



ВЛАДИМИР ЯКОВЛЕВИЧ ЛЕВАНИДОВ
(20.03.1913 – 5.11.1981)

FAR EASTERN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF THE EAST ASIA
TERRESTRIAL BIODIVERSITY

PRIMORSKY BRANCH OF THE HYDROBIOLOGICAL SOCIETY
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

VLADIMIR YA. LEVANIDOV'S BIENNIAL MEMORIAL MEETINGS

Issue 9

Vladivostok, March 22–24, 2021



Vladivostok
Dalnauka
2021

ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
БИОРАЗНООБРАЗИЯ НАЗЕМНОЙ БИОТЫ ВОСТОЧНОЙ АЗИИ
ПРИМОРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА ЯКОВЛЕВИЧА ЛЕВАНИДОВА

Выпуск 9

Владивосток, 22–24 марта 2021 г.



Владивосток
Дальнаука
2021

Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 9. – Владивосток: Дальнаука, 2021. – 244 с. ISSN 2658-3267 (Print), 2658-5634 (Online)

В сборник включены 25 статей участников девятых чтений памяти В.Я. Леванидова (22–24 марта 2021 г.) – сотрудников ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии, Института водных и экологических проблем, Института биологических проблем Севера, Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра (ТИНРО-Центр, КамчатНИРО), а также Пермского государственного национального исследовательского университета, Дальневосточного федерального университета, Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, Дальрыбвтуза.

В представленных статьях на современном уровне освещены проблемы пресноводной гидробиологии и ихтиологии, которые в свое время разрабатывал В.Я. Леванидов, рассмотрены вопросы биоразнообразия пресноводных организмов Дальнего Востока России и сопредельных территорий. Показаны современное состояние и перспективы изучения экосистем рек и озёр. Приведены данные по фауне, систематике, биологии и распространению амфибиотических насекомых, моллюсков, ракообразных зоопланктона, пресноводных рыб, а также флоре водорослей.

Книга будет интересна и полезна гидробиологам, ихтиологам, гидроэнтомологам, альгологам, специалистам природоохранных и рыбохозяйственных организаций, а также преподавателям и студентам биологических факультетов вузов.

Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings. Vol. 9. – Vladivostok: Dalnauka, 2021. – 244 p. ISSN 2658-3267 (Print), 2658-5634 (Online)

The book includes 25 papers of 9th Conference in memory of V. Ya. Levanidov in March 22–24, 2021. The problems of freshwater hydrobiology and ichthyology, had been previously developed by V. Ya. Levanidov, with the aspects of biodiversity of freshwater organisms are discussed in the book on a high scientific level. The nowadays knowledge and perspectives in investigation of the rivers and lake ecosystems are shown. The data on fauna, systematics, biology, diversity of the amphibiotic insects, mollusks, freshwater fishes and on flora of freshwater algae are given.

This volume will be useful and interesting to a wide range of specialists including hydrobiologists, ichthyologists, hydro-entomologists, algologists and also to the students and teachers of the biological faculties at the universities.

Редколлегия: д.б.н. *Е.А. Макаrenchенко* (отв. редактор), академик РАН *В.В. Богатов*, д.б.н. *Т.М. Тиунова*, д.б.н. *В.А. Тесленко*, к.б.н. *Л.А. Медведева*, к.б.н. *Т.В. Никулина*, к.б.н. *Е.М. Саенко*

Рецензенты: д.б.н., профессор *А.С. Лелей*, д.б.н. *А.Ю. Звягинцев*

Издано по решению Учёного совета ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН
при финансовой поддержке Дальневосточного отделения РАН

<https://doi.org/10.25221/levanidov.09.01>**ВЛАДИМИР ЯКОВЛЕВИЧ ЛЕВАНИДОВ**
(к 100-летию со дня рождения)¹**VLADIMIR YAKOVLEVITSH LEVANIDOV**
(to the 100th anniversary of the birthday)

20 марта 2013 г. исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося русского и советского ученого, доктора биологических наук, профессора Владимира Яковлевича Леванидова.

В.Я. Леванидов по праву считается основоположником в нашей стране изучения экосистем лососевых рек Дальнего Востока России. Эти экосистемы уникальные и расположены только в северной части Тихого океана вдоль азиатского и североамериканского побережий. Их отличительная черта – резкое сезонное (летне-осеннее) увеличение численности и биомассы рыбного населения за счет миграций в речные системы на нерест многомиллионных стад шести видов тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* – горбуши, кеты, нерки, чавычи, кижуча и симы (ее нет в Северной Америке), а также менее многочисленных проходных гольцов рода *Salvelinus* (3–4 вида в пределах ареала лососей). Все тихоокеанские лососи и частично гольцы после нереста погибают, а весной из отложенной икры выклеваются мальки, которые некоторое время (иногда 3–4 года) живут в реках, активно питаются, растут, а затем скатываются в прибрежье и уходят на нагул в Океан, чтобы вновь вернуться в реки своего рождения, замкнув свой жизненный цикл. Как отметил В.Я. Леванидов: «Если от каждой пары отнерестовавших особей кеты в Океан мигрирует 200–300 мальков общей массой 60–90 г, то пара взрослых особей вносит 6 кг массы. Следовательно, из Океана в лососевую реку экспортируется значительно больше органического вещества, биогенных элементов, чем уносится молодь. Эти вещества также поступают в круговорот суши». Тем самым продуктивность лососевых экосистем увеличивается на несколько порядков за счет утилизации трупов лососей по трофической цепи: аллохтонная органика (листовой опад, трупы лососей) ← водные грибы, бактерии, бентосные беспозвоночные (измельчители, фильтраторы) ← молодь рыб (в том числе лососей), взрослые мирные рыбы (бентофаги и планктофаги) ← хищные рыбы (отсутствуют или крайне малочисленные в лососевых реках, исключая р. Амур).

Именно лососи осуществляют энергетическую связь между лососевыми реками и Океаном. Поэтому экосистемы лососевых рек являются открытыми в сторону Океана, что определяет их уникальность и одновременно – трудность изучения.

¹ Эта статья была опубликована Игорем Александровичем Черешневым к 100-летию со дня рождения Владимира Яковлевича Леванидова в 2013 г. в Вестнике СВНЦ ДВО РАН (№ 3, с. 122–124), но оказалась малоизвестной для широкой аудитории российских гидробиологов, в связи с чем мы решили переиздать её в настоящем выпуске «Леванидовских чтений».

Лишь с работ, начатых и проведенных В.Я. Леванидовым, оформилась экосистемная идеология в изучении лососевых рек Дальнего Востока, тогда как раньше в основном изучались лишь отдельные, наиболее важные с экономической точки зрения компоненты – тихоокеанские лососи. Экосистемный подход предполагает исследование процессов продуцирования, воспроизводства, элиминации, количественной оценки трофических связей лососей в экосистеме и их значение для воспроизводства, биологии биокомпонентов лососевых рек. Как отмечал В.Я. Леванидов: «До сих пор мы имеем только самое общее представление о путях круговорота вещества и энергии в экосистемах лососевых рек. В ряде случаев нам ясно направление процесса в экосистемах, но нет конкретных данных о его масштабах. Без решения этих задач невозможно создание управляемого лососевого хозяйства в интересах человека».

В.Я. Леванидов родился в г. Выборге Ленинградской области в учительской семье (с древними дворянскими корнями). Его детство и юность совпали с началом становления СССР. Трудовую деятельность Владимир Яковлевич начал в химической лаборатории 1-го Московского шарикоподшипникового завода. Из-за «непролетарского» происхождения он не сразу поступил в институт, а только в 1937 г. стал студентом Мосрыбвуза (хотя всю жизнь мечтал быть историком и блестяще знал русскую и зарубежную историю). С отличием закончив институт, В.Я. Леванидов поступил в аспирантуру к известному гидробиологу, профессору Н.Г. Гаевской и в 1946 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию по трофологии озерного водяного ослика рода *Asellus*. Эта работа, потребовавшая от диссертанта постановки оригинальных экспериментов в лаборатории и природе, до сих пор считается классическим образцом для подобных гидробиологических работ.

В 1946–1947 гг. В.Я. Леванидов работал на Байкале в Лимнологической станции АН СССР, где изучал биологию байкальских рыб. Здесь он познакомился со своей будущей женой – Ией Михайловной – специалистом по систематике эндемичных байкальских ручейников. Всю дальнейшую жизнь они проработали вместе, исследуя экосистемы лососевых рек Дальнего Востока. При этом основное внимание Владимир Яковлевич уделял изучению биологии лососей, их биоценотических связей и биологической продуктивности водоемов, а Ия Михайловна – фауне, систематике, биогеографии и экологии трех важных в лососевых реках отрядов амфибиотических насекомых – веснянок (Plecoptera), ручейников (Trichoptera) и поденок (Ephemeroptera). Личинки этих беспозвоночных образуют основную биомассу донных биоценозов лососевых рек и служат доминирующим компонентом в питании молоди лососей.

С 1948 г. Владимир Яковлевич и Ия Михайловна Леванидовы работали на Дальнем Востоке: с 1948 по 1962 г. – в Амурском отделении ТИНРО, с 1962 по 1971 г. – в Камчатском отделении ТИНРО, с 1971 по 1981 г. – в Биолого-почвенном институте ДВНЦ АН СССР (И.М. Леванидова проработала здесь до 2002 г.). Во всех этих учреждениях В.Я. Леванидов возглавлял большие коллективы лабораторий по воспроизводству лососей (в системе ТИНРО) и пресноводной гидробиологии и ихтиологии (в БПИ ДВНЦ АН СССР).

Именно на Амуре были выполнены основополагающие исследования В.Я. Леванидова, посвященные динамике стад кеты и горбуши (главных видов лососей Амурского бассейна); особенностям размножения, эмбрионального и онтогенетического развития этих рыб; биологии и питанию молоди лососей, ее биоценотическим связям в лососевых водоемах; структуре и пищевым отношениям в сообществах

пресноводных рыб и молоди лососей; новым подходам к биотехнике искусственного разведения осенней кеты, основанным на сохранении природных инстинктов и адаптаций молоди при заводском воспроизводстве. Вместе с И.М. Леванидовой он впервые в мире провел широкие исследования и наблюдения за пассивными и активными миграциями донных беспозвоночных в толще речной струи (дрифт), имеющих важнейшее значение для функционирования и устойчивости лососевых экосистем. Большое внимание уделялось также сезонной динамике биомассы кормовых организмов молоди лососей, структуре донных сообществ, биологии организмов бентоса.

Огромный и разносторонний материал, накопленный за 15 лет исследований в Амурском бассейне, В.Я. Леванидов обобщил в докторской диссертации, блестяще защищенной в 1961 г. в МГУ. В 1969 г. диссертация, дополненная новыми материалами, была опубликована в виде монографии «Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура», вышедшей отдельным томом «Известий ТИНРО» (том 67). Эта работа – выдающийся вклад в отечественную и мировую гидробиологию, по сей день не имеет аналогов в нашей стране и за рубежом, широко цитируется специалистами, изучающими лососевые экосистемы Дальнего Востока.

На Камчатке В.Я. Леванидов с сотрудниками исследовал своеобразные лососевые экосистемы, сильно отличающиеся от амурских, а также принимал активное участие в работе Советско-Японской рыболовной комиссии по вопросам, связанным с международными отношениями двух стран при промысле лососей. В это время отечественный лов осуществлялся исключительно у берегов и устьев рек, тогда как японский – в морских акваториях. Японские рыбаки, изучив пути миграций лососей в Океане и дальневосточных морях, выставляли огромные порядки (длиной 200–300 км) дрейфтерных сетей вплоть до 12-мильной (пограничной) зоны, перекрывая лососям подходы к рекам и нерестилищам. Эти сверхусилия быстро привели к катастрофическому снижению численности большинства азиатских стад и отечественного промысла лососей. Найти баланс интересов при существовавших тогда международных соглашениях между странами было практически невозможно, и данная проблема в 1977 г. была решена политически – введением 200-мильной исключительной экономической зоны в морях СССР, что остановило уничтожение лососевых стад, размножавшихся в дальневосточных реках.

В.Я. Леванидов всегда подчеркивал уникальность Камчатки как области процветания лососевых рыб – тихоокеанских лососей (все шесть видов), проходных и жилых форелей (род *Parasalmo*) и гольцов. Ни в одном регионе северной части Тихого океана не наблюдается такого высокого биологического разнообразия на видовом и популяционном уровнях и такой значительной численности этих рыб, как на Камчатке. В настоящее время Камчатка – основной регион добычи лососей в стране, доля которого в последнее десятилетие от 30,2 до 61,5% (в среднем – 44,6%) от всего вылова в российских водах. Поэтому В.Я. Леванидов был последовательным противником развития горнорудной промышленности на Камчатке, приводящей к тотальному разрушению лососевых речных экосистем. В связи с этим он всегда приводил в пример сопредельную Аляску, где за 50 лет прибыль от промысла лососей в несколько раз превысила стоимость добытого там золота. Но золото закончилось, а многомиллионные стада лососей – бесплатный дар природы человеку – продолжают ежегодно приходить из Океана в реки.

В Биолого-почвенном институте Владимир Яковлевич и Ия Михайловна Леванидовы организовали новую лабораторию из выпускников университетов – гидробиологов и ихтиологов. В лаборатории были развернуты широкие фундаментальные исследования экосистем лососевых рек Дальнего Востока по трем основным направлениям: фаунистическое и систематическое, эколого-биогеографическое и продукционное. Для реализации первых двух организовали экспедиции, охватившие территорию Дальнего Востока от о. Врангеля до Южного Приморья. Продукционные работы проводились на стационарах лаборатории в заповедниках «Кедровая Падь» и «Уссурийский». Результаты работ были опубликованы в многочисленных статьях, тематических сборниках и монографии И.М. Леванидовой «Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока» (1982 г.), написанной на основе ее докторской диссертации.

На стационарах были организованы многолетние сезонные наблюдения и регулярный сбор материала по методике и приборам, разработанным В.Я. Леванидовым. Эти исследования позволили выявить структуру и динамику биомассы донных биоценозов, изучить жизненные циклы доминирующих групп амфибиотических насекомых, изучить их рост и развитие. В итоге это позволило определить продукцию отдельных организмов бентоса, а в дальнейшем – всего донного биоценоза.

Научное наследие В.Я. Леванидова не очень большое – 65 научных статей, включая монографию. Это объяснимо, так как в учреждениях прикладной науки (ТИНРО) написание статей не было обязательным, а результаты работ включались в многостраничные машинописные ежегодные отчеты, которых только в Амурском отделении В.Я. Леванидовым и его сотрудниками написано 33 единицы. Однако в научном отношении подавляющее число работ В.Я. Леванидова, безусловно, пионерные, описывающие и вскрывающие еще неизвестные процессы и явления, происходящие в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Вклад его в познание этих экосистем велик и очевиден, но более значительно влияние В.Я. Леванидова на развитие гидробиологических исследований на Дальнем Востоке. Во всех учреждениях, где он работал, возникали школы единомышленников, которые начинали исследования в рамках экосистемной идеологии изучения лососевых рек. Самые успешные ученики В.Я. Леванидова продолжают вести исследования по намеченному им пути в лабораториях пресноводной гидробиологии и пресноводных сообществ в Биолого-почвенном институте ДВО РАН.

В.Я. Леванидов подготовил более 30 кандидатов наук, семь из которых стали докторами наук и профессорами (автор статьи также ученик Владимира Яковлевича Леванидова). Наверное, не меньше окажется научных сотрудников, которым В.Я. Леванидов совершенно бескорыстно и не считаясь со временем помогал в подготовке диссертаций (не будучи их руководителем).

Владимир Яковлевич Леванидов отличался высочайшей научной эрудицией и общечеловеческой культурой, свойственной русским интеллигентам. Его память и энциклопедические знания поражали – он в совершенстве знал высшую математику, несколько иностранных языков, прекрасно разбирался в отечественной и зарубежной истории, литературе и искусстве, помнил много стихов (особенно любил Р. Киплинга) и сам писал стихи; в быту был скромным, непритязательным и обладал хорошим чувством юмора. Все эти качества вместе с его душевной теплотой, искренним вниманием и сочувствием к людям притягивали к нему окружающих, особенно молодежь, для которой он был и Учителем, и Покровителем.

Имя В.Я. Леванидова по праву прочно вошло в золотой фонд отечественной гидробиологии как основателя направления, связанного с изучением биологии лососевых рек Дальнего Востока. В его честь названы новые для науки виды пресноводных рыб и беспозвоночных животных.

С 2001 г. в Биолого-почвенном институте ДВО РАН регулярно проходит Всероссийская конференция «Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова» (уже состоялось пять Чтений), материалы которой публикуются в отдельных сборниках статей, отражающих современное состояние изучения экосистем лососевых рек Дальнего Востока.

И.А. Черешнев,

д.б.н., профессор, чл.- корр. РАН,

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан.

**ПАМЯТИ АКАДЕМИКА
АЛЕКСАНДРА ФЕДОРОВИЧА АЛИМОВА**

**IN MEMORY OF ACADEMICIAN
ALEXANDER FEDOROVICH ALIMOV**



*А.Ф. Алимов (1932–2019).
Фото В. Богатова, 2015 г.*

20 сентября 2019 г. после продолжительной болезни в возрасте 85 лет ушел из жизни крупнейший гидробиолог России, Почетный президент Гидробиологического общества при РАН (далее – ГБО, Общество), академик РАН Александр Федорович АЛИМОВ. Именно в этот день завершал свою работу 12-й съезд ГБО, стартовавший 16 сентября 2019 г. в Петрозаводске на базе ФГБУН федерального исследовательского центра «Карельский научный центр РАН» и Петрозаводского отделения ГБО. Новость стала шоком для его участников. В те дни Александр Федорович часто звонил в Петрозаводск одному из своих учеников, нынешнему Президенту Общества члену-корреспонденту РАН Сергею Михайловичу Голубкову, спрашивая об обстановке, выступлениях, работе секций... Александр Федорович успел направить приветствие участникам форума, а за день до ухода из жизни съезд успел вновь единогласно избрать академика Алимова своим вице-президентом.

Александр Федорович возглавлял Гидробиологическое общество в наиболее тяжелый для российской науки период – 90-е годы прошлого столетия. С 1991 по

2014 год А.Ф. Алимов был президентом ГБО. В то непростое время Общество, ведомое Алимовым, сумело не просто выстоять, но и сыграть ключевую роль в сохранении и развитии отечественной гидробиологии.

Мало кто знает, что А.Ф. Алимов пришел в большую науку не так уж и рано: в 26 лет. Как-то Александр Федорович мне признался, что он, оказывается, никогда не собирался становиться гидробиологом... С детства Александр увлекался птицами, называя себя «птичником», и с 1949 года держал их дома. Песни пернатых поднимали ему настроение, создавали своеобразный душевный уют. Будущему ученому несомненно хотелось изучать любимых птиц, но орнитологи в то время в Ленинграде не требовались. Как-то в сентябре 1960 года в одной из ленинградских газет Александр прочитал объявление, что в Зоологический институт АН СССР требуется старший лаборант в изотопную лабораторию. Александр Федорович в тот же день пришел к ученому секретарю института Вере Николаевне Никольской, которая и свела его с руководителем лаборатории профессором Владимиром Ивановичем Жадиным – известным советским малакологом и гидробиологом. После краткой беседы с профессором судьба Александра Федоровича Алимова была решена: 30 октября 1960 года он стал сотрудником ЗИНа и очень быстро увлекся новым и неведомым для себя делом.

