качество воды показал и индекс Кинга и Балла.

Таким образом, можно говорить о том, что р. Буря в 2012 г. у правого берега ниже строящегося водохранилища испытывала значительное загрязнение.

В 2013 г. пробы бентоса отбирались только ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС у правого берега реки в сентябре, поскольку в июле высокий уровень воды не позволил провести гидробиологические исследования.

Зообентос представляли 11 групп беспозвоночных. Численность животных в реке составляла 2624 экз./м² при биомассе 6,4 г/м² (табл. 11). Среди основных групп бентоса по численности доминировали поденки (18,3%), ручейники (33,5%) и хирономиды (32,9%). По биомассе категорию доминантов представляли ручейники (22,3%) и олигохеты (51,3%). Моллюски по численности и биомассе субдоминанты.

Таким образом, в р. Буря ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС качество воды по индексу Кинга и Балла в сентябре оценивалось как плохое. Однако присутствие в бентосе личинок веснянок и поденок показывает, что в результате паводка животные с верхних наиболее чистых участков реки сносились на нижний загрязненный участок.

В 2014 г. обследование нижнего участка проводилось в начале июля. Пробы бентоса также отбирались только у правого берега реки на плесе и перекате (табл. 11).

Макрозообентос в июле 2014 г. на плесе представляли 6 основных групп, на перекате – только четыре. Численность животных на плесе составляла 10448 экз./м² при биомассе 40,4 г/м² (табл. 11). Столь высокие показатели достигались за счет олигохет, которые составляли более половины биомассы бентоса всего сообщества (53,8%). Среди выявленных групп, наряду с олигохетами, по биомассе доминировали ручейники и хирономиды по обоим показателям.

Таблица 11

**Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных реки Бурья
ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС**

Группа	Сентябрь 2013 г.		Июль 2014 г. плес		Июль 2014 г. перекат	
	N/B	N/B, %	N/B	N/B, %	N/B	N/B, %
Поденки	480/0,90	18,3/14,0	64/0,64	0,6/1,6	-/-	-/-
Веснянки	98/0,21	3,7/3,3	-/-	-/-	-/-	-/-
Ручейники	880/1,42	33,5/22,3	208/11,4	2,0/28,1	-/-	-/-
Хирономиды	864/0,18	32,9/2,8	9984/6,6	95,5/16,2	1312/0,87	93,2/20,9
Нематоды	64/0,05	2,4/0,8	128/0,006	1,2/0,01	-/-	-/-
Др. двукрылые	16/0,002	0,6/0,03	-/-	-/-	32/0,04	2,3/0,9
Пиявки	16/0,02	0,6/0,3	-/-	-/-	-/-	-/-
Олигохеты	-/3,28	-/51,3	-/21,8	-/53,8	-/2,77	-/66,8
Моллюски	144/0,35	5,5/5,5	64/0,08	0,6/0,2	64/0,47	4,5/11,3
Клещи	48/0,001	1,8/0,00				
Всего:	2624/6,4		10 448/40,4		1408/4,1	
Индекс ЕРТ	-		3		0	
Индекс Кинга (j)	1:1		0,8:1		0,3:1	

На основании полученных данных можно утверждать, что в р. Бурья ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС качество воды по индексу Кинга и Бала может быть оценено как очень плохое. Впервые этот индекс оказался ниже единицы.

Подобные результаты получены и на перекате этого створа. Здесь количество групп беспозвоночных сократилось до 4-х, доля биомассы олигохет возросла до 66,8%.

Таким образом, учитывая данные за 2013 г. и полученные в 2014 г. можно заключить, что состояние участка р. Бурья ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС ухудшилось. Произошло заиливание основного русла реки, что повлекло за собой увеличение численности олигохет и хирономид и сокращение группового состава бентосных организмов.

Заключение

По результатам наших исследований малые предгорные водотоки нижнего течения р. Бурья (рр. Синель, Пайканчик, Большие Симичи и Дея), впадающие в проектируемое Нижне-Бурейское водохранилище, относятся к категории чистых. Высокое богатство видов в фауне поденок, веснянок, ручейников и хирономид и стабильная

структура сообществ этих рек на протяжении трехлетнего периода (2012–2014 гг.) указывает на отсутствие антропогенного воздействия.