А.Ф. Алимов всю свою последующую жизнь безаветно служил науке. Прошел путь от старшего лаборанта до заведующего лабораторией пресноводной и экспериментальной гидробиологии и директора института. Несмотря на то, что Александр Федорович считал В.И. Жадина своим учителем, на практике он был последователем крупнейшего гидробиолога СССР Георгия Георгиевича Винберга, при этом был безмерно благодарен учителю, что тот не мешал ему развивать идеи, от которых сам Жадин был далек. Научные проблемы по изучению водных организмов, сообществ и экосистем, которые ставил перед собой Александр Федорович, всегда были пионерными. В этих работах использовались положения и методы теории информатики и термодинамики, методы математического моделирования и, наконец, положения теории биологической продуктивности. Вышедшие из под его пера монографии (Алимов, 1981, 1989, 2000, 2016; Alimov, 2003; Алимов и др., 2013) еще долго будут востребованы научным сообществом. Все его исследования отличались нестандартными подходами. Созданная Алимовым школа «Продукционной гидробиологии» успешно развивается его учениками (Балушкина, 1987; Голубков, 2000; Богатов, Федоровский, 2017; и др.). Алимов обладал поразительной работоспособностью. Благодаря его трудам, выступлениям на научных форумах, преподавательской деятельности и просветительству многие талантливые молодые люди были вовлечены в процесс научного творчества. Заслуги А.Ф. Алимова перед мировой наукой неоспоримы (Голубков и др., 2020).

Александр Федорович всегда внимательно следил за развитием гидробиологических исследований в Дальневосточном регионе. При наших личных встречах он подробно интересовался направлениями и результатами работ дальневосточных гидробиологов. А.Ф. Алимов не раз бывал во Владивостоке и Хабаровске, участвовал в экспедициях по Амуру, различных научных мероприятиях, консультировал аспирантов и научных сотрудников.

В рабочем кабинете Александра Федоровича, что в Зоологическом институте РАН, хранилась обширная библиотека по гидробиологии, в том числе все выпуски Леванидовских чтений, а на стене, над его письменным столом, в последние годы висело фото делегатов 10-го съезда ГБО, проходившего во Владивостоке 28 сентября – 2 октября 2009 г. Это был первый съезд, организованный за пределами

европейской части Российской Федерации. Решение о его созыве во Владивостоке подчеркивало значимость Дальневосточного региона в качестве одного из центров мирового рыболовства, а также авторитет ученых Дальнего Востока, исследования которых направлены на изучение биологических ресурсов Тихого океана и его бассейна. Несмотря на удаленность Владивостока от центральных регионов съезд оказался вполне представительным. Он собрал более 250 специалистов из различных регионов России, в том числе 6 членов Российской академии наук. В дни работы съезда Александр Федорович дал несколько интервью представителям СМИ. Одно из них, опубликованное известным дальневосточным журналистом Анастасией Куликовой в газете «Дальневосточный ученый», представляет для нас особый интерес. В этом небольшом диалоге корреспонденту удалось получить ответы на ключевые вопросы современной гидробиологии, узнать мнение президента ГБО о работе Общества и дальневосточных гидробиологах. Вот это интервью:

– Александр Федорович, в чем секрет долгих лет жизни Гидробиологического общества? Сохраняются ли его цели и задачи, авторитет в научном мире, в современном российском обществе?

– Гидробиология с самого своего рождения – количественная наука. Исследователи сразу же стали считать численность и массу наблюдаемых объектов. Одними из первых они измерили скорость образования органического вещества за счет фотосинтеза. Поэтому результаты исследований гидробиологов оказались нужны обществу.

В 60–70-х годах прошлого века советские гидробиологи включились в работу Международной биологической программы по развитию теории биологической продуктивности экосистем как необходимой основы разумной эксплуатации биологических ресурсов природы. Так вот, международное гидробиологическое сообщество признало, что лучшие результаты были получены учеными из СССР. В основу этих исследований была положена идеология продукционной гидробиологии, которая зародилась в нашей стране в 1932 году. Именно тогда Георгий Георгиевич Винберг (член-корреспондент АН СССР) начал эксперименты с целью определения скорости прироста органического вещества водорослей за сутки. Его идеи развили ученики и последователи, среди которых и я. Были разработаны количественные методы расчета продуктивности пресных водоемов. Полученные результаты, численно характеризовавшие отдельные этапы продукционного процесса, оказалось возможным выразить в виде «потока энергии» или «биотического баланса» водоема. К примеру, определить возможный объем вылова рыбы.

Здесь я говорю о внутренних, пресноводных водоемах.

– Какое место в научном мире занимают российские и дальневосточные гидробиологи?

– Я не отделяю дальневосточных гидробиологов от российских. Что касается занимаемого ими места в научном мире, то по ряду направлений, например, продукционной гидробиологии, они на ведущих позициях. Однако на русском языке за рубежом практически не читают, так что если хотите международного признания – пишите на английском. Но и этого мало. В отношении цитирования статей, публикаций в престижных международных журналах, признания зарубежными учеными заслуг наших исследователей замечу, что этому очень способствуют совместные с зарубежными коллегами работы.

По моему мнению, познания гидробиологов, в частности, и ученых вообще, обществом востребованы в малой степени. Иногда создается впечатление, что

более учитываются знания чиновников. Например, ученые говорят, что можно выловить столько-то рыбы, а чиновники утверждают – нет, гораздо больше!

– **Александр Федорович, какие важные задачи в гидробиологии, вероятно, удастся решить в близком будущем?**

– Сейчас гидробиология приблизилась к переходу в следующий этап своего развития. Возникла потребность понять, как функционирует экосистема в целом. В гидробиологии есть хорошая теория биологической продуктивности, но мы должны двигаться дальше и разработать теорию функционирования экосистем. Важно понять, как образуется продукция, как она структурируется и почему именно так? По моему мнению, среди гидробиологов есть толковые молодые люди, которые сообразят, как это сделать. Тем более что сейчас появились новые методы исследований, практически не ограничены вычислительные возможности, так что успех непременно будет достигнут.

– **Какие результаты исследований гидробиологов имеют большое практическое применение?**

– Я не буду говорить об очевидных вещах – аквакультуре, марикультуре, обо всем, что связано с рыболовством и рыбоводством. Упомяну лишь оценку качества воды по гидробиологическим показателям и участие живых организмов в очистке воды.

Некоторые моллюски, которые считаются бичом гидротехнических сооружений, таких как атомные и гидроэлектростанции, оказались мощными фильтраторами. С одной стороны, быстро размножаясь и набирая вес, они забивают водозаборные сооружения, водостоки и водоспуски. С другой стороны, например, моллюски дрейссена-полиморфа, населяющие Щецинский залив в Польше, только за один сезон профильтровывают (пропуская через себя) объем воды, равный объему воды всего (!) залива. Все ненужное им моллюски удаляют, нужное – съедают и очень быстро очищают воду. Вот такие они полезные вредители.

– **Расскажите о своих научных интересах, как они менялись с годами?**

– Эти изменения отражены в моих книгах. Первая – называлась «Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков». Вторая была посвящена введению в продукционную гидробиологию, а третья книга, одновременно изданная на русском и английском языках, – «Элементы теории функционирования водных систем».

– **Александр Федорович, представьте, что Вы – журналист и задайте вопрос маститому ученому.**

– Запросто! Как Вы думаете, почему экосистема устойчиво функционирует в течение длительного промежутка времени и что этому способствует?

[Цит. по: http://ankulikova.blogspot.com/2009/10/blog-post_19.html]

Вопрос предельно понятен, только с позиций науки на него пока нет четкого и понятного ответа...

В заключение этого короткого очерка было бы несправедливо не упомянуть потрясающе дружную семью Алимовых, которой Александр Федорович всегда гордился. Его супруга Лора Павловна Алимова умела создавать в доме не только уют для родных и близких, но и творческую атмосферу для своего мужа, что наверняка способствовало его творчеству. Гостей Лора Павловна, как правило, встречала бульоном с фирменным небольшими пирожками. Затем гости могли насладиться и другими кулинарными изысками. Посиделки всегда проходили интересно, весело и непринужденно. В последние годы Лора Павловна постоянно

сопровождала Александра Федоровича в поездках, тщательно заботилась о его здоровье, питании, режиме. Низкий ей поклон.

Александр Федорович увлекался живописью. Особенно ценил акварель и масло. Его этюды сегодня можно увидеть на сайте <http://afa.pvost.org/>, подготовленном его сыном Игорем, широко известным востоковедом и китаеведом, доктором исторических наук, директором Центра «Петербургское Востоковедение». Академик Алимов был начитан, ценил тонкий юмор, был хлебосольным и дружелюбным. Он был открытым человеком, в научном споре чувствовал себя уверенно, умел отстаивать интересы института и своих сотрудников, не прощал предательство, подлость. Он был патриотом страны, Ленинграда, Академии, Зоологического института. Крайне негативно отнесся к реформе РАН. Пожалуй, именно эта одиозная реформа 2013 года и подорвала его здоровье.

Горько сознавать, что Александра Федоровича Алимова нет среди нас. Конечно остались память о выдающемся ученом, его труды, ученики, друзья, фотографии [https://afa.pvost.org/?page_id=51]..., а где-то в Солнечной системе продолжает свой полет малая планета № 58097 (1976 UQI), получившая еще при жизни Александра Федоровича имя ALIMOV.

Литература

- Алимов А.Ф. 1981.** Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука. 247 с.
- Алимов А.Ф. 1989.** Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат. 152 с.
- Алимов А.Ф. 2000.** Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб: Наука. 147 с.
- Алимов А.Ф. 2016.** Еще раз об экологии. Москва – Санкт-Петербург: Товарищество научных изданий КМК. 62 с.
- Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. 2013.** Продукционная гидробиология. Наука. 343 с.
- Балушкина Е.В. 1987.** Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоёмах. Л.: Наука 180 с.
- Богатов В.В., Федоровский А.С. 2017.** Основы речной гидрологии и гидробиологии. Владивосток: Дальнаука. 384 с.
- Голубков С.М. 2000.** Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых // Труды ЗИН РАН. Т. 284. СПб.: ЗИН РАН. 294 с.
- Голубков С.М., Богатов В.В., Богданов В.М. 2020.** Памяти выдающегося отечественного гидробиолога Александра Федоровича Алимова // Фауна Урала и Сибири. № 1. С. 60–63.
- Alimov A.F. 2003.** Towards a theory of the functioning of aquatic ecosystems. Leiden: Blackhuys Publ. 130 p.

В.В. Богатов, академик РАН,
председатель Приморского отделения ГБО при РАН

СОСТАВ БЕНТОСА И СИРТОНА ДВУХ РУЧЬЁВ ОСТРОВА КУНАШИР (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)

М.В. Астахов

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия
Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: mvastakhov@mail.ru*

По результатам исследования в водотоках западного и восточного побережий о-ва Кунашир (Курильские острова) приведён таксономический список беспозвоночных, обнаруженных в бентосе и сиртоне. Наибольший показатель сходства получен для локальных фаун ручейников. Ведущими факторами развития таксономического богатства водных сообществ признаны термический режим водотоков и разнообразие имеющихся в них биотопов, удовлетворяющих экологическим потребностям разных гидробионтов. Обсуждается использование в гидробиологической литературе термина «низший определяемый таксон».

BENTHOS AND SIRTON COMPOSITION IN TWO STREAMS OF KUNASHIR ISLAND (KURILE ISLANDS)

M.V. Astakhov

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: mvastakhov@mail.ru*

According to the results of a study in watercourses of the western and eastern coasts of Kunashir Island (Kuril Islands), a taxonomic list of invertebrates from the benthos and sirtion is given. The highest similarity was obtained for the caddisflies' local faunas. The leading factors in the development of the taxonomic richness of aquatic communities are recognized as the thermal regime of watercourses and the diversity of biotopes present in them, which satisfy the ecological needs of various hydrobionts. The use of the term "lower identifiable taxon" in the hydrobiological literature is discussed.

Введение

Как правило, в ходе инвентаризации таксономического состава зообентоса водотоков проводится только сбор материала непосредственно с донных субстратов. При организации долговременных наблюдений и грамотном распределении бентосных станций вдоль всего русла такой подход к отбору проб позволяет в достаточной мере выявлять состав донного населения фактически любого водотока. Однако в условиях экспедиционных работ огромную роль играет фактор времени, ограниченность которого зачастую не позволяет провести полноценную бентосную съёмку. Кроме того, за рамками этого подхода всегда остаётся некоторая часть донной фауны, дрейфующая в каждый момент времени в водной толще. Насколько существенной может оказаться эта «некоторая» часть, свидетельствует, например, факт того, что вплоть до второй половины XX в. среди исследователей

донного населения р. Амур бытовало ошибочное представление о бедности бентоса данной реки, обусловленное отсутствием здесь учёта дрейфующих организмов (Никольский и др., 1960; Ключарева, 1963). Общеизвестно, что в толще воды рек встречаются практически все представители макрозообентоса. В то же время, из числа всех таксонов донных беспозвоночных, обнаруживаемых в дрефте, лишь треть встречается в водотоке повсеместно (Чебанова, 2002). Т.е., в дрефтовых пробах могут оказываться животные, приуроченные к биотопам, которые недоступны для обследования на основе стандартной методики сбора зообентоса (либо просто не попали в сферу охвата сети бентосных станций). Означает ли это, что пробы дрефта достаточны как источник исчерпывающей информации о качественном составе донного населения? По мнению В.Я. Леванидова и И.М. Леванидовой (1979), «то, что дрефт литореофильного бентоса носит массовый характер, делает его в равнинных реках наилучшим средством биологического контроля качества воды... Оценка качества воды путем наблюдений за дрефтом может быть рекомендована не только для всех равнинных, но и для крупных предгорных рек, где сборы бентоса по необходимости ограничиваются лишь прибрежными участками». Давая такую рекомендацию, авторы, вероятно, полагали возможность полноценного выявления видового состава бентоса с помощью преимущественно дрефтовых проб. Однако по данным П. Кутсьера и К. Брайана (Koetsier, Bryan, 1996), в очень крупных реках видовой состав дрефта может существенно отличаться от видового состава бентоса. С учетом всего вышесказанного следует постулировать необходимость сопряжённого отбора бентосных и дрефтовых проб при инвентаризации донной фауны. Кроме того, мы считаем, что пробы дрефта могут служить подспорьем также при инвентаризации фауны наземных беспозвоночных, поскольку среди последних, попадающих в водотоки случайно, встречаются и «редкие» виды. Особенно это касается обитателей непроходимых прибрежных зарослей, загроможденных древесными заламами ущелий, или иных труднодоступных наземных биотопов речных бассейнов.

Заметим, что термин «дрейфт» традиционно используется как в отношении совокупности дрейфующих организмов, так и в отношении самого процесса их переноса водным потоком. Такая неоднозначность терминологии не всегда удобна, поэтому ещё на заре специальных исследований дрефта для наименования совокупности дрейфующих организмов Л.М. Бернер (Berner, 1951) предложил пользоваться термином «сиртон», образованным от греческого корня со значениями «скользить», «тащить». Согласно определению самого Бернера, сиртон – это «гетерогенная макроскопическая группа живых и мёртвых организмов, включающая всех водных и наземных насекомых, прочих беспозвоночных и мелких рыб, переносимых течением». Отечественными гидробиологами данное понятие стало использоваться благодаря работам А.С. Константинова (1969, 1979). В настоящем исследовании мы также придерживаемся предложения Бернера.

Цель исследования – оценка таксономического состава бентоса и сиртона предгорных водотоков о-ва Кунашир (Курильские о-ва) на примере двух локальных фаун, сформировавшихся в контрастных условиях внешней среды. Обследованные нами водотоки, выбранные из числа типичных для западного и восточного побережий острова, протекают недалеко от населённых пунктов и, благодаря наличию дорог, доступны на протяжении всего года. Кроме того, выбору одного из них способствовала информация о возможности строительства на нём рыбоводного завода (План-график ..., 2011), следовательно, в случае реализации этой идеи, наши данные могут быть использованы в качестве фоновых.

Материал и методика

Как известно, о-в Кунашир сильно вытянут в широтном направлении: расстояние между его южным и северным побережьями превышает 120 км, а между западным и восточным варьирует лишь в пределах 7–30 км. При этом западное (охотоморское) побережье острова, омываемое тёплым течением Соя, характеризуется более благоприятным климатом, а восточное (тихоокеанское) находится под влиянием холодного Курильского течения – здесь чаще бывают туманы и осадки. Из-за асимметрии склонов острова водотоки его восточного побережья, как правило, длиннее впадающих в Охотское море, имеют более сложную гидрографическую сеть, а их водосборные бассейны обширнее. Поэтому в целом, контраст между комплексами факторов среды, обуславливающих формирование состава реофильных фаун, на данных побережьях выражен даже сильнее, чем различия соответствующих показателей на юге и севере острова. Материал был собран в ручьях Тесном (западное побережье: 43°59'56" с.ш., 145°39'09" в.д.) и Прозрачном (восточное побережье: 44°05'41" с.ш., 145°53'29" в.д.) 19–25 августа 2016 г.

Руч. Тесный – это водоток первого порядка, протяжённостью около 1,6 км, берущий начало на западном подножье вулкана Менделеева и впадающий в Кунаширский пролив. Полное падение ручья составляет приблизительно 97 м, его средний уклон достигает 60,6‰, а водосборный бассейн занимает площадь 1,2 км². Большая часть ручья – это горное русло с неразвитыми аллювиальными формами (без перекатов и побочней), вдоль которого встречаются небольшие пороги и эрозионные ямы. Перед выходом из залесенного ущелья на морскую террасу в ручье возрастает длина участков с плоским гравийно-галечным дном и равномерным водным потоком. На бровке морской террасы (в 20 м выше верхней границы приливной зоны) ручей частично перекрыт нагромождением мелких и средних валунов. Здесь, в результате возникающего подпора, скорость течения снижается (с 0,5 до 0,3 м/с) и происходит расширение русла (с 1,5 до 2 м), однако, диапазон максимальных глубин остаётся прежним (0,3–0,4 м). На этом участке дно неровное: у левого берега аллювий представлен преимущественно песком и гравием, а у правого и по медиали – крупной галькой и валунами. В данном расширении русла отбирали бентосные пробы, а дрифтовые – в водосливе, образованном нагромождением валунов. Во время проведения суточной серии сборов глубина в водосливе достигала 0,17 м, а скорость течения 0,7–0,9 м/с; температура воды в ручье варьировала в пределах 12,5–13,9 °С.

Руч. Прозрачный – водоток третьего порядка, протяжённостью 8 км, берущий начало на юго-восточном склоне хребта Докучаева и впадающий в бухту Космодемьянскую. Полное падение ручья составляет 208 м, средний уклон 26,0‰, площадь водосбора 12,3 км². Ручей имеет несколько притоков и систему придаточных водоёмов. Русло ручья – горное, в низовьях с развитыми аллювиальными формами, в приустьевой зоне переходящее к свободному меандрированию. Обследованный участок расположен в 350 м выше устья. Ширина потока здесь 6 м, максимальная глубина 0,4 м, скорость течения достигает 0,75 м/с. Ложе выстлано галькой и песком. Редкие валуны погружены в отложения меньшей крупности и не создают помех движению воды. Материал собирали у левого берега на глубине 0,2 м при скорости течения 0,6–0,7 м/с. Во время проведения суточной серии температура воды изменялась в диапазоне 11,1–13,3 °С.

На большем своем протяжении оба ручья протекают через низкогорные хвойные леса с преобладанием пихты сахалинской *Abies sachalinensis* (F. Schmidt) Mast.

Ближе к устьям начинают доминировать заросли ольхи волоситой *Alnus hirsuta* (Spach) Rupr. и крупнотравье – особенно белокопытник широкий *Petasites amplus* Kitam. и рейнхутрия сахалинская *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai.

Из рыбного населения в руч. Тесный нами была отмечена мальма *Salvelinus malma curilus* (Pallas), а в руч. Прозрачный – мальма и сахалинский подкаменщик *Cottus amblystomopsis* Schmidt. По сведениям, полученным от местных жителей, в руч. Прозрачный также нерестится кунджа *S. leucomaenis* (Pallas), горбуша *Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum) и кета *O. keta* (Walbaum). Согласно информации Федерального агентства по рыболовству (План-график ..., 2011) на руч. Прозрачный может быть реализован план строительства рыбоводного завода.

Для сбора сиртона использовали комбинированный дрифтовый сачок, описанный ранее (Астахов, 2019). Площадь входного отверстия сачка $\sim 0,06$ м², размер ячеей в кутовой части сетного конуса – 220 мкм. Интервал отбора – каждые два часа, время экспозиции – 5 мин. С целью попутного учета аллохтонной фракции сиртона (попавших в поток беспозвоночных наземного происхождения), сачок устанавливали так, чтобы его верхний край на 1 см возвышался над поверхностью воды. По завершению каждой суточной серии отлова организмов дрейфа собирали бентос. С этой целью по обе стороны от входного отверстия сачка к “нижнему” ребру его рамки крепили откидной П-образный проволочный контур, что позволяло использовать нашу конструкцию как складной бентометр с площадью захвата $\sim 0,06$ м² (Астахов, 2019). Бентос отбирали выше по течению от мест отлова дрейфовавших беспозвоночных; глубина выемки грунта достигала 0,1 м. Всего было отобрано 26 проб дрейфа и 8 проб бентоса. Пробы фиксировали 50%-ным водным раствором этанола.

Камеральную обработку материала автор проводил в лаборатории пресноводной гидробиологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (г. Владивосток) с сентября 2016 г. по март 2017 г. Общий объём материала составил более 4 тыс. экз. водных и наземных беспозвоночных. В случаях возникновения затруднений при идентификации представителей отдельных групп автор консультировался с соответствующими специалистами: Е.А. Беляевым, Т.С. Вшивковой, О.В. Зориной, А.С. Лелеем, М.А. Макаренченко, Е.А. Макаренченко, М.М. Омелько, К.А. Остапенко, С.Ю. Сторожено, Ю.Н. Сундуковым, В.А. Тесленко, Т.М. Тиуновой, С.А. Шабалиным (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН), а также с А.Б. Крашенинниковым (ПГНИУ) и А.С. Сажневым (ИБВВ РАН). По причине наличия в материале ювенильных особей до видового уровня удалось определить не всех собранных животных, поэтому при описании таксономического состава был использован термин «низший определяемый таксон» – НОТ (Баканов, 1997; Протасов, 2012).

Сопоставление таксономических списков проводили путём расчёта бинарных коэффициентов Сьеренсена (пороговая величина 0,5). Построение диаграмм осуществляли средствами табличного процессора Microsoft Excel 2003.

Результаты и обсуждение

При существенной изученности фауны поверхностных вод о-ва Кунашир (Макаренченко и др., 2005; Makarchenko, Makarchenko, 1994; Levanidova et al., 1995; Тиунова, 1995; Minakawa et al., 2004; другие), большинство публикаций, связанных с этой темой, имеет характер аннотированных, либо табулированных списков состава той или иной крупной таксономической группы. Исключениями являются некоторые публикации ихтиологов (например, Сидоров, Пичугин, 2005), обзорные

работы В.А. Тесленко (2002) и Д.М. Палатова (2014), а также несколько работ, посвященных бентосу озер (Miyadi, 1938; Takayasu et al., 1955; Ключарева, Световидова, 1968). Однако информация о качественном составе сообществ беспозвоночных конкретных водотоков острова, по-видимому, отсутствует. В этом отношении наше исследование, вероятно, является первым.

В ходе камеральной обработки собранного материала нами были обнаружены следующие группы водных и наземных животных: планарии (Tricladida), круглые (Nematoda) и малощетинковые (Oligochaeta) черви, пиявки (Hirudinea), брюхоногие (Gastropoda) и двустворчатые (Bivalvia) моллюски, веслоногие (Copepoda), ракушковые (Ostracoda), равноногие (Isopoda) и разноногие (Amphipoda) ракообразные, простигматные (Prostigmata, большей частью Hydracarina), панцирные (Oribatida) и мезостигматные (Mesostigmata) клещи, ложноскорпионы (Pseudoscorpiones), пауки (Araneae), бессяжковые (Protura), ногохвостки (Collembola), подёнки (Ephemeroptera), веснянки (Plecoptera), сенокосцы (Psocoptera), трипсы (Thysanoptera), клопы (Heteroptera), равнокрылые (Homoptera), большекрылые (Megaloptera), жесткокрылые (Coleoptera), волосокрылые (Trichoptera), чешуекрылые (Lepidoptera), двукрылые (Diptera) и перепончатокрылые (Hymenoptera) насекомые (см. таблицу).

Важно, что некоторые из перечисленных групп в целом нельзя однозначно отнести к представителям наземной, или водной фауны, поэтому, например, в случае двукрылых насекомых мы поступали следующим образом. Если ранние стадии развития особей конкретного таксона низкого ранга проходят в водной среде, а их имаго приспособлены к обитанию на суше, то таксон считали амфибионтным. Всех амфибионтов включали в категорию гидробионтов. Сложнее с критерием соответствующей классификации для ногохвосток и панцирных клещей, многие из которых традиционно рассматриваются как почвенные животные. Вероятно поэтому в Определителе пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий (Цалолыхин, 1997) вместе с ногохвостками из семейств Isotomidae, Poduridae, Sminthuridae не были упомянуты представители Entomobryidae, Hypogastruridae, или Tullbergiidae, которые также «часто встречаются на водной поверхности», либо являются «истинно водными» (Christiansen, Snider, 1984). В настоящей работе к почвенным ногохвосткам мы относили всех представителей семейства Tomoceridae, поскольку в литературе нам не удалось разыскать никакой информации о связи томоцерид с пресными водами. Всех обнаруженных в сиртоне панцирных клещей мы, наряду с найденными в бентосе руч. Тесный, классифицировали как гидробионтов. Основанием для такого шага стало то, что орибатиды вообще в гидробиологические пробы попадают регулярно, при этом количественно преобладают формы, традиционно считающиеся не гидрофильными, а почвенными (Столбов, Толстиков, 2010).

Наибольшее таксономическое разнообразие водных животных наблюдалось в руч. Прозрачный, т.е., в водотоке третьего порядка. Данное обстоятельство, очевидно, обусловлено формированием в его притоках и придаточной системе большего (по сравнению с ручьём первого порядка) разнообразия биотопов. Возможно поэтому в сиртоне из руч. Прозрачный обнаружилась даже куколка Chaoboridae (Diptera), личинки которых, в силу преимущественно планктонного образа жизни, обычно приурочены к стоячим водоёмам. Максимальное количество низших определяемых таксонов в пробах из руч. Прозрачный было выявлено в составе того же отряда Diptera: 38 НОТ из 11 семейств. Другими крупными группами, преобладающими здесь по своему таксономическому разнообразию, оказались Ephemeroptera (16 НОТ из 6 семейств), Plecoptera (11 НОТ из 4 семейств), Trichoptera (9 НОТ из

Таблица

Таксономический состав бентоса и сиртона исследованных ручьев

ТАКСОН	РУЧЕЙ			
	ТЕСНЫЙ		ПРОЗРАЧНЫЙ	
	Бентос	Сиртон	Бентос	Сиртон
1	2	3	4	5
TRICLADIDA				
Planariidae	—	—	+	+
NEMATODA				
Mermitidae	—	—	—	+
HIRUDINEA				
RHYNCHOBDELLIDA	—	—	—	+
OLIGOCHAETA				
Enchytraeidae	—	+	+	+
Lumbricidae				
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	—	—	—	+
Lumbriculidae	—	—	+	+
Naididae				
indet.	+	+	—	+
Naidinae	—	+	—	+
Propappidae				
<i>Propappus</i> sp.	—	—	—	+
GASTROPODA				
Zonitidae				
<i>Pristiloma japonica</i> Pilsbry et Hirase, 1903	—	+	—	+
BIVALVIA				
Euglesidae				
<i>Euglesa</i> sp.	+	—	—	—
COPEPODA				
HARPACTICOIDA	—	—	—	+
OSTRACODA				
Cypridoidea	+	—	—	+
ISOPODA				
Porcellionidae				
<i>Porcellio scaber</i> Latreille, 1804	—	+	—	—
AMPHIPODA				
Anisogammaridae				
juv. indet.	+	+	—	+
<i>Eogammarus kygi</i> (Derzhavin, 1923)	+	+	+	+
TROMBIDIFORMES				
PROSTIGMATA				
indet.	—	+	—	+
Hydracarina				
Aturidae	—	—	—	+
Feltriidae	—	—	—	+
Hygrobatidae	—	—	+	+
Pionidae	—	—	—	+
Torrenticolidae	—	+	—	—
Hydryphantoidea	—	—	—	+
SARCOPTIFORMES				
ORIBATIDA				
indet.	+	+	—	+
Damaeidea	—	+	—	+
Astigmata	—	+	—	+

1	2	3	4	5
PARASITIFORMES				
MESOSTIGMATA				
Gamasina	–	+	–	+
Uropodina	–	–	–	+
PSEUDOSCORPIONES				
Chthonioidea	–	–	–	+
ARANEAE				
Araneidae	–	–	–	+
Clubeonidae	–	+	–	–
Linyphiidae	–	+	–	+
Lycosidae	–	+	–	+
Tetragnathidae	–	+	–	–
Theridiidae	–	–	–	+
Thomisidae	–	+	–	+
PROTURA				
Acerentomoidea	–	–	–	+
COLLEMBOLA				
PODUROMORPHA				
Hypogastruridae	–	–	–	+
Tullbergiidae	–	–	–	+
ENTOMOBRYOMORPHA				
Entomobryidae	–	+	–	–
Isotomidae				
Anurophorinae/Proisotominae	–	+	–	+
Isotominae				
<i>Isotoma</i> sp.	–	+	–	+
<i>Isotomurus</i> sp.	–	+	–	–
Tomoceridae	–	+	–	–
SYMPHYPLEONA				
Sminthuridae				
<i>Sminthurides</i> sp.	–	+	–	+
EPHEMEROPTERA				
Ameletidae				
<i>Ameletus</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
Baetidae				
<i>Baetis</i> (<i>Baetis</i>) cf. <i>fuscatus</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>B. (B.) pseudothermicus</i> Kluge, 1983	–	–	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>B. (Nigrobaetis) bacillus</i> Kluge, 1983	–	–	–	<i>l</i>
<i>B. (Rhodobaetis) thermicus</i> Uéno, 1931	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>B. (Rhodobaetis) cf. silvaticus</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>B. juv. spp.</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
Ephemeridae				
<i>Ephemera japonica</i> McLachlan, 1875	<i>l</i>	–	–	<i>l</i>
Heptageniidae				
<i>Cinygmula</i> sp.	–	–	–	<i>subimago</i>
<i>Epeorus</i> (<i>Belovius</i>) <i>ermolenkoi</i> Tshernova, 1981	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>E. (B.) latifolium</i> Uéno, 1928	–	–	<i>l</i>	–
<i>Epeorus</i> juv. spp.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Rhithrogena</i> juv. spp.	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
Ephemerellidae				
juv. indet.	–	–	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Drunella?</i> sp.	–	<i>l</i> (<i>exuvium</i>)	–	–
<i>Drunella cryptomeria</i> (Imanishi, 1937)	–	–	<i>l</i>	<i>l</i>

1	2	3	4	5
<i>D. sachalinensis</i> (Matsumura, 1931)	–	–	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Ephemerella (Serratella) setigera</i> Bajkova, 1967	–	–	–	<i>l</i>
Leptophlebiidae				
<i>Paraleptophlebia</i> sp.	–	–	<i>l</i>	<i>l</i>
PLECOPTERA				
juv. indet.	–	–	–	<i>l</i>
Capniidae				
juv. indet.	<i>l</i>	–	–	<i>l</i>
Chloroperlidae				
juv. indet.	–	–	–	<i>l</i>
Chloroperlinae				
<i>Alloperla rostellata</i> (Klapálek, 1923)	<i>l</i>	–	–	<i>l</i>
<i>Alloperla</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Sweltsa</i> sp.	–	–	<i>l</i>	–
gen. sp.	–	–	–	<i>l</i>
Nemouridae				
juv. indet.	–	<i>l</i>	–	<i>l</i>
<i>Amphinemura</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Nemoura</i> sp.	<i>l</i>	–	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Protonemura</i> sp.	–	–	<i>l</i>	<i>l</i>
Perlodidae				
<i>Skwala compacta</i> McLachlan, 1892	–	–	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Megarcys ochracea</i> Klapálek, 1912	<i>l</i>	–	–	<i>l</i>
PSOCOPTERA				
PSOCOMORPHA	–	<i>l</i>	–	<i>l</i>
THYSANOPTERA				
TEREBRANTIA	–	<i>i</i>	–	<i>i</i>
TUBULIFERA				
Phlaeothripidae	–	<i>l</i>	–	–
HETEROPTERA				
Anthocoridae	–	<i>l, i</i>	–	–
Miridae	–	<i>l, i</i>	–	–
Pentatomidae	–	<i>l</i>	–	–
HOMOPTERA				
Aphididae	–	<i>l, i</i>	–	<i>i</i>
Cicadellidae	–	<i>l, i</i>	–	–
Delphacidae				
indet.	–	<i>l</i>	–	<i>i</i>
<i>Sogatella furcifera</i> (Horváth, 1899)	–	<i>i</i>	–	–
MEGALOPTERA				
Sialidae				
juv. indet.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Sialis annae</i> Vshivkova, 1979	–	–	–	<i>l</i>
COLEOPTERA				
indet.	–	<i>l</i>	–	<i>l</i>
Cantharidae	–	<i>l</i>	–	<i>l</i>
Carabidae				
<i>Notiophilus?</i> sp.	–	<i>l</i>	–	–
Chrysomelidae	–	<i>l, i</i>	–	<i>i</i>
Curculionidae	–	<i>i</i>	–	–
Dytiscidae				
Hydroporinae	–	–	–	<i>l</i>
Elmidae				

1	2	3	4	5
<i>Heterlimnius</i> cf. <i>hasegawai</i>	<i>i</i>	<i>i</i>	<i>i</i>	<i>i</i>
<i>Heterlimnius</i> sp. 1	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Heterlimnius</i> sp. 2	<i>l</i>	–	<i>l</i>	–
Heteroceridae?	–	–	–	<i>l</i>
Hydrophilidae				
<i>Enochrus</i> ? sp.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Laccobius</i> sp.	<i>l</i>	–	–	<i>l</i>
Kateretidae				
<i>Heterhelus</i> cf. <i>scutellaris</i>	–	<i>i</i>	–	–
Nitidulidae	–	<i>i</i>	–	–
Ptiliidae	–	–	–	<i>i</i>
Scarabaeidae				
<i>Psammoporus comis</i> (Lewis, 1895)	–	–	–	<i>i</i>
Scirtidae				
gen. sp. 1	<i>l</i>	<i>l</i>	–	–
gen. sp. 2	–	–	–	<i>l</i>
Silvanidae?	–	<i>l</i>	–	<i>l</i>
Staphylinidae	–	<i>i</i>	–	<i>i</i>
TRICHOPTERA				
Apataniidae				
<i>Apatania</i> sp.	<i>l</i>	–	–	–
Brachycentridae	<i>l</i>	–	–	–
Glossosomatidae				
<i>Glossosoma</i> spp.	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l, p</i>	<i>l</i>
Goeridae				
<i>Goera</i> sp.	–	<i>l</i>	–	–
Lepidostomatidae				
<i>Lepidostoma</i> spp.	<i>l</i>	–	<i>l</i>	<i>l</i>
Limnephilidae				
juv. indet.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Dicosmoecus jozankeanus</i> (Matsumura, 1931)	<i>l</i>	–	<i>l</i>	–
<i>Halesus sachalinensis</i> Martynov, 1915	–	<i>l</i>	–	<i>l</i>
Philopotamidae				
<i>Dolophilodes</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
Rhyacophilidae				
<i>Rhyacophila</i> (<i>Hyporhyacophila</i>) spp.	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Rh.</i> (<i>Paleorhyacophila</i>) <i>hokkaidensis</i> Iwata, 1927	<i>l</i>	–	–	<i>l</i>
Stenopsychidae				
<i>Stenopsyche marmorata</i> Navás, 1920	–	–	–	<i>l</i>
Thremmatidae				
<i>Neophylax ussuriensis</i> (Martynov, 1914)	<i>l</i>	–	–	–
LEPIDOPTERA				
Erebidae				
Arctiinae	–	<i>l</i>	–	–
Gracillariidae	–	–	–	<i>p</i>
Pyalidae				
Nymphulinae	–	–	–	<i>l</i>
DIPTERA				
Cecidomyiidae	–	<i>l, i</i>	–	<i>l, p, i</i>
Ceratopogonidae				
indet.	–	<i>i</i>	–	–
Ceratopogoninae	–	<i>p, i</i>	–	<i>i</i>
Palpomyiini gen. sp.	–	–	–	<i>l</i>

1	2	3	4	5
Forcipomyiinae				
<i>Atrichopogon?</i> sp.	–	<i>i</i>	–	–
Chaoboridae	–	–	–	<i>p</i>
Chironomidae				
Chironominae				
<i>Chironomus</i> spp.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Micropsectra</i> spp.	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Polypedilum</i> sp.	<i>l</i>	–	–	–
Diamesinae				
<i>Diamesa</i> sp.	–	–	<i>l</i>	–
<i>Pagastia</i> spp.	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
Orthoclaadiinae				
indet.	<i>p</i>	<i>l, p</i>	<i>l, p</i>	<i>l, p</i>
<i>Brillia</i> spp.	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Chaetocladius</i> sp.	–	<i>l</i>	–	–
<i>Corynoneura</i> sp.	–	<i>l</i>	–	<i>l, p</i>
<i>Diplocladius cultriger</i> Kieffer, 1908	–	–	–	<i>l</i>
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>devonica</i>	–	–	–	<i>l</i>
<i>Eukiefferiella</i> spp.	<i>l</i>	<i>l, p</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Krenosmittia</i> sp.	<i>l, p</i>	<i>p</i>	–	<i>p</i>
<i>Limnophyes</i> sp.	–	<i>p</i>	–	<i>p</i>
<i>Metriocnemus</i> sp.	–	<i>l</i>	–	<i>l</i>
<i>Nanocladius</i> sp.	–	<i>p</i>	–	–
<i>Orthocladius</i> spp.	<i>l, p</i>	<i>l, p</i>	–	<i>l</i>
<i>Parakiefferiella</i> sp.	–	–	–	<i>l, p</i>
<i>Paraphaenocladius</i> sp.	–	<i>p</i>	–	–
<i>Pseudorthocladius</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Rheocricotopus</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Smittia</i> sp.	<i>l</i>	–	–	–
<i>Thienemanniella</i> sp.	<i>l</i>	–	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Tvetenia</i> sp.	–	<i>l, p</i>	<i>l</i>	<i>l, p</i>
Tanypodinae				
<i>Ablabesmyia</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Macropelopia paranebulosa</i> Fittkau, 1962	–	–	–	<i>l</i>
Dixidae				
<i>Dixa</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
Dolichopodidae	–	–	–	<i>l</i>
Drosophilidae	–	–	–	<i>i</i>
Empididae				
Hemerodromiinae	–	<i>p, i</i>	–	–
Limoniidae				
Eriopterinae				
<i>Erioptera</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
<i>Molophilus</i> sp.	–	–	–	<i>p</i>
<i>Ormosia</i> sp.	–	–	–	<i>l</i>
Hexatominae				
juv. indet.	–	<i>l</i>	–	<i>l</i>
<i>Eloeophila</i> sp.	–	<i>l</i>	–	–
<i>Hexatoma</i> sp.	<i>l</i>	–	<i>l</i>	–
Limoniinae				
<i>Antocha</i> sp.	–	<i>l</i>	–	–
Lonchopteridae	–	–	–	<i>i</i>
Muscidae				