Участок реки Буря ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС подвержен загрязнению. Причем относительно 2013 г. состояние этого участка реки еще более ухудшилось.

В целом, притоки, формирующие качество воды Нижне-Бурейского водохранилища и сама р. Буря, кроме участка ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС, характеризуются сообществами макрозообентоса с относительно высоким фаунистическим разнообразием, что типично для чистых горных и предгорных рек юга Дальнего Востока России.

Литература

- Алёкин О.А. 1970. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 413 с.
- Гидрогеология СССР. 1971. Т. XXIII. Хабаровский край и Амурская область. М.: Недра. 514 с.
- Ершов Ю.И. 1984. Закономерности почвообразования и выветривания в зоне перехода от Евразийского континента к Тихому океану. М.: Наука. 262 с.
- Леванидов В. Я. 1976. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Владивосток. С. 104–122.
- Леванидов В.Я. 1977. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Тр. Биолого-почв. ин-та ДВНЦ АН СССР, Т. 45 (148). С. 126–159.
- Макарченко Е.А., Макарченко М.А., Зорина О.В. 2007. Видовой состав, динамика численности и биомассы бентоса водотоков бассейна реки Буря. Отряд двукрылые (Diptera) // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, С. 180–194.
- Макарченко Е.А., Макарченко М.А. Зорина О.В., Яворская Н.М. 2008. Предварительные данные по фауне хирономид (Diptera, Chironomidae) бассейна реки Амур // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток. С. 189–208.
- Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: ВНИРО, 2003. 95 с.
- Мордовин А.М. 1996. Годовой и сезонный сток рек бассейна Амура: препринт. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 72 с.
- Мордовин А.М., Шестеркин В.П., Антонов А.Л. 2006. Река Буря: гидрология, гидрохимия и ихтиофауна. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 149 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Дальний Восток. Вып.1. Верхний и Средний Амур. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 780 с.
- Тесленко В.А. 2007. Видовой состав, динамика численности и биомассы бентоса водотоков бассейна реки Буря. Отряд веснянки (Plecoptera) // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, С. 145–161.
- Тесленко В.А. 2014. Новые указания веснянок (Insecta, Plecoptera) для бассейнов рек Буря и Зея // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука, С. 654–659.
- Тиунова Т.М. 2003. Методы сбора и первичной обработки количественных проб // Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: Изд-во ВНИРО, С. 5–13.
- Тиунова Т.М. 2004. Структура сообществ донных беспозвоночных бассейна реки Бикин (Приморье) // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами. Улан-Удэ. С. 188–189.
- Тиунова Т.М. 2014. К фауне поденок (Insecta, Ephemeroptera) бассейна реки Буря // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 704–712.

Тиунова Т.М. Тиунов М.П. 2007. Фауна водных беспозвоночных реки Буря. Отряд поденки (Ephemeroptera) // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск. С. 134-145.

Тиунова Т.М., Макаrenchенко Е.А., Тесленко В.А. 2003. Методы сбора качественных и имажинальных проб // Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: Изд-во ВНИРО. С. 14–19.

Шестеркин В.П., Сиротский С.Е., Таловская В.С., Шестеркина Н.М., Форица Ю.А., Ри Т.Д., Матвеева Е.П. 2010. Гидрохимия притоков Нижне-Бурейского водохранилища // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 176–179.

King D.L., Ball R.C. 1964. A quantitative biological measure of stream pollution // J. Water Pollut. Control Fed. V. 36. P. 650–653.

Научное издание

ЖИЗНЬ ПРЕСНЫХ ВОД

Выпуск 2

Художник Писарева Г.П.

Отпечатано с оригинал-макета,
изготовленного в Биолого-почвенном институте ДВО РАН,
минуя редподготовку в «Дальнауке»

Подписано к печати 25.10.2016 г. Формат 70×100/16.
Печать офсетная. Усл. п. л. 17,88. Уч.-изд. л. 17,02.
Тираж 300 экз. Заказ 78

ФГУП «Издательство Дальнаука»
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

Отпечатано в Информационно-полиграфическом
хозрасчетном центре ТИГ ДВО РАН
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7