1	2	3	4	5
Limnophorini gen. sp.	—	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
Mycetophilidae	—	<i>i</i>	—	—
Nymphomyiidae				
<i>Nymphomyia alba</i> Tokunaga, 1932	—	—	—	<i>i</i>
Pediciidae				
<i>Dicranota</i> sp.	—	—	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Pedicia</i> sp.	—	—	—	<i>l</i>
Phoridae	—	<i>i</i>	—	<i>i</i>
Psychodidae				
Psychodinae	—	—	<i>l</i>	<i>l</i>
Sciaridae	—	<i>l, i</i>	—	<i>l, p, i</i>
Simuliidae				
indet.	—	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Simulium</i> (Nevermannia) spp.	—	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
<i>Simulium</i> (Simulium) cf. japonicum	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
Tabanidae				
<i>Chrysops</i> sp.	<i>l</i>	—	—	—
HYMENOPTERA				
indet.	—	<i>i</i>	—	<i>i</i>
Ceraphronoidea				
Ceraphronidae	—	<i>i</i>	—	<i>i</i>
Chalcidoidea				
Aphelinidae	—	—	—	<i>i</i>
Eulophidae	—	<i>i</i>	—	<i>i</i>
Encyrtidae	—	—	—	<i>i</i>
Mymaridae	—	—	—	<i>i</i>
Cynipoidea	—	<i>i</i>	—	—
Ichneumonoidea				
Braconidae				
indet.	—	<i>i</i>	—	—
Aphidiinae	—	<i>i</i>	—	—
Ichneumonidae	—	<i>i</i>	—	—
Platigastroidea				
Scelionidae	—	<i>i</i>	—	<i>i</i>
Proctotrupoidea				
Diapriidae	—	<i>i</i>	—	<i>i</i>
Formicoidea				
Formicidae				
<i>Formica</i> sp.	—	<i>i</i>	—	—
<i>Myrmica</i> spp.	—	<i>i</i>	—	<i>i</i>

Примечание. Буквами «*l*», «*p*» и «*i*» обозначены личинки, куколки и имаго насекомых.

6 семейств) и водные Coleoptera (7 НОТ из 5 семейств). В руч. Тесный фауна названных групп (за исключением таксономического комплекса ручейников) оказалась беднее: 28 НОТ из 7 семейств Diptera, 6 НОТ из 3 семейств Ephemeroptera, 4 НОТ из 4 семейств Plecoptera, 10 НОТ из 8 семейств Trichoptera, 4 НОТ из 3 семейств водных Coleoptera. Из гидробионтов категории *non alatum* (в жизненном цикле которых отсутствует крылатая стадия) максимальным разнообразием характеризовались водяные клещи, олигохеты и ногохвостки. В составе наземной фракции сиртона в обоих ручьях наибольшим разнообразием отличались перепончатокрылые и жесткокрылые насекомые (см. таблицу).

По численности среди дрейфовавших беспозвоночных наземного происхождения в руч. Тесный доминировали перепончатокрылые (20,3%), двукрылые (19,5%) и равнокрылые (17,3%) насекомые, а в руч. Прозрачный – двукрылые (27,2%) и перепончатокрылые (17,7%) насекомые, а также мезостигматные клещи (23,8%). Субдоминантами по численности в аллохтонной фракции сиртона первого ручья оказались жуки (12,8%), пауки (12,0%) и трипсы (5,3%). Во втором ручье данная иерархическая категория была представлена пауками (8,8%), жуками (8,2%) и равнокрылыми (6,1%). Вероятно, представители именно этих крупных таксонов являются основными потенциальными кормовыми объектами наземного происхождения для гидробионтов, населяющих водотоки острова.

Иерархическую структуру совокупностей самих гидробионтов мы рассмотрели в сравнительном аспекте – путём сопоставления долей от показателей их общей численности на дне и в составе сиртона. Таким образом была оценена вовлеченность этих животных в миграции посредством дрейфа (рис. 1). Как видно из приведённых диаграмм рассеяния, количественные показатели дрейфа представителей отдельных групп не являются прямым отражением уровня развития их популяций на грунте. Например, доля участия амфипод в общем сносе беспозвоночных оказалась

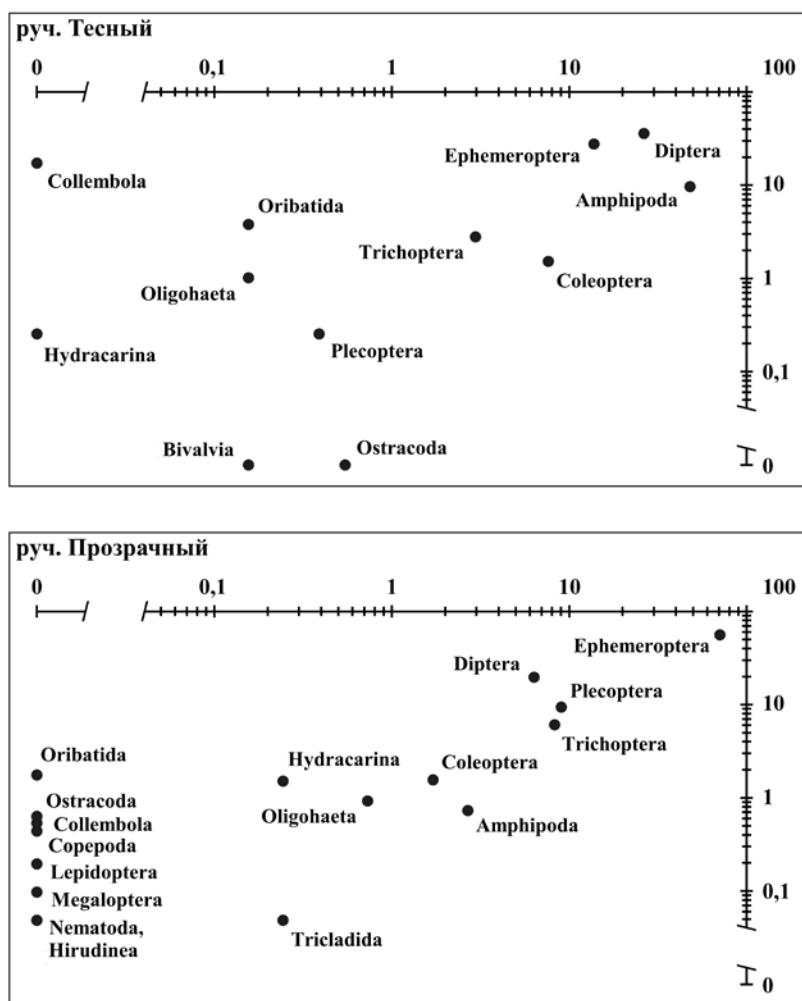


Рис. 1. Доля от общей численности водных беспозвоночных, %. По оси абсцисс – в бентосе, по оси ординат – в сиртоне; шкала логарифмическая

в руч. Тесный – фактически впятеро, а в руч. Прозрачный – более чем втрое ниже относительной численности этих ракообразных в бентосе. В то же время в первом ручье доля подёнок в сиртоне была вдвое больше, чем на грунте, а во втором – соответствующие показатели почти не различались.

В отличие от наземных организмов, которые попадают в водотоки случайно, автохтонные гидробионты формируют характерные для данных водных сообществ наборы таксонов. Каждый такой таксономический набор, естественно, имеет свою специфику. Однако в масштабе территории, на которую действует единый комплекс внешних факторов, различия между таксономическими наборами всех однотипных водотоков, протекающих по этой территории, могут оказаться в целом несущественными. В таком случае возникает возможность на примере отдельных «типичных» водотоков сопоставлять гидрофауну одного территориального выдела с таковой другого, подверженного действию иного комплекса внешних факторов. Исходя из этого положения, мы рассчитали парные коэффициенты Сьеренсена для каждой из групп амфибиотических насекомых, собранных в исследованных ручьях. Аналогичный расчёт был проведен также для совокупности гидробионтов, в жизненном цикле которых отсутствует крылатая стадия. В результате, наибольшее сходство было установлено для локальных фаун Trichoptera (рис. 2). Близкие величины коэффициента Сьеренсена получены для таксономических наборов Diptera, Coleoptera и Ephemeroptera. Самым низким для беспозвоночных с крылатой зрелой стадией оказался коэффициент сходства локальных фаун Plecoptera, что, вероятно, обусловлено не только сравнительно слабой способностью имаго этих животных к полёту (Леванидова, 1982; Синиченкова, 1987), но и их меньшей устойчивостью к действию неблагоприятных внешних факторов в процессе расселения. Показатель сходства списков представителей категории *non alatum* не достиг принятой в данном исследовании пороговой величины (0,5), что говорит о наибольшей уникальности соответствующих фаун из ручьёв западного и восточного побережий о-ва Кунашир.

Напомним, что по сравнению с таковым ручья восточного побережья острова, таксономическое разнообразие фауны ручья его западного побережья оказалось ниже (см. таблицу). Если учесть, что западная часть острова получает

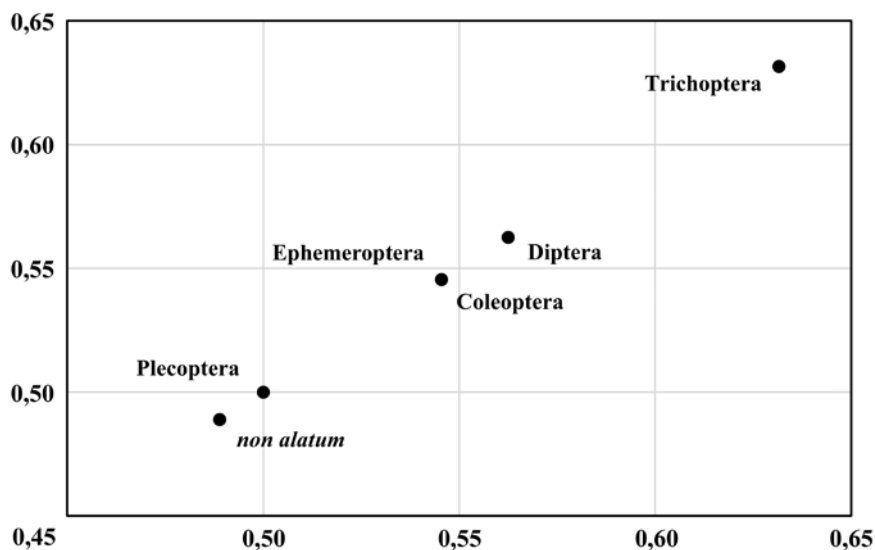


Рис. 2. Сходство фаун (коэффициенты Сьеренсена) обследованных ручьёв

больше солнечной радиации, омывается тёплым морским течением и в целом характеризуется более благоприятным климатом, то логично было бы предположить развитие обратной ситуации. Ведь беспозвоночные являются пойкилотермными животными и их существование в значительной мере зависит от температуры внешней среды. Общеизвестно, что видовое разнообразие в сообществах пресноводных беспозвоночных связано в первую очередь с температурным режимом водотоков (Тиунова и др., 2009). Именно температура воды является руководящим фактором, формирующим состав фауны (Леванидов, 1981). Вероятно в случае исследованных ручьёв, по крайней мере в тёплое время года, климатические особенности территорий, по которым они протекают, мало отражаются на термическом режиме самих водотоков. Действительно, при проведении наших сборов температура воды в обоих ручьях за сутки изменялась в фактически одном и том же, достаточно узком для летнего периода, диапазоне: 12,5–13,9 °C в руч. Тесный и 11,1–13,3 °C в руч. Прозрачный. Исходя из этого, мы полагаем, что по своему термическому режиму оба водотока относятся к одному типу. В таком случае, на первое место среди возможных объяснений разницы в развитии таксономического разнообразия фаун исследованных ручьёв выступают не климатические особенности окружающих ландшафтов, а уровень разнообразия водных биотопов в бассейнах этих ручьёв. Чем больше биотопов, удовлетворяющих потребностям разных видов, тем выше таксономическое разнообразие. Естественно, в гидрографической сети водотока третьего порядка, которым является руч. Прозрачный, ассортимент биотопов (экологических ниш) богаче, что и определило большее таксономическое разнообразие его фауны.

В заключение хотелось бы обратить внимание на вопрос использования в гидробиологических работах термина «низший определяемый таксон» (НОТ), который был предложен А.И. Бакановым (1997). Как известно, на ранних стадиях своего развития большинство водных беспозвоночных плохо поддаются идентификации. Приводимые в определительных таблицах признаки соответствуют морфологии особей преимущественно зрелых стадий. В отдельных случаях определение возможно только до уровня семейства и вызывает затруднения даже у специалистов по данной группе. Использованный нами сачок с размером ячеи сетного конуса всего 220 мкм позволил получить материал богатый мелкими формами (обычно не улавливаемыми при стандартных гидробиологических сборах). Однако это стало причиной того, что при составлении прилагаемой к работе таблицы мы были вынуждены пользоваться словосочетанием «*juv. indet.*». Часто в подобной ситуации исследователи применяют «вероятностный» подход (Баканов, 1997): если в пробе встречены взрослые особи определённого вида, то предполагается, что и молодь относится к тому же виду. На самом деле, это не всегда так. Кроме того, нередки случаи, когда в гидробиологических работах термин «вид» «обозначает низший таксон, до которого можно определить найденный организм по существующим определителям» (Баканов, 1987). Поэтому, «чтобы не вводить заблуждение читателей гидробиологических статей, желательно в подобных ситуациях использовать термин «низший определяемый таксон (НОТ) и говорить о списках НОТ, а не о видовых списках» (Баканов, 1997). Такой подход, по мнению А.А. Протасова (2005), является наиболее удачным решением указанной проблемы представления таксономических списков. Следовательно, широкое внедрение понятия «низший определяемый таксон» в гидробиологическую литературу позволило бы строже подходить к оценке биоразнообразия водных экосистем.

Благодарности

Автор глубоко признателен Е.А. Беляеву, Т.С. Вшивковой, О.В. Зориной, А.С. Лелею, М.А. Макаrenchенко, Е.А. Макаrenchенко, М.М. Омелько, К.А. Остапенко, С.Ю. Стороженко, Ю.Н. Сундукову, В.А. Тесленко, Т.М. Тиуновой, С.А. Шабалину (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН), А.Б. Крашенинникову (ПГНИУ) и А.С. Сажневу (ИБВВ РАН) за помощь при таксономической идентификации представителей некоторых групп беспозвоночных. Искренне благодарю сотрудников государственного природного заповедника «Курильский», особенно его директора А.А. Кислейко, за доброжелательное отношение и посильную помощь.

Литература

- Астахов М.В. 2019.** Дрифт беспозвоночных в двух водотоках о. Кунашир (Курильский архипелаг) // Биология внутренних вод. № 4, вып. 1. С. 60–67.
- Баканов А.И. 1987.** Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // ИБВВ АН СССР. 63 с. – Деп. в ВИНТИ 08.12.1987, № 8593-В87.
- Баканов А.И. 1997.** Использование характеристик разнообразия зообентоса в мониторинге состояния пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. М.: Ин-т проблем экологии и эволюции РАН. С. 278–282.
- Ключарева О.А. 1963.** О скате и суточных вертикальных миграциях донных беспозвоночных Амура // Зоологический журнал. Т. 42, вып. 11. С. 1601–1612.
- Ключарева О.А., Световидова А.А. 1968.** Зависимость роста рыб от особенностей кормовой базы в озёрах юга Сахалинской области // Вопросы ихтиологии. Т. 8, вып. 6(53). С. 1022–1033.
- Константинов А.С. 1969.** Сиртон и бентосток Волги близ Саратова в 1966 году // Зоологический журнал. Т. 48, вып. 1. С. 20–29.
- Константинов А.С. 1979.** Общая гидробиология. М.: Высшая школа. 480 с.
- Леванидов В.Я. 1981.** Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток, ДВНЦ АН СССР. С. 3–21.
- Леванидов В.Я., Леванидова И.М. 1979.** Дрифт водных насекомых в реке Амур // Систематика и экология рыб континентальных водоемов Дальнего Востока. Владивосток, ДВНЦ АН СССР. С. 3–26.
- Леванидова И.М. 1982.** Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР. Л.: Наука. 215 с.
- Макаrenchенко Е.А., Макаrenchенко М.А., Зорина О.В., Сергеева И.В. 2005.** Первые итоги изучения фауны и таксономии хирономид (Diptera, Chironomidae) российского Дальнего Востока // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. С. 394–420.
- Никольский Г.В., Веригин Б.В., Ключарева О.А. 1960.** О рыбном хозяйстве среднего и верхнего Амура в связи с намечаемым гидростроительством // Зоологический журнал. Т. 39, вып. 3. С. 407–416.
- Палатов Д.М. 2014.** Новые данные о фауне пресноводных беспозвоночных острова Кунашир // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 6. С. 509–522.
- План-график размещения заказов для нужд Федерального агентства по рыболовству. 2011.** http://fish.gov.ru/files/documents/konkursy_aukciony/Plan_razmeshcheniya_gosnuzhd_2011.pdf
- Протасов А.А. 2005.** Некоторые вопросы гидробиологии // Количественные методы экологии и гидробиологии (сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова). Тольятти: СамНЦ РАН. С. 82–90.
- Протасов А.А. 2012.** О взаимосвязи разнообразия со структурными показателями сообществ гидробионтов // Биология внутренних вод. № 4. С. 5–10.
- Сидоров Л.К., Пичугин М.Ю. 2005.** Состав ихтиофауны и особенности биологии рыб южных Курильских островов в связи с абиотическими условиями и происхождением водоемов // Труды ВНИРО. Т. 144. С. 151–175.
- Синиченкова Н.Д. 1987.** Историческое развитие веснянок. М.: Наука. 144 с.
- Столбов В.А., Толстиков А.В. 2010.** Особенности сообществ водных клещей (Hydracarina, Acariformes) в разнотипных временных водоёмах юга Тюменской области // Вестник Тюменского государственного университета. № 3. С. 59–68.

- Тесленко В.А. 2002.** Амфибиотические насекомые // Растительный и животный мир Курильских островов. Владивосток: Дальнаука. С. 109–117.
- Тиунова Т.М., Тесленко В.А., Макаренченко М.А., Сиротский С.Е. 2009.** Структурная характеристика сообществ бентоса в экосистемах реки Зея // Вопросы рыболовства. Т. 10, № 3, вып. 39. С. 489–499.
- Цалолохин С.Я. (ред.). 1997.** Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые. СПб.: ЗИН РАН. 444 с.
- Чебанова В.В. 2002.** Кормовая база молоди лососей в бассейнах рек Большая и Паратунка (Камчатка) // Труды ВНИРО. Т. 141. С. 229–239.
- Berner L.M. 1951.** Limnology of the lower Missouri River // Ecology. V. 32, N. 1. P. 1–12.
- Christiansen K.A., Snider R.J. 1984.** Aquatic Collembola // An introduction to the aquatic insects of North America / Merritt R.W., Cummins K.W. (eds.) / P. 82–92.
- Koetsier P., Bryan C.F. 1996.** Is macroinvertebrate drift a density-dependent mechanism of the benthos in the lower Mississippi River? // Journal of Freshwater Ecology. V. 11, N. 1. P. 1–10.
- Levanidova I.M., Vshivkova T.S., Arefina T.I., Zasyapkina I.A. 1995.** A tabular check-list of caddisflies (Insecta: Trichoptera) of the Russian Far East // Far Eastern Entomologist. N. 16. P. 1–19.
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A. 1994.** A preliminary data on chironomid fauna (Diptera, Chironomidae) of the Sakhalin and Kunashir Islands // Far Eastern Entomologist. N. 5. P. 1–8.
- Minakawa N., Arefina T.I., Ito T., Nozaki T., Kuhara N., Nishimoto H., Uenishi M., Teslenko V.A., Bennett D.J., Gara R.I., Kurowski K.L., Oberg P.B.H., Ritchie T.I., Weis L.J. 2004.** Caddisflies (Trichoptera) of the Kuril Archipelago // Bulletin of the Hokkaido university museum. V. 2. P. 49–80.
- Miyadi D. 1938.** Inland water fauna of Kunasiri-zima, South Kurile Islands // Japanese Journal of Limnology. V. 8, Iss. 3–4. P. 330–339.
- Takayasu M., Kondo K., Ohigashi S., Kurodo K. 1955.** Limnological studies on the lakes of Kunasiri island // Scientific Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery. V. 10 (1/2). P. 169–216.
- Тиунова Т.М. 1995.** The mayflies (Insecta: Ephemeroptera) of the Kunashir (Kuril Islands) // Far Eastern Entomologist. N. 9. P. 1–8.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА ХАНКА В СЕНТЯБРЕ 2020 ГОДА

Е.И. Барабанщиков

*Тихоокеанский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ТИНРО»), пер. Шевченко, 4, г. Владивосток, 690091, Россия.
E-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru*

Представлены результаты исследований зоопланктона в озере Ханка в сентябре 2020 г. Отмечено наметившееся изменение качественного состава доминирующих видов планктонных животных. Средняя биомасса и численность зоопланктона продолжают оставаться на прежнем уровне, близким к среднесуточным значениям.

RESULTS OF ZOOPLANKTON STUDIES IN KHANKA LAKE IN SEPTEMBER 2020

E.I. Barabanshchikov

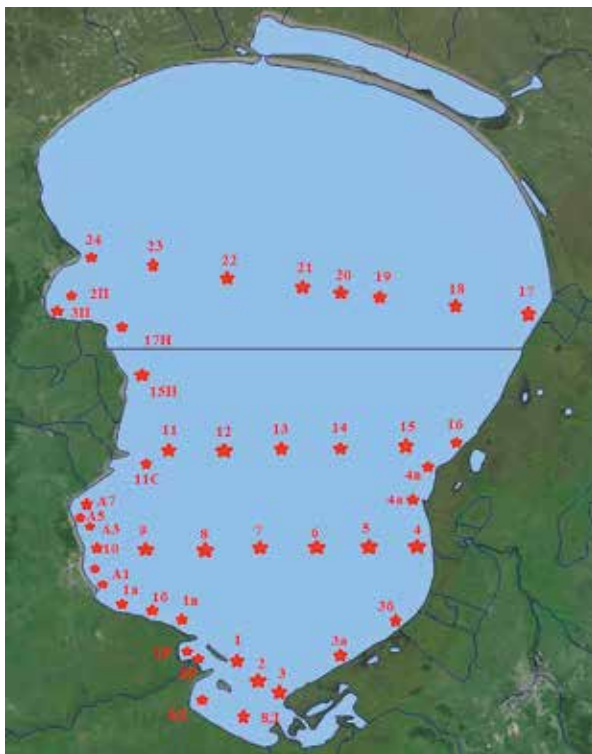
*Pacific branch of «Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography» («TINRO»),
4 Shevchenko alley, Vladivostok, 690091, Russia. E-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru*

The results of zooplankton studies in Khanka Lake in September 2020 are presented. An outlined change in the qualitative composition of the dominant species of planktonic animals was noted. The average biomass and abundance of zooplankton continues to remain at the same level, close to the mean long-term values.

Мониторинг зоопланктона на озере Ханка ведётся с 1990 г. по настоящее время. В течение этого периода происходили кратковременные колебания уровня режима в водоёме. С 2010 г. наблюдается значительный подъём уровня воды, который продолжает сохранять высокие значения (Бортин и др., 2016). Объём озера за этот период вырос на треть по отношению к среднесуточным значениям (Васьковский, 1978). Всего за весь период наблюдений в планктонном сообществе отмечено около 200 таксонов животных (Барабанщиков, 2000, 2004; Горяинов и др., 2014; Барабанщиков, 2016). В течение всего периода исследований состав зоопланктона, особенно центральной зоны, по доминирующим видам не менялся, однако в 2020 г. наметилась тенденция к его изменению.

Материал и методы

Зоопланктон на озере Ханка собирался в течение 15–20 сентября 2020 г. на стандартных точках – 31 на основных станциях и разрезах и 13 на дополнительных в прибрежной зоне и заливах (см. рисунок). Работы выполнены на всей акватории водоёма, включая прибрежную зону и заливы. Всего собрано и обработано по стандартным методикам 44 пробы. Отбор проб зоопланктона осуществлялся с помощью сети Нансена, изготовленной из газа с ситом № 77, имевшей площадь



Сетка гидробиологических станций по сбору зоопланктона на оз. Ханка в 2020 г.

входного отверстия $0,1 \text{ м}^2$. Для сбора и обработки сетного планктона использовались стандартные методики (Методы определения..., 1968; Киселёв, 1969; Общие основы..., 1979; Современные методы..., 1983; Методические рекомендации..., 1984; Руководство по гидробиологическому мониторингу..., 1992). При определении зоопланктона использованы работы В.М. Рылова (1948), Л.А. Кутиковой (1970), Н.Н. Смирнова (1971; 1976), Е.В. Боруцкого и др. (1991), а также определители, изданные в ЗИН РАН (Определитель пресноводных беспозвоночных..., 1994; 1995; 1997; 1999; 2001).

Результаты и обсуждение

После повышения уровня режима озера Ханка в 2010 г. долгое время состав сообщества зоопланктона сохранялся неизменным. Однако к 2020 г. наметилась тенденция к изменению видового состава планктонных животных, возможно, связанная с долговременным периодом высокого уровня воды в водоёме.

Значительную долю в составе зоопланктона сохранили *Epischura chankensis*, *Mesocyclops dissimilis*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Diaphanosoma chankensis*, *Boeckella orientalis*, *Bosmina fatalis* и *Daphnia longispina*. На их долю приходилось до 67% от суммарной биомассы и более 94% от суммарной численности планктонных животных. Численность ранее обычных видов, таких как *Keratella valga* и *Moina chankensis* существенно снизилась, и они стали попадаться единично. Во всех частях озера Ханка стал отмечаться *Neodiaptomus schmackeri*, который ранее отмечался изредка и не каждый год в приустьевых зонах рек (Мельгуновки, Комиссаровки) и в южных заливах (Девичанском и Рыбачьем). В сентябре 2020 г. он попадался постоянно, освоил все участки водоёма. На юге озера, в Девичанском заливе, значительно

возросла доля *Bosmina longirostris*. Ранее данный вид отмечался единично в выносах из рек бассейна Ханки, а также в нижних частях рек, впадающих в озеро.

Наибольшее разнообразие планктонных животных отмечалось среди ветвистоусых ракообразных (20 таксонов). Немного меньше встречено коловраток (15 таксонов). Меньше всего таксонов приходилось на веслоногих ракообразных (8), из которых 3 вида приходилось на Calanoida и 5 видов – на Cyclopoida, а также на группу прочих видов (9 таксонов). Всего обнаружено в планктонных пробах 52 таксона животных.

Список видов животных, отмеченных в сентябре 2020 г. в оз. Ханка:

Rotifera – Коловратки

Asplanchna priodonta Gosse, 1850

Bdelloidea indet.

Bipalpus hudsoni (Imhof, 1891)

Brachionus calyciflorus calyciflorus Pallas, 1776

Brachionus calyciflorus amphiceros Ehrenberg, 1838

Conochiloides dossuarius (Hudson, 1885)

Euchlanis dilatata Ehrenberg, 1832

Euchlanis incisa Carlin, 1939

Hexarthra mira (Hudson, 1871)

Keratella valga (Ehrenberg, 1834)

Lecane luna (Müller, 1776)

L. (Monostyla) lunaris (Ehrenberg, 1832)

Platyias patulus (Müller, 1786)

Trichocerca rattus (Müller, 1776)

Trichotria similis (Stenroos, 1898)

Cladocera – Ветвистоусые ракообразные

Alona rectangula Sars, 1862

Biapertura intermedia (Sars, 1862)

Bosmina fatalis Burckhardt, 1924

B. longirostris (O.F. Müller, 1785)

Bunops serricaudata (Daday, 1884)

Camptocercus uncinatus N.N. Smirnov, 1971

Ceriodaphnia reticulata (Jurine, 1820)

Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1785)

Daphnia cristata G.O. Sars, 1862

D. cucullata G.O. Sars, 1862

D. longispina s.str. (O.F. Müller, 1776)

Diaphanosoma chankensis Ueno, 1939

D. orghidani transamurensis Korovchinsky, 1986

Diaphanosoma sp.

Disparalona rostrata (Koch, 1841)

Ilyocryptus agilis Kurz, 1878

Leptodora kindtii (Focke, 1844)

Moina chankensis Ueno, 1939

Moina sp.

Pleuroxus sp.

Copepoda – Веслоногие ракообразные

Boeckella orientalis Sars, 1903*Cyclops vicinus* Uljanin, 1875*Diacyclops bicuspidatus* (Claus, 1857)*Epischura chankensis* Rylov, 1928*Mesocyclops dissimilis* Defaye et Kawabata, 1993*Neodiaptomus schmackeri* (Poppe et Richard, 1892)*Paracyclops fimbriatus orientalis* (Alekseev, 1995)*Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853)

Прочие

Chironomidae (larvae)

Hemiptera (larvae)

Nematoda indet.

Oligochaeta indet.

Ostracoda indet.

Palaemon modestus (Heller, 1862)

Peritrichia indet.

Suctoria indet.

Volvox sp.

В общем биомасса зоопланктона в среднем по открытой части озера составила 0,505 г/м³ (при колебаниях от 0,132 до 1,034 г/м³ в различных частях водного объёма) при средней численности животных 38,4 тыс. экз./м³, что мало отличается от среднеголетних значений, отмечавшихся в сентябрьских сборах перед началом периода диапаузы. Значительно доминировали в планктоне веслоногие ракообразные. Их доля по биомассе составляла 71,71%, а по численности – 89,18%. При этом биомасса Calanoida, благодаря крупным размерам, в 2 раза была выше, чем Cyclopoida, однако численность циклопов была в 3 раза выше, чем Calanoida. Доля коловраток по биомассе составила 0,14%, по численности – 0,99%, а ветвистоусых ракообразных – 25,12% и 9,79% соответственно. В центральной части озера также преобладали веслоногие ракообразные. Их доля составляла до 85% по биомассе и более 96,0% по численности. На юге открытой части Ханки доля Copepoda была ниже – до 52,94% по биомассе и 64,15% по численности. Ветвистоусые ракообразные составляли 45,86% по биомассе и 32,88% по численности. В восточной и западной частях водоёма отмечалась ситуация в целом схожая с тем, что наблюдалось в целом по озеру, только в западной части отмечается увеличение группы прочих видов по биомассе за счёт попадания креветок (*Palaemon modestus*).

В юго-западной части прибрежной зоны Ханки биомасса и численность зоопланктона имели более низкие значения, по сравнению с открытой частью водоёма. Средние значения составляли 0,317 г/м³ (колебания от 0,148 до 0,606 г/м³) и 17,0 тыс. экз./м³ соответственно. В северо-западной прибрежной зоне биомасса была выше в 1,7 раза, а численность в 2,67 раз, чем в юго-западной.

Биомасса и численность зоопланктона прибрежной зоны восточной части слабо отличалась на разных участках. Средние значения составляли 0,496 г/м³ и 32,6 тыс. экз./м³ соответственно.

На юге озера средние количественные показатели планктонных животных залива Рыбачьего имели самые низкие значения за съёмку – 0,046 г/м³ по биомассе

и 2,85 тыс. экз./м³. В расположенном рядом Девичанском заливе количественные характеристики планктонных животных были на порядок выше – 0,741 г/м³ и 46,35 тыс. экз./м³ соответственно.

Количественные показатели зоопланктона в Платоновском заливе, расположенном в северо-западной части Ханки составляли в среднем 0,286 г/м³ по биомассе и 46,6 тыс. экз./м³ по численности.

Таким образом, несмотря на сохранение общих параметров численности и биомассы зоопланктона озера Ханка на среднесуточных значениях, при сохранении высокого уровня режима водного объекта возможна дальнейшая перестройка состава сообщества планктонных животных и существенное изменение его продукционных характеристик.

Литература

- Барабанищikov Е.И. 2000. Качественный состав зоопланктона озера Ханка // Геохимические и эколого-биогеохимические исследования в Приамурье. Вып. 10. Владивосток: Дальнаука. С. 130–139.
- Барабанищikov Е.И. 2004. Зоопланктон озера Ханка // Диссертация на соискание ученой степени канд. биол. наук. С.-Петербург. 215 с.
- Барабанищikov Е.И. 2016. Изменение качественных и количественных показателей зоопланктона и нектобентоса в озере Ханка в 2014–2015 гг. // Трансграничное озеро Ханка: причины повышения уровня воды и экологические угрозы. Владивосток: Дальнаука. С. 170–174.
- Бортин Н.Н., Горчаков А.М., Кролевецкая Ю.В. 2016. Причины и последствия аномального роста уровня воды в оз. Ханка // Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата: VI Дружининские чтения: материалы Всеросс. конф. с международным участием. 28–30. сентября Хабаровск. [Электронный ресурс]. Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН. С. 16–19.
- Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. 1991. Определитель Calanoida пресных вод СССР. С-Пб.: Наука. 504 с.
- Васьковский М.Г. 1978. Гидрологический режим оз. Ханка. Л.: Гидрометеиздат. 176 с.
- Горяинов А.А., Барабанищikov Е.И., Шаповалов М.Е. 2014. Рыбохозяйственный атлас озера Ханка. Владивосток: ТИНРО-Центр. 205 с.
- Киселев И.А. 1969. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Л.: Наука. 658 с.
- Кутикова Л.А. 1970. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука. 744 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. 1984. Л.: ГосНИОРХ. 33 с.
- Методы определения продукции водных животных. 1968. / Под ред. Винберга Г.Г. Минск: Высшая школа. 245 с.
- Общие основы изучения водных экосистем. 1979. / Под ред. Винберга Г.Г. Л.: Наука. 273 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1994. Т. 1. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. 396 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1995. Т. 2. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. 629 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1997. Т. 3. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. 440 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1999. Т. 4. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. 998 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 2001. Т. 5. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. 840 с.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. 1992. / Под ред. Абакумова В.А. С-Пб.: Гидрометеиздат. 319 с.
- Рылов В.М. 1948. Cyclopoida пресных вод // Фауна СССР. Т. 3, вып. 3. М.-Л.: АН СССР. 318 с.
- Смирнов Н.Н. 1971. Chydoridae фауны мира. Фауна СССР. Ракообразные. Т. 1, вып. 2. Л.: Наука. 531 с.
- Смирнов Н.Н. 1976. Macrothricidae и Moinidae фауны мира. Фауна СССР. Ракообразные. Т. 1, вып. 2. Л.: Наука. 327 с.
- Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. 1983. / Под ред. Виноградова М.Е. М.: Наука. 280 с.

ВИДОВОЙ СОСТАВ, СТРУКТУРА И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА ОЗ. АНГРЕ В 2019–2020 ГГ. (КАМЧАТКА)

Т.В. Бонк¹, Г.Н. Маркевич²

¹Камчатский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («КамчатНИРО»), ул. Набережная, 18, г. Петропавловск-Камчатский, 683000, Россия. E-mail: bonk.t.v@kamniro.ru

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, г. Москва, 119991, Россия. E-mail: g-markevich@yandex.ru

Исследования зоопланктона на малоизученном до настоящего времени оз. Ангре позволили определить видовой состав, выделить доминирующую группу организмов. Проследить структуру и сезонную динамику основных видов ракообразных. Установлено, что ведущими видами в планктоне являются *Cyclops scutifer* и *Daphnia* группы *longispina*. Основное развитие этих видов приходится на летний период. При этом у популяции циклопов достаточно высокая биомасса прослеживается с марта по ноябрь, а у дафний – с июля по ноябрь.

SPECIES COMPOSITION, STRUCTURAL AND SEASONAL DYNAMICS OF ZOOPLANKTON OF THE ANGRE LAKE IN 2019–2020 (KAMCHATKA)

T.V. Bonk¹, G.N. Markevich²

¹Kamchatka branch of «Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography» («KamchatNIRO»), 18 Naberezhnaya St., Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia. E-mail: bonk.t.v@kamniro.ru

²Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskiye Gory, Moscow, 119991, Russia. E-mail: g-markevich@yandex.ru

Zooplankton research in the Angre Lake, poorly explored till now, clarified species composition and revealed dominant group of organisms. Structural and seasonal dynamics of major representatives of crustaceans was analyzed, dominant role of *Cyclops scutifer* and *Daphnia* from the group *longispina* in the plankton was demonstrated. Principal development of these species takes place in summer. At the same time *Cyclops scutifer* population demonstrates rather high biomass from May to November, and population of *Daphnia* – from July to November.

На Камчатке ещё много малоизученных или совсем не изученных озёр, о фауне которых нам практически ничего не известно. Горный рельеф, густая стланиковая растительность, отсутствие дорог и троп делают большинство камчатских озёр труднодоступными. К тому же, если они не входят в сферу экономических интересов региона, то выпадают из круга задач рыбохозяйственной науки.

Однако интерес к этим водоемам всегда высок, ибо они являются изолированными водными системами локальных эндемичных форм рыб, например, гольцов-палей (Есин, Маркевич, 2017) и имеют индивидуальный облик зоопланктонного сообщества, сформированного в длительной изоляции (Бонк, 2001; Бонк и др., 2007; Лепская и др., 2020)

Одним из таких водоемов является оз. Ангрэ, о зоопланктоне которого до настоящего времени ничего не было известно.

Цель настоящей работы определить видовой состав и видовую структуру зоопланктона оз. Ангрэ и описать биологию ракообразных, доминирующих в планктоне водоема.

Материал и методы

Материалом для работы послужили данные, полученные при обработке количественных проб зоопланктона, которые собирали раз в месяц в 2019 и 2020 гг. на глубоководной (ст. 1) и более мелководной (ст. 2) станциях (рис. 1). Всего было собрано 20 проб зоопланктона.

Отбор проб проводили сетью Джеди с диаметром входного отверстия 18 см и размером ячеей фильтрующего конуса 93 мкм (газ № 70). Пробы фиксировали 4% раствором формальдегида и обрабатывали по стандартной методике (Методические рекомендации..., 1984). Биомассу компонентов зоопланктона рассчитывали по индивидуальной массе организмов с учётом их размеров (Балушкина, Винберг, 1979; Косова, 1961). Видовую принадлежность устанавливали по определителям (Кутикова, 1970; Определитель..., 1995, 2010). Показатель встречаемости оценивали по Андроникова, 1996). Вид, составляющий более >20% от численности зоопланктона отнесён к доминирующим, встреченный в диапазоне от 15–20 характеризуется как обильный, 10–15% – средний, <5% – редкий.

Результаты и обсуждение

Озеро Ангрэ – лавово-подпрудного типа, расположено у южного подножья Ичинского вулкана (55°30' с.ш.; 157°41' в.д.). Оно находится в центральной части полуострова Камчатка на высоте 750 м над уровнем моря. Этот небольшой бессточный водоём (площадью 0,23 км²) образован в результате подпруживания лавовым потоком р. Палео-Кетачан при извержении конуса Северный Черпук (Есин, Маркевич, 2017).

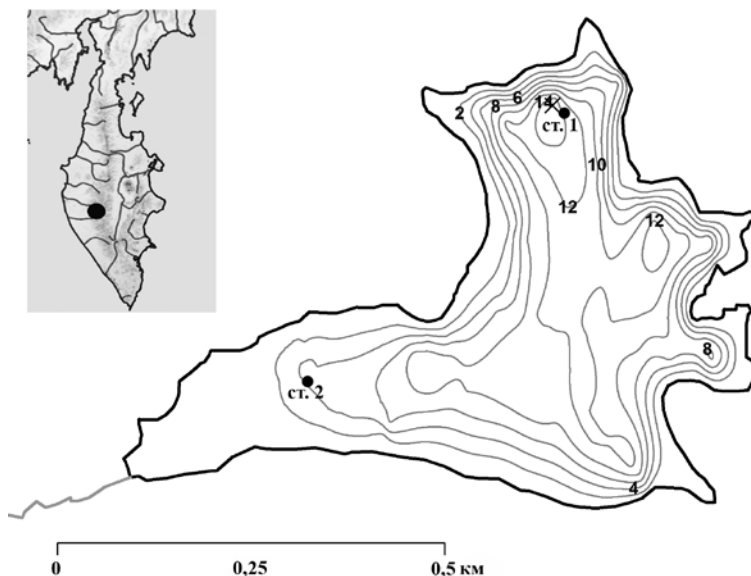


Рис. 1. Батиметрическая карта оз. Ангрэ и станции отбора проб зоопланктона в 2019–2020 гг.

Озеро отличается значительными перепадами уровня воды в течение года. Например, на ст. 1 глубина изменялась от 8,9 до 16,0 м, а на ст. 2 – от 4,2 до 12,3 м. В период максимального наполнения в мае-июне, в результате снеготаяния, глубина озера достигает 25–27 м (в среднем 10–12 м). В течение лета уровень опускается на 3–5 м, а к февралю озеро теряет четверть от весеннего объема воды. Это обусловлено особенностями фильтрации через лавовую плотину.

В озеро впадает ручей, который вытекает из мелководного (средняя глубина 3 м) ледникового оз. Тымкыгитхын (Есин, Маркевич, 2017; Есин и др., 2019). В июле вода в озере у поверхности прогревается до 12,5 °С, а к сентябрю понижается до 4,9 °С. У дна водоёма температура изменяется с 4,0 до 4,9 °С. Содержание растворённого кислорода в оз. Ангре высокое, а его распределение по глубине равномерное.

Ихтиоценоз в водоеме представлен только мальмой *Salvelinus malma*, которая образовала две эндемичные формы, отличающиеся по способу питания: бентофаги и планктофаги (Есин, Маркевич, 2017; Есин и др., 2019).

Видовой состав зоопланктона оз. Ангре включает 18 таксонов видового и подвидового рангов, из них Rotifera – 9 таксонов, Copepoda – 6, Cladocera – 3 (табл. 1). Это виды, обычные для озёр Камчатки.

Доминантный комплекс пелагического зоопланктона озера включает 5 видов: *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*, *Notholca acuminata*, *Cyclops scutifer*, *Daphnia* группы *longispina*. Обращает на себя внимание присутствие в озере хищной каляниды *Heterocope saliens*, которая может существенно

Таблица 1

Видовой состав и средняя численность (экз./м³) зоопланктона оз. Ангре в 2019–2020 гг.

Таксон	Ст. 1	Ст. 2	Показатель встречаемости
Rotifera			
<i>Asplanchna priodonta</i>	1590	1154	доминантный
<i>Keratella quadrata</i>	889	460	обильный
<i>K. cochlearis</i>	0.6	0.6	редкий
<i>Kellicottia longispina</i>	684.8	206.0	средний
<i>Polyarthra major</i>	81.6	67.0	редкий
<i>Notholca acuminata</i>	779.5	1196	доминантный
<i>N. acuminata extensa</i>	<1	<1	редкий
<i>N. squamula</i>	8.5	15.2	редкий
<i>Synchaeta oblonga</i>	0,0	16,3	редкий
Copepoda			
Calaniformes			
<i>Heterocope saliens</i>	0	<1	редкий
Cyclopiformes			
<i>Eucyclops speratus</i>	<1	<1	редкий
<i>Cyclops scutifer</i>	85 223.4	52 059.0	доминантный
<i>Diaciclops bicuspidatus</i>	<1	<1	редкий
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	1360.7	772.6	редкий
<i>Megacyclops</i> sp.s	0	<1	редкий
Cladocera			
<i>Daphnia</i> группы <i>longispina</i>	21 211.0	12 601.0	доминантный
<i>Chydorus sphaericus</i>	0	0.9 <1	редкий
<i>Alona werestschagini</i>	2.9	0.9 <1	редкий

влиять на обилие других зоопланктёров. В данном водоёме по встречаемости вид относится к категории редких (табл. 1), в планктонных пробах он был обнаружен в середине июля 2019 г., численность рачка составила в среднем 3 экз./м³. Так что существенного влияния на величину биомассы ракообразных он не оказывает. Такие виды, как *Eucyclops speratus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Megacyclops* sp., *Alona werestchagini*, *Chydorus sphaericus* приурочены больше к литоральной зоне и поэтому в пелагиали озера имеют низкую численность (табл. 1).

В планктоне, как по численности, так и по биомассе доминировали копеподы, главным образом *C. scutifer* (84%). В формировании биомассы наряду с циклопами в августе-сентябре значительная роль принадлежала *Daphnia* группы *longispina*, в среднем 64% (табл. 2). Показатели обилия других видов зоопланктона очень низкие и только *A. vernalis* увеличивает общую численность в июле на 7%, в январе – 11%, а биомассу копепод и общую в январе на 40%.

Основное развитие коловраток было отмечено с июня по август, с максимальными значениями в июле (N = 12.7 тыс.экз./м³; B = 91,5 мг/м³). Если численность создавали почти все из выше перечисленных видов, то в биомассу основной вклад внесла крупная аспланхна. В зимний период сообщество коловраток в озере имело невысокую численность (285 экз./м³) и было представлено только *Kellicottia longispina* и *Keratella quadrata*.

Популяция *Daphnia* группы *longispina* в марте состояла из эфиппий с численностью – 1000 экз./м³. Первые молодые рачки (10 экз./м³) длиной 0,5 мм появились в планктоне 8 мая. В июне 50% общей численности вида составляли половозрелые особи (305 экз./м³), из которых 9% самок были яйценосными. Партеногенетические самки вынашивали от 7 до 12 яиц (в среднем 9), размер самок в это время составил 1,15–1,32 мм. В июле численность и биомасса дафний увеличилась в 3 раза, при этом яйценосные самки составили всего 26% численности рачков, также снизилась в два раза их плодовитость. В августе партеногенетическое размножение дафний в озере завершилось, в планктоне в изобилии появились самцы и взрослые самки без яиц в соотношении 64:36, на долю неполовозрелых особей приходилось 7% численности дафний. Максимум численности и биомассы популяция дафний достигла в августе (табл. 2). В сентябре численность дафний снизилась в 6 раз, самцы составляли 49%, эфиппийные самки – 12% и взрослые особи размером 1,3–1,5 мм. – 18%. В ноябре в планктоне найдены лишь самки с покоящимися яйцами и уже отложенные эфиппии, а в зимние месяцы – только покоящиеся яйца (рис. 2).

Таблица 2

Количественные показатели зоопланктона оз. Ангре

Дата	N, тыс. экз./м³	Соотношение основных групп, %			B, г/м³	Соотношение основных групп, %		
		Copepoda	Cladocera	Rotifera		Copepoda	Cladocera	Rotifera
20.03.19 г.	14,9	92	0	8	0,30	99	0	1
08.05.19 г.	77,0	100	0	0	2,16	100	0	0
23.06.19 г.	124,3	93	0	7	0,54	91	2	7
18.07.19 г.	144,2	89	2	9	1,51	87	7	6
12.08.19 г.	295,5	55	42	2	18,52	16	84	0
28.09.19 г.	122,3	80	18	2	4,38	55	45	0
13.11.19 г.	31,8	93	5	2	1,02	74	26	0
24.12.19 г.	1,3	83	0	17	0,02	100	0	0
20.01.20 г.	0,6	94	0	6	0,02	100	0	0

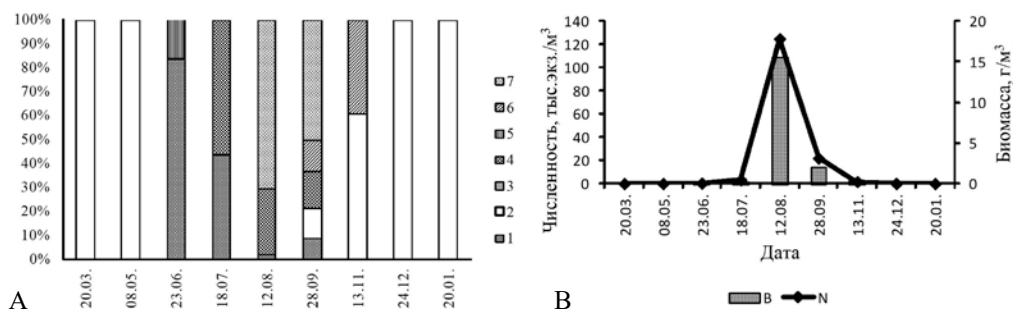


Рис. 2. Структура и сезонная динамика численности и биомассы популяции *Daphnia longispina* в оз. Ангре в 2019–2020 гг. А: 1 – яйца, 2 – эфипии, 3 – неполовозрелые особи, 4 – взрослые рачки, 5 – партеногенетические самки, 6 – эфипиальные самки, 7 – самцы. Б: N – численность, B – биомасса

Cyclops scutifer – самый распространённый вид в озёрах Камчатки, ведущий кормовой объект для молоди лососевых рыб (Носова, 1970, Куренков, 2005; Базаркина, 2006; Миловская, 2007, Вецлер, 2009). В марте популяция циклопа была представлена почти всеми возрастными стадиями, кроме половозрелых рачков. Численно доминировали копеподиты IV–V стадий (47 и 41%, соответственно), 10% составляли науплии. В начале мая науплиусы и циклопы младших копеподитных стадий в планктоне не встречаются, 62% численности вида представлены копеподитами V стадии, из половозрелых особей появились самцы 36%, самки составили всего 0,5%. В середине июня отмечено интенсивное размножение циклопов, среди половозрелых самок, достигших максимальной численности (6 тыс. экз./м³), половина вынашивала яйца. В это время отмечался пик численности науплиусов (83% от численности популяции).

Средняя плодовитость составила 18 яиц на самку, плотность потерянных яиц достигла 9 тыс./м³. В июле размножение циклопов замедляется и, несмотря на наличие всех возрастных стадий, максимальных значений численности достигают младшие копеподиты II–III стадий (85%). Переход в следующие возрастные группы с максимумом численности копеподитов IV стадии (73%) был отмечен в первой декаде августа, половозрелые особи в планктоне не встречались. Популяция *C. scutifer* в это время достигла пиковых значений численности 238,9 тыс. экз./м³ и биомассы 2,9 г/м³.

В сентябре был прослежен второй подъём размножения, менее активный. Структура популяции циклопов была представлена взрослыми копеподитами (IV – 33%, V – 63%), а из половозрелых – только самками (4%). Из них 0,2% – самки с яйцами. Средняя плодовитость составила 12ov/♀ov. Появление самцов и науплиусов в ноябре – признак наличия в популяции двух когорт.

Зимой, в декабре-январе численность циклопов минимальна, в среднем 0,5 тыс. экз./м³. В это время популяция состояла на 49% из копеподитов V стадии, 15% – это молодь циклопов, 20% – копеподиты I стадии и по 8% – половозрелые особи, самцы и самки без яиц (рис. 3).

Таким образом, в популяции циклопов оз. Ангрэ отмечено два подъёма размножения. Основной проходил в июне-июле, в результате чего летнее поколение уходит в зиму в основном копеподитами V возрастной стадии и половозрелыми раками. Следующий пик размножения вида, менее интенсивный, проходит в конце сентября – октябре. В ноябре появляются науплии нового поколения и в зиму осенняя когорта циклопов уходит молодью и рачками I копеподит-

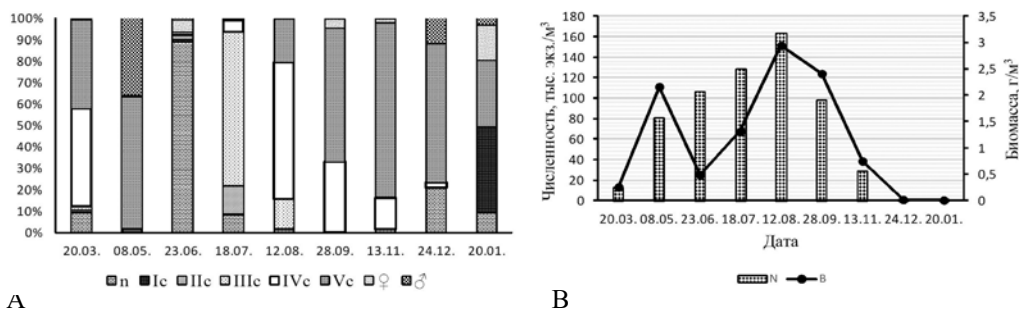


Рис. 3. Структура популяции *Cyclops scutifer* (А) и сезонная динамика численности и биомассы (В) в 2019–2020 гг.

ной стадии. В зимний период развитие рачков продолжается, но размножения не происходит.

Исследования зоопланктона показали, что доминирующими видами в планктоне являются *Cyclops scutifer* и *Daphnia* группы *longispina*. Основное развитие этих видов приходится на летний период. Так максимальные количественные показатели, как циклопов, так и дафний были отмечены в августе. При этом у популяции циклопов достаточно высокая биомасса прослеживается с марта по ноябрь, а у дафний – с июля по ноябрь (табл. 2). Следует также отметить, что в январе в планктоне кроме циклопов присутствовала более крупная копепода *Acanthocyclops vernalis* которая составляла 40% биомассы копеподного планктона.

Литература

- Андроникова И.Н. 1969. Структурно-функциональная организация зоопланктона озёрных экосистем разных трофических типов. СПб: Наука. 189 с.
- Базаркина Л.А. 2004. Механизмы регуляции численности в популяциях планктонных ракообразных мезотрофного лососевого озера Азабачье (Камчатка). Автореф. дис ... канд. биол. наук. Москва. МГУ.. 26 с.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. 1979. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука. С. 169–172.
- Бонк Т.В. 2001. Сравнительная характеристика видового состава зоопланктона озёр юга Камчатки и Корякского нагорья // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Мат. II науч. конф. Петропавловск-Камчатский. С. 31–32.
- Бонк Т.В., Лепская Е.В., Маркевич Г.Н. 2007. Планктонное сообщество оз. Чаша (Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Мат. VIII Межд. науч. конф. Петропавловск-Камчатский, 27–28 ноября 2007 г. П-К. С. 22–24.
- Вецлер Н.М. 2009. Структурные особенности и динамика зоопланктонного сообщества в пелагиали озера Дальнее (Камчатка): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18 / Вецлер Наталья Михайловна – Петропавловск-Камчатский. 25 с.
- Есин Е.В., Маркевич Г.Н. 2017. Гольцы рода *Salvelinus* азиатской части Северной Пацифики: происхождение, эволюция и современное разнообразие. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 188 с.
- Есин Е.В., Мельник Н.О., Зленко Д.В., Шкиль Ф.Н., Маркевич Г.Н. 2019. Симпатрическая диверсификация камчатской мальмы *Salvelinus malma* (Salmonidae) в экосистеме предельно малого размера // Вопр. ихтиол. Т. 59. № 6. С. 733–736.
- Косова А.А. 1961. Вычисленные веса некоторых форм зоопланктона низовьев дельты Волги // Тр. Астрахан. Заповедника. Вып. 5. С. 171–158.
- Куренков И.И. 2005. Зоопланктон озер Камчатки / И.И. Куренков. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 178 с.
- Кутикова Л.А. 1970. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука. 697 с.
- Лепская Е.В., Бонк Т.В., Сушкевич А.С., Лозовой А.П., Гордиенко В.Н. 2020. Новые данные о биоразнообразии ракообразных пресных и морских вод Камчатки // Докл. XIX–XX междунар.

конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (14–15 ноября 2018 г. – 12–13 ноября 2019 г.), П-Камчатский: Камчатпресс. С. 35–44.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. 1984. // Под ред. Г.Г. Винберга и Г.М. Лаврентьевой. Л: Промрыбвод, 1984. 19 с.

Миловская Л.В. 2007. Влияние абиотических и биотических условий на формирование кормовой базы молоди нерки (*Oncorhynchus nerka* Walbaum) в пелагиали оз. Курильское (Камчатка). Автореф. дис ...канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 24 с.

Носова И.А. 1970. Данные по биологии размножения и развития *Cyclops scutifer* Sars озера Курильского. // Изв. ТИНРО. Т. 78. С. 171–185.

Определитель пресноводных беспозвоночных СССР. 1995. Т. 2. Ракообразные. – С-П.: Типограф. № 1 ВО «Наука». 631 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. 2010. Т. 1. Зоопланктон. М–С.-П. КМК. 495 с.

**ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОТОКОВ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ
НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ВТОРАЯ РЕЧКА
(ВЛАДИВОСТОК, ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)**

Т.С. Вшивкова^{1,2}, Т.В. Никулина¹, С.В. Клышевская¹, К.А. Дроздов³, Е.А. Жарикова¹

¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: vshivkova@biosoil.ru

²Дальневосточный федеральный университет, пос. Аякс, 10, о-в Русский, г. Владивосток, 690922, Россия. E-mail: vshivkova.tse@dvfu.ru

³Тихоокеанский институт биоорганической химии имени Г.Б. Елякова ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: drovsh@yandex.ru

Проблемы сокращения биоразнообразия и деградации водотоков на урбанизированных территориях тихоокеанского побережья России вызывают озабоченность и требуют незамедлительных решений. Однако до настоящего времени влияние антропогенных факторов на изменения русловых процессов и водную биоту городских водотоков, расположенных в зоне муссонного климата, всё ещё плохо изучено. Недостаточно разработаны методы и критерии оценки качества вод по химическим, микробиологическим и гидробиологическим показателям, что приводит к противоречивым результатам при комплексных исследованиях. Для устранения этих противоречий и понимания процессов, происходящих в городских водотоках, был инициирован проект по комплексному изучению изменений абиотических и биотических параметров вдоль русла в условиях антропогенного импакта. Знание закономерностей изменения речных экосистем в условиях стресса особенно важно для разработки стратегий по их восстановлению. В качестве модельного водотока выбрана малая река Вторая Речка, расположенная в центре агломерации Владивосток и протекающая через зоны с различным уровнем антропогенного импакта.

**PROBLEMS OF STREAM POLLUTION LOCATED
IN URBANIZED TERRITORIES AND WAYS OF SOLUTION
ON THE VTORAYA RECHKA RIVER EXAMPLE
(VLADIVOSTOK, PRIMORYE TERRITORY)**

T.S. Vshivkova^{1,2}, T.V. Nikulina¹, S.V. Klyshevskaya¹, K.A. Drozdov³, E.A. Zharikova¹

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: vshivkova@biosoil.ru

²Far Eastern Federal University, Russky Island, 10 Ajax Bay, Vladivostok, 690922, Russia. E-mail: vshivkova.tse@dvfu.ru

³G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: drovsh@yandex.ru

The problems of degradation of the Pacific Coast of Russia urban streams are of concern and require immediate solutions. However, to date, the influence of anthropogenic factors on changes in riverbed processes and the aquatic biota of affected watercourses located in the monsoon climate zone is still insufficiently studied. Methods and criteria for assessing water quality by chemical, microbiological and hydrobiological parameters are

not sufficiently developed, that leads to contradictory results in complex studies. In order to eliminate these contradictions and understand the processes occurring in streams under environmental pressure, a project was initiated to comprehensively study changes of abiotic and biotic parameters along the urban watercourse and identify the trend of these changes, that is important for the development of strategies for restoring streams in urbanized areas. The small river Vtoraya Rechka, located in the center of the Vladivostok agglomeration and flows through zones with different anthropogenic impact, was chosen as a model watercourse.

Введение

На протяжении всей истории люди селились в районах с высоким биоразнообразием – на морских побережьях, вдоль речных русел. В настоящее время в этих районах находятся крупнейшие городские центры, где биоразнообразие подвергается все большему риску из-за эскалации кумулятивных угроз.

Определение стратегий управления направленных на сохранение находящихся под угрозой исчезновения видов и ландшафтов в урбанизированных прибрежных областях и обеспечение эффективного управления и контроля над их осуществлением, становится первостепенной задачей (Kehoe et al., 2020).

Хотя площадь урбанизированных территорий составляет чуть более 1% суши, на них концентрируется более 45% населения мира, производится почти 80% ВВП, а выбросы в атмосферу составляют около 80%. Для таких территорий характерны в основном те же группы загрязнителей, что и в агро- или горнодобывающих районах: различные твёрдые отходы, газообразные выбросы в атмосферу, индустриальная пыль, хозяйственно-бытовые и промышленные стоки. Но существует важное отличие – чрезвычайная концентрация источников загрязнения и поллютантов на ограниченной территории и, как следствие, высокое негативное влияние на окружающую среду и здоровье населения. В нашей стране более 50 млн человек проживают в бассейнах малых рек, вода которых интенсивно используется на бытовые, жилищно-коммунальные нужды, для сельскохозяйственного и промышленного обеспечения. Подавляющее большинство городских водотоков воспринимаются жителями и муниципальными властями как место свалки, сброса загрязнённых вод, побережья часто используются под застройку. Вопрос ответственности за состояние малых рек в России до сих пор не решён, что является главным препятствием для осуществления охранных и восстановительных мероприятий.

В Приморском крае крупнейшим урбанизированным районом является п-ов Муравьева-Амурского, особенно его южная часть, где расположен центр агломерации Владивосток. На территории полуострова имеются как почти полностью деградированные реки (р. Вторая Речка, р. Объяснения), так и водотоки, которые практически не пострадали от деятельности человека. Для понимания гидрологических и биологических процессов, происходящих в речных экосистемах, находящихся в зоне антропогенного влияния, необходимо провести детальные исследования импактных и фоновых рек, выявить тренды изменений. Это важно для разработки эффективных стратегий по восстановлению городских водотоков. В качестве модельной деградированной речной экосистемы была выбрана р. Вторая Речка, расположенная в южной части п-ова Муравьева-Амурского в центре мегаполиса Владивосток.

Первые сведения о биоте и экологическом состоянии р. Вторая Речка известны из работ Богатова (1994); Саенко (2005); Засыпкиной (Шарый- оол) (2000); Медведь и Черепановой (2004). Затем, эти работы продолжились в рамках программ, направленных на развитие эффективных стратегий по охране пресных вод с привлечением

общественности (Вшивкова, 2006; Vshivkova et al., 2003, 2014, 2016; Morse et al., 2007). Исследования носили нерегулярный характер и охватывали в основном среднюю и нижнюю часть водотока, сборы водных организмов осуществлялись спорадически в 2007, 2014, 2016, 2017 годах, одновременно проводилась оценка основных абиотических параметров среды, периодически отбирались пробы на химический анализ. Результаты были опубликованы частично (Вшивкова и др., 2008, 2017; Мурашова и др., 2016).

Целью настоящей работы было комплексное изучение современного экологического состояния бассейна р. Вторая Речка, так как с 1990-х годов прошли значительные изменения в освоении территории с вектором, направленным в негативную сторону. Авторами инициирован долговременный комплексный проект «Ревитализация р. Вторая Речка» по всестороннему изучению биоты и эколого-санитарного состояния водотока. В перечень исследуемых параметров включены гидрологические, химико-микробиологические и гидробиологические характеристики воды и прибрежных почв вдоль руса реки от истока к устью, оценка степени нарушенности прибрежных территорий и лесного покрова, выявление источников загрязнения воды и почв, причин техногенных нарушений русла и других процессов, негативно влияющих на состояние реки и водоохранной зоны. Особенное внимание уделяется изучению биоразнообразия наземных и водных растений и животных, выявление и картирование редких и краснокнижных видов.

Район исследований

Полуостров Муравьева-Амурского расположен в заливе Петра Великого Японского моря, является самым крупным в Приморском крае; с запада омывается Амурским заливом, с востока – Уссурийским (координаты полуострова: 43°09' с.ш. 131°59' в.д.) (рис. 1). На полуострове расположена основная часть мегаполиса Владивосток. Длина полуострова по линии северо-восток–юго-запад составляет 35 км. На границе с материком (от бух. Тростниковой до бух. Муравьиной) ширина полуострова составляет 17 км, ширина южной части от Спортивной Гавани до бухты Тихая – 9 км. Площадь полуострова – 414 км². Рельеф представлен умеренно



Рис. 1. Полуостров Муравьева-Амурского и бассейн р. Вторая Речка (оконтурен красным эллипсом)

расчленённым низкогорьем и мелкосопочником. Относительные высоты местами превышают 300 м, абсолютные более 400 м (рис. 3). Высшая точка полуострова – Синяя Сопка, высотой 474 м над уровнем моря, находится в северной части. В южной части полуострова господствующая вершина – гора Варгина, высотой 458 м; остальные вершины не превышают высоты 400 м. (Полуостров Муравьева-Амурского, 2021).

Умеренно муссонный климат п-ва Муравьева-Амурского характеризуется хорошо выраженной контрастной сменой сезонных воздушных масс. Среднегодовая температура воздуха составляет $+6^{\circ}\text{C}$. Средние показатели температуры воздуха в августе $+19,8^{\circ}\text{C}$, в январе $-12,3^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков – 840 мм. Средняя скорость ветра во Владивостоке 6,0 м/с. Преобладающие направления ветра: северный (40%), южный (26%) и юго-восточный (14%). Средняя влажность 71% в год. На территории города в течение года преобладают дожди и туманы: 133 и 106 дней в году, соответственно. Большое количество снежных дней наблюдается в зимние месяцы, наибольшее число – в январе (24 дня). Среднее число снежных дней в году составляет 77 дней (Полуостров Муравьева-Амурского, 2021).

Флора и фауна полуострова разнообразна. Флора города, которая находится в южной подзоне смешанных хвойно-широколиственных лесов, включает больше 1000 видов сосудистых растений. Субтропические элементы местной флоры составляют 3% от общего числа видов, на маньчжурский дубравный комплекс приходится до 70%, на таёжный – 13%, на арктомонтанные растения всего 1% (Таранков, 1974; Воробьёв и др., 1966).

Лесными массивами покрыто около 260 км², или более 60% территории полуострова. Лес произрастает, в основном, на крутых склонах и склонах средней крутизны в центральной и северной, северо-восточной частях полуострова. В крупных долинах лес имеется лишь в водоохранных зонах водохранилищ и вдоль речных берегов, не затронутых вырубками или строительством. В составе древостоя преобладает дуб, липа, широко распространён клён, берёза, ясень, амурский бархат, маньчжурский орех и др. Почти 40% территории, прибрежные низменности и предгорья, южная часть полуострова заняты городской застройкой, промышленными зонами, частным сектором, дорогами, заболоченными лугами и пустырями. В числе наиболее распространённых видов растений – ясень маньчжурский, ильм японский, берёза плосколистная, ясень носолистный, робиния ложноакациевая, пузыреплодник калинолистный. Местами сохранились древние чернопихтарниковые леса, но в настоящее время преобладают вторичные: дубово-кленово-липовые, на островах – дубово-кленово-берёзовые, в долинах рек – ивняки, ильмовые и ясеновые леса. В лесах пригородной зоны произрастают кедровый орех, лещина, лесные ягоды, грибы, папоротник, черемша, лекарственные растения (Ворошилов, 1966; Урусов, 1993). В насаждениях города встречаются редкие виды, занесённые в Красную книгу России и Красную книгу Приморского края. Среди них: калопанакс семилопатный, мелкоплодник ольхолистный, груша уссурийская, абрикос маньчжурский. В зелёных насаждениях парков и садов можно встретить вишню сахалинскую и сливу ивовидную (Харкевич, Качура, 1981; Кожевников, 2002).

Около 50 гнездящихся видов птиц обитают в черте города, среди них: голуби, воробьи, чернохвостые чайки, белопоясный стриж, сорока, камчатская трясогузка, белобрюхая синица. В лесах водятся: ёж обыкновенный, уссурийский крот (могера), тундряная, крупнозубая и большая бурозубки. Из рукокрылых животных в летнее время и на пролётах отмечены: ночницы, бурый ушан, кожановидный нетопыр, двухцветный кожан, трубконосы. Из зайцеобразных – кустарниковый

заяц, из грызунов – летяга, белка обыкновенная, азиатский бурундук, полевая, лесная и домовая мыши, мышшь-малютка, серая и чёрная крысы, ондатра, красно-серая и дальневосточная полёвки. Хищники представлены енотовидной собакой, лисицей, барсуком, лаской, колонком, дальневосточным лесным котом. В реках и озёрах многочисленны и разнообразны пресноводные беспозвоночные. В прибрежных водах Владивостока встречаются: сельдь, корюшка, навага, камбала, терпуг, краснопёрка, пеленгас, а также мидии, трепанг, гребешки, осьминоги и крабы.

Экологическая обстановка на п-ве Муравьева-Амурского, особенно в южной части, оставляет желать лучшего. В «Рейтинге экологического развития городов России – 2014», составленном Минприроды России, Владивосток занял 69-е место среди 94 городов-участников. Ранее, в 2013 году, Владивосток занимал в данном рейтинге 45-е место среди 85 городов-участников. Во Владивостоке в 2014 наблюдался «повышенный» уровень загрязнения воздуха, содержание диоксида азота примерно вдвое превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК). Неблагополучное состояние воздуха объясняется большим количеством автотранспорта. Парковка автомобилей на проезжей части способствует загазованности воздуха, поскольку создаёт «пробки». В меньшей степени влияют выбросы производственных объектов, таких как, ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и др.

Для Владивостока, с трёх сторон омываемого морем, большой проблемой является высокое загрязнение окружающих его акваторий Амурского и Уссурийского заливов, пролива Босфор Восточный и, особенно, бухты Золотой Рог, которую в декабре 2013 года объявили самой грязной акваторией России. Так, по данным доклада об экологической ситуации в Приморском крае от 2014 года, поверхность бухты Золотой Рог была покрыта плавающим мусором и нефтяной плёнкой на 91–100%. При этом концентрация нефтяных углеводородов в воде снизилась, и теперь ПДК превышена в 1,5–2 раза. Биопланктон, обитающий в бухте, ядовит, употребление в пищу выловленной здесь рыбы бывает опасным. В 2015 году качество воды в бухте улучшилось до «умеренно-загрязнённой», а среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов снизилась до 1 ПДК (Золотой Рог, 2021).

Основными источниками загрязнения морских вод вблизи Владивостока являются промышленные и канализационные стоки города и других населённых пунктов, а также загрязнённые воды рек, впадающих в море поблизости. Исторически Владивосток развивался как город без очистных сооружений, в котором почти все стоки напрямую сливались в море. В 1990–2000-е годы лишь 2% сточных вод города подвергались очистке. В период подготовки Владивостока к проведению саммита АТЭС-2012 были построены три комплекса очистных сооружений и реконструирован четвёртый. В результате проектная мощность очистных сооружений выросла до 380 тыс. м³ в сутки (Северные очистные – 50 тыс. м³ в сутки, Центральные – 160 тыс. м³ в сутки, Южные – 160 тыс. м³ в сутки, на о. Русском – 10 тыс. м³ в сутки). В 2013 году очистке подвергались лишь 30% стоков города, в 2016 – около 85% (Полуостров Муравьева-Амурского, 2021).

Владивосток расположен в южной части п-ва Муравьев-Амурского, его селитебная зона и прилегающие дачно-садовые районы занимают около трети территории, остальная часть полуострова покрыта лесами. Общая площадь земель лесного фонда Владивостокского городского округа (вместе с прилегающими островными территориями) по данным сайта администрации Владивостока на конец первого десятилетия XXI в. составила 54,5 тыс. га, в том числе лесопокрытия – 47,4 тыс. га. Под земли рекреационного назначения отведено 3517 га. В ведении Владивостокского лесничества на материковой части Владивостокского городского

округа находится 17,3 тыс. га лесов, которые по целевому назначению относятся к защитным. Около 39% их площади приходится на лесопарковые зоны (Полуостров Муравьева-Амурского, 2021). В последние годы отмечается возрастающее использование пригородных лесов и рекреационных территорий под застройку. Кроме того, в связи с увеличением у населения высоко проходимых транспортных средств все большие площади лесов, ранее мало доступные, охватываются рекреацией. В результате происходит как прямое изъятие земель, так и деградация зеленых массивов, не подготовленных для массового посещения горожан. Вследствие этого ухудшается санитарное состояние лесов, снижается их эстетическая привлекательность и экологическая ценность ландшафтов в целом. Существенно снижается защитная роль лесов как живого фильтра и «легких» воздушной среды города (Лесохозяйственный регламент, 2021).

Первые наиболее полные описания растительности вышеуказанного полуострова были выполнены А.Ф. Будищевым в 60-х годах XIX века (по: Манько, 2011). Они свидетельствуют о первозданной красоте и богатстве девственных хвойно-широколиственных лесов полуострова. Полуторавековая история их хозяйственного освоения и эксплуатации значительно изменила облик растительности и ландшафта в целом. Следует заметить, что городскими властями старого Владивостока (1875–1922 гг.) многократно принимались регламентирующие и природоохранные акты по сохранению лесных богатств полуострова от хищнического уничтожения, особенно ярко выраженного в первые десятилетия строительства порта и административного центра Владивосток. Усилия эти не пропали даром, на что косвенно указывают данные последнего по времени детального исследования лесной растительности полуострова, проведенного сотрудниками отдела леса Биолого-почвенного института ДВО РАН в самом конце XX в. (Прохоренко, 1999). Результаты выполненных работ и составленная по ним крупномасштабная геоботаническая карта свидетельствуют, что леса полуострова и в настоящее время в определенной мере сохраняют свое видовое и типологическое разнообразие. Они представлены 11 условно коренными и устойчиво производными типами леса, относящимися к 4 формациям: чернопихтово-широколиственных, кедрово-широколиственных, ильмово-ясеневых и дубовых лесов. К концу первого десятилетия XXI в. на территории Владивостокского лесничества, согласно данным Лесного плана Приморского края, площадь под хвойными породами составляла 81,4 тыс. га, мягколиственными – 46,3 тыс. га, твердолиственными – 232,6 тыс. га. Как среди твердолиственных пород, так и в целом по полуострову, самые обширные лесные площади заняты дубняками – 204,5 тыс. га (Максимова, Голубева, 2010; Лесной кодекс РФ, 2006).

Речная сеть п-ва Муравьева-Амурского (включая о. Русский) представлена в основном малыми и самыми малыми водотоками, длина которых не превышает 10 км (исключение – р. Песчанка и р. Богатая). Всего на полуострове около 350 рек и крупных ручьев, большинство из которых, особенно в верхней части, представляют собой ненарушенные водотоки с водой первой категории; некоторые их участки расположены на территории ООПТ местного значения. Часть водотоков, особенно расположенных в пределах Владивостока и Артема, подвергались антропогенным воздействиям на протяжении всего времени освоения территорий. Особенно пострадали р. Объяснения, Первая и Вторая Речки, экосистемы которых практически на всем протяжении деградированы в различной степени. Пригородные водотоки нарушены, в основном, в нижних частях русел (Полуостров Муравьева-Амурского, 2021).

Гидрологический режим водотоков полуострова характеризуется неравномерными расходами воды в течение года, с пиками в летнее время. Во время паводков наблюдаются резкие подъёмы и спады уровней воды. На реках Богатая и Пионерская построены водохранилища. Многие речки и ручьи, протекающие в черте города Владивостока, упрятаны в железобетонные лотки. Речная сеть полуострова хорошо развита, но в ходе его освоения многократно претерпевала многочисленные как мелкие, так и крупные изменения (создание водохранилищ) (Полуостров Муравьева-Амурского, 2021).

Река Вторая Речка. Река берет начало у западных подножий водораздельных гор с бассейном р. Большая Пионерская, путём слияния трёх водотоков, истоки которых расположены на высотах 352,5, 431,2 и 426,7 м. Протекает по п-ву Муравьева-Амурского с востока на запад, впадая в бухту Кирпичный Завод (Амурский Залив) между мысом Фирсова и мысом Калузина. Река Вторая Речка – одна из основных малых рек полуострова. Длина – 6,15 км, площадь бассейна – 16,1 км², сумма длин притоков 25,5 км, густота речной сети – 1,97 км/км². Средний уклон русла – 39%; средневзвешенный уклон – 265%; уклон водосбора – 161%. Максимальные расходы воды: $Q_{1\%ВП} - 407 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{2\%ВП} - 326 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{3\%ВП} - 289 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{10\%ВП} - 155 \text{ м}^3/\text{с}$. Средняя многолетняя норма стока $Q_{\text{норма}} - 0,046 \text{ м}^3/\text{с}$; средняя многолетняя норма стока 95% обеспеченности $Q_{95\%ВП} - 0,021 \text{ м}^3/\text{с}$ (Кожевникова, 2021).

Почти весь бассейн занят инфраструктурой города Владивостока, за исключением незначительного участка в верховьях реки. Ранее на этих землях произрастала густая древесная растительность, не сохранившаяся к настоящему времени. Долина реки шириной 2–3 км, имеет западное направление и вытянутую форму в сторону Амурского Залива. Бассейн Второй Речки имеет длину 4–5 км, граничит на севере с бассейнами малых рек, впадающих в Амурский Залив, и имеющих площади водосборов до 1,5 км², а на юге – с водоразделом бассейна р. Первая Речка. Склоны долины реки изрезаны распадками, по дну которых протекают водотоки, различной протяженности, несущие воды в основное русло. Перепад высот от дна до верха распадков в среднем 20 м. В связи с городской застройкой, местность сглажена, часть распадков и оврагов засыпана. Дно долины шириной 0,5 км с почти повсеместно обрывистыми склонами, затапливается почти на всю ширину при прохождении паводков. Берега обрывистые, высотой до 1 м, сложены размываемыми грунтами: суглинки с большим (до 40%) содержанием песка, гальки, гравия. Русло почти на всем протяжении шириной от 0,5 до 3 метров (в расчетном створе до 5 метров). На устьевом участке оно увеличивается до 10–12 метров. Дно песчано-галечное с примесью гравия, засоренное бытовыми отходами. Русло слабоизвилистое, на значительном протяжении канализовано, перекрыто железнодорожными, автодорожными мостами и пешеходными переходами. Только на устьевом участке (на протяжении 0,6 км) и в верховьях река протекает в относительно естественных условиях. В среднем течении реки почти на всём протяжении русло канализовано – укреплено железобетонными лотками с высокими (3–4 м) боковыми стенами, практически не переливаемыми в паводки вертикальными стенками и железобетонными плитами. Перелив вод за стенки лотка происходит только в катастрофические по водности годы и только в районе моста на просп. 100-летия Владивостоку из-за возникающих перед мостом подпорных явлений. В теплое время года наблюдается 6–8 паводков, вызванных интенсивными продолжительными дождями. Дождевые паводки всегда сопровождаются выходом воды на пойму. Продолжительность паводков не составляет более недели. Амплитуда колебания уровня воды – 3–3,5 м. Наибольшие паводки наблюдаются в июле–сентябре и начале октября. Меженный период не

выражен во времени. Он наступает в среднем через неделю после прохождения очередного паводка и продолжается до выпадения очередных продолжительных ливней, в среднем 20–30 дней. В засушливые годы река может сильно мелеть и даже пересыхать некоторых участках. Первые ледовые явления в виде заберегов появляются с середины ноября, установление ледяного покрова – в декабре. Наибольшая толщина льда редко превышает 1 м и наблюдается перед вскрытием в начале весны. Зимний водный режим характеризуется пониженной водностью. Нередко на отдельных участках русла наблюдается перемерзание водотока: в истоковой части (станция 1), в районе станции 2 происходит образование наледей, высота которых не более 1 м. Как правило, наледи образуются в период с февраля и до наступления таяния льда и снега весной (Кожевникова, 2021).

Истоковый участок реки находится вне городской инфраструктуры и практически не испытывает антропогенного воздействия, средняя и нижняя часть водотока, находится в урбанизированной зоне, в сфере влияния антропогенного импакта разного уровня. В средней части русло, укрепленное железобетонными лотками, с высокими (до 3,0 м) бортами, практически полностью пропускает воды реки в различные периоды водного режима. Часть логов – притоков реки перекрыты, засыпаны, вода с них отведена в городскую ливневую канализацию. В реку дополнительно отводятся ливнестоки с территории города по ливневой канализации, сбросы вод из подвалов и очищенных вод с предприятий. Поэтому водный режим несколько изменен: продолжительность и водность единичных паводков несколько больше расчетной. Высота паводковой волны ниже, а время стояния высокой воды больше. Ледовый режим также претерпел изменения в основном из-за промышленных сбросов в течение всего зимнего периода (Кожевникова, 2021).

В прежние годы в реке нерестились лососёвые рыбы, долина была покрыта лесом, река была достаточно глубока, устье имело глубину около двух метров. В долине реки водились кабаны, олени и птицы. В 1965 году русло Второй Речки было забетонировано, в него вывели городские канализационные трубы. В результате урбанизации территории бассейна, река постепенно деградировала, качество её вод катастрофически ухудшилось.

Материалы и методы

Нарушения лесного покрова в водоохранной зоне р. Вторая Речка определялись на основе материалов, проанализированных с 2017 по 2019 гг. с помощью методов дистанционного зондирования Земли. Для проведения исследования были выбраны картографические данные со спутника Landsat-8 (NASA, USGS) (<https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8>). Для оценки состояния водоохранных зон водотоков полуострова Муравьева-Амурского были составлены две базы полигонов в программе SasPlanet (2010) на основе снимков за 20 января 2017 года и 1 октября 2019 года.

Карта-схема бассейна реки и расположение станций отбора проб приведены на рисунке 2, морфометрические характеристики сведены в таблице 1. Измерения параметров среды проведены по стандартным методикам (Вшивкова и др., 2019) во время отбора проб 1-й серии, осуществлённой 23 октября 2020 года. Топографические данные бассейна реки представлены на рисунке 3. Описание химико-микробиологических методов отбора и анализа проб почв и воды и гидробиологических методов приведены в соответствующих статьях настоящего сборника (Вшивкова и др., 2021, наст. сб.; Жарикова и др., 2021, наст. сб.; Никулина и др., 2021, наст. сб.).



Рис. 2. Схема расположения 7 станций вдоль русла р. Вторая Речка (<https://www.google.ru/maps/@43.1623946,131.9439749,14z>)

Таблица 1

Координаты, температура воды и морфометрические характеристики р. Вторая Речка

Координаты и параметры среды	Станции отбора проб						
	1	2	3	4	5	6	7
Широта, N	43.16925	43.16841	43.16584	43.16539	43.16422	43.16222	43.1605
Долгота, E	131.97417	131.96504	131.94749	131.92310	131.91317	131.90927	131.90596
Расстояние от истока (км)	0,25	1,2	2,5	3,5	5,5	5,9	6,15
Высота над у.м. (м)	196	94	60	37	6	5	1
Тип долины	V-образ- ный	лоткооб- разный; русло свободное	лоткооб- разный; берега покрыты габионами	лоткооб- разный; русло ка- нализова- но, в бе- тонном рукаве	лоткооб- разный; русло частично свобод- ное	лоткооб- разный; русло свобод- ное	устьевая часть; русло свобод- ное
Порядок водотока	1	3	3	4	4	4	4
Ширина русла (м)	1,1	2	2,8	4	4,7	11	10–12
Площадь сечения (м²)	0,026	-	0,28	-	0,47	3,89	>3,0
Средняя глубина	0,024	~0,05	0,1	0,1	0,1	0,35	~0,3
Скорость течения (м/с)	0,24	0,28	0,32	0,35	0,38	0,05	0,05
Расход воды (м³/с)	0,00624	-	0,089	-	0,18	0,19	-
t воды, С°	6–7	7	11	11	13	12	13
t воздуха, С°	8–10	10	14	13	12	12	12
Время отбора проб	12:00– 13:40	пробы не отбира- лись	13:50– 14:15	пробы не отбира- лись	15:30– 16:30	14:30– 15:20	пробы не отбира- лись

Результаты исследований

В 2020 г. совместными усилиями учёных ДВО РАН, преподавателей и студентов ВГУЭС и ДВФУ начата программа экологических исследований в рамках проекта «Ревитализация реки Вторая Речка», включающая изучение почв, химико-микробиологических характеристик окружающей среды (почвы и воды), прибрежной растительности, и водной биоты (перифитона и зообентоса) в бассейне реки.

Исследования проводились на 7 станциях, расположенных вдоль русла модельного водотока (рис. 2). Для каждой станции измерялись следующие параметры: координаты (приведены в формате DD.DDDDD, десятичные градусы); расстояние от истока, высота над уровнем моря, тип долины и степень зарегулированности русла; порядок водотока (по Хортону-Штралеру); ширина русла; площадь сечения; средняя глубина; скорость течения; расход воды; температура воды и воздуха; время отбора проб (табл. 1). Расход воды вычисляли по формуле $Q = V \cdot x \cdot w$ (V – скорость течения, м/с; w – площадь водного сечения русла, м²). Составлены эпюры поперечного сечения русла для станций 1, 3, 5 и 6 (рис. 5). Фотографии мест отбора проб приведены на рисунке 4 (а–ж).

Характеристика условий среды на станциях

Станция 1 (рис. 4а). Верховье левого составляющего истока р. Вторая Речка (140 м ниже точки истока). Зона эрозии. Гипокреналь. Каменисто-галечный грунт с крупными валунами, некоторые из них покрытые мхом. Берега крутые, до 7–8 м покрыты широколиственными деревьями и кустарником, изредка хвойные. Русло на участке отбора проб хорошо освещено, выше по течению затенено кронами деревьев. Условия среды близки к естественным. Станция расположена в 60 м выше автомоста Артём–Патрокл, и тоннеля, в который втекает ручей. В русле водотока отмечены автомобильные шины, пластик, ветошь, строительный материал (замусоривания в предыдущие годы наблюдений на этом участке не наблюдалось). Вблизи построено здание, напоминающее склад, прилегающая огороженная площадка заходит в границы водоохраной зоны (в 2017 году этих построек не было).

Станция 2 (рис. 4б). Расположена в 1200 м ниже от ст. 1, в районе ЖК «Восточный луч». Зона эрозии. Эпиритраль. Дно каменисто-галечное, гравий, песок. Берега высотой до 1,5–2 м. Водоток полностью освещен, по берегам трава и редкий кустарник, лесной покров сведён. В водоохраной зоне находятся технические строения, мост второстепенной автомобильной дороги пересекает русло реки. Отмечен строительный мусор, пластик.

Станция 3 (рис. 4в). Микрорайон «Снеговая падь». Зона эрозии. Метаритраль. Дно каменисто-галечное с песчаными и заиленными полями. Русло полностью освещено. Прибрежная древесная растительность сведена. Пологие берега затянуты габионами. Река протекает в урбанизированном районе с плотной многоэтажной

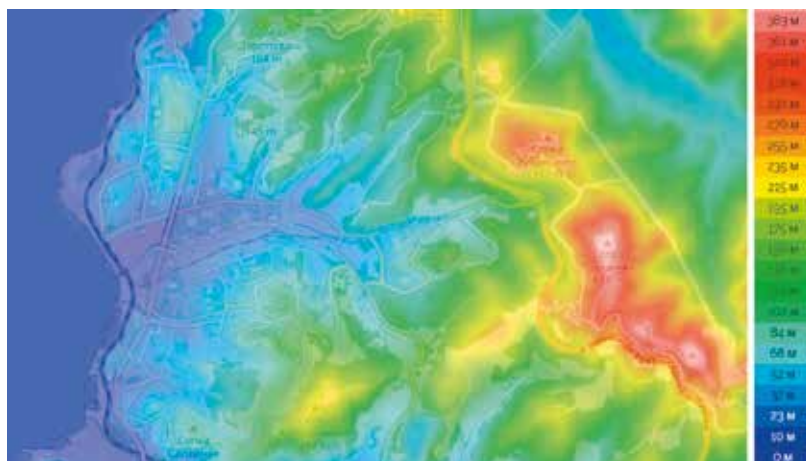


Рис. 3. Топографическая карта бассейна р. Вторая Речка (<https://ru-ru.topographic-map.com/maps/ethv/>)

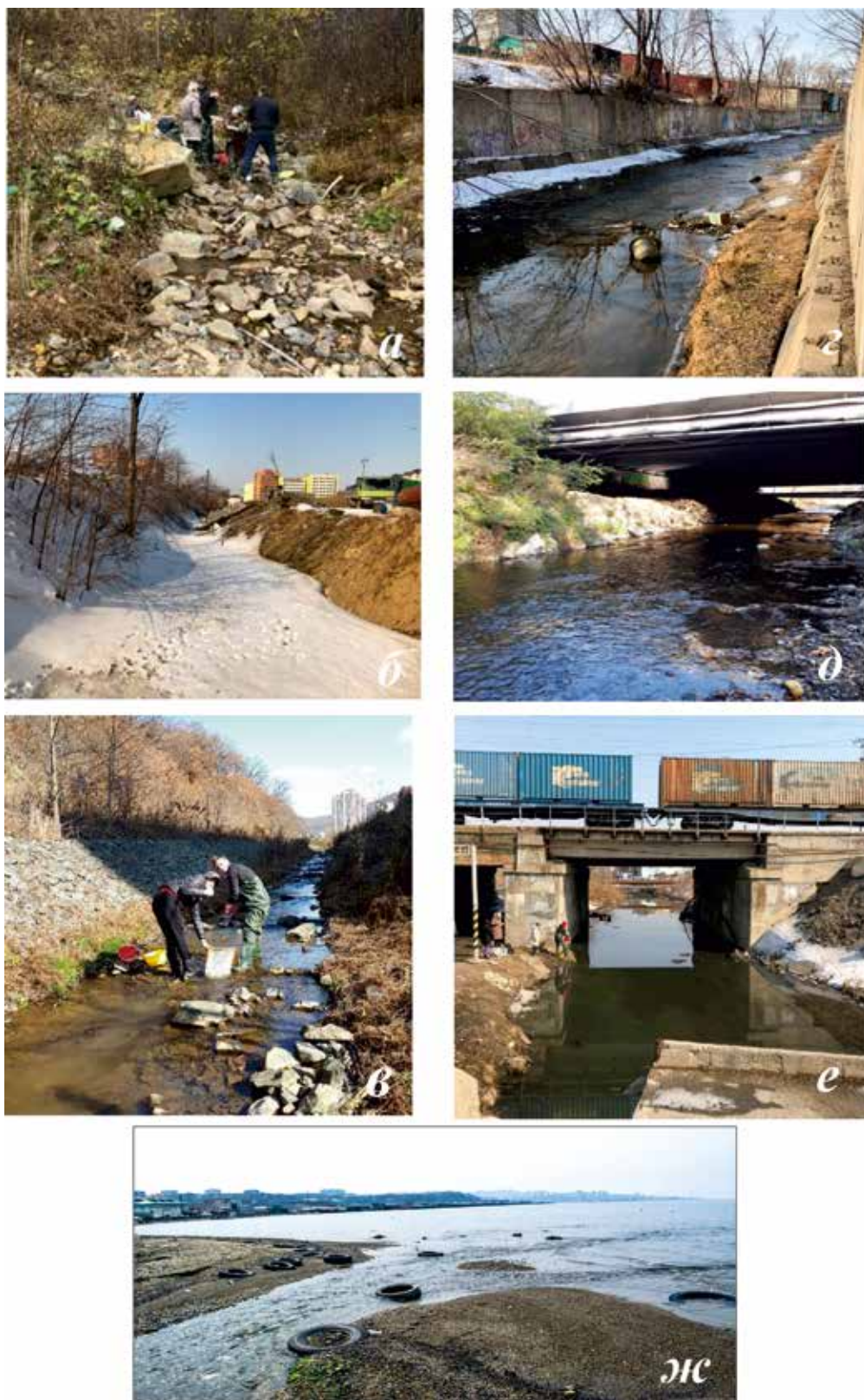


Рис. 4. Фотографии мест отбора проб: а – станция 1, б – станция 2, в – станция 3, г – станция 4, д – станция 5, е – станция 6, жс – станция 7

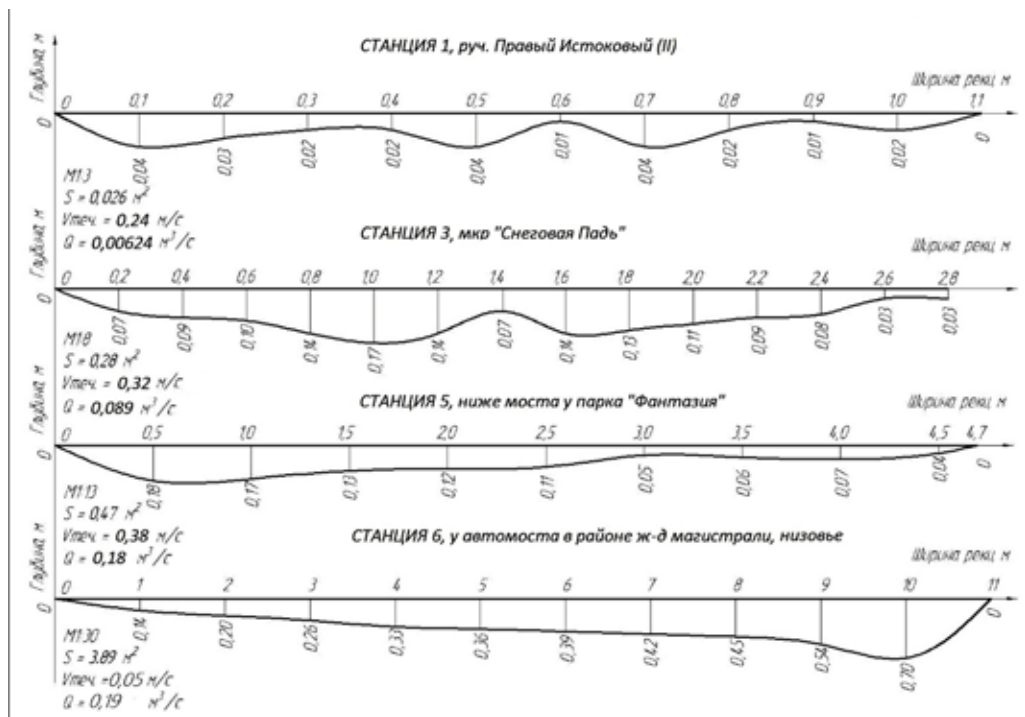


Рис. 5. Площади поперечного сечения русла на 4-х станциях р. Вторая Речка

застройкой, русло спрямлено; в водоохраной зоне ведутся строительные работы. Замусоривание умеренное, в русле и по берегам – изредка ветошь, пластик, пустые стеклянные и металлические ёмкости. Отмечен слабый болотный запах.

Станция 4 (рис. 4г). Расположена напротив храма Кирилла и Мефодия (ул. Бородинская, 20). Зона эрозии. Метаритраль. Русло протекает в бетонном лоткообразном рукаве с высотой стен до 3 м. Дно каменисто-галечное с илистыми фракциями и микробиально-водорослёвыми «космами». Редкие широколиственные деревья за пределами бетонного рукава. В русле – ветошь, пластик, стеклянные и пластиковые бутылки.

Станция 5 (рис. 4д). Расположена ниже моста трассы А-370 в районе парка «Фантазия» и автобусной остановки «Парк Победы». Зона эрозии. Метаритраль. Дно каменисто-галечное с илистыми фракциями и микробиально-водорослёвыми «космами». Берега пологие, редкие широколиственные деревья; травянистая растительность. Русло свободное, что можно использовать для восстановления прибрежной территории. По берегам в водоохранной зоне расположены различные технические постройки, автостоянки. В районе станции и выше по течению видны выходы действующих канализационных труб. Ощущается неприятный сероводородный запах. Берега и русло сильно замусорены: пластик, стекло, фрагменты строительного мусора.

Станция 6 (рис. 4е). Расположена в 20 м выше ж/д моста. Зона седиментации. Гипоритраль. Дно выстлано тонким верхним слоем сероватого ила, покрывающим нижний чёрный; толщина мягких осадков до 15–20 см. Под мягкими осадками твёрдый песчанистый субстрат. Высота берегов до 1–1,5 м. Скорость течения очень слабая. По берегам травянистая растительность с редкими ивами. Ощущается резкий запах сероводорода и гниющей органики, у заберегов изредка слабые нефтяные разводы. В районе станции и выше в 4 местах отмечены выходы труб, из которых

в реку поступает вода с резким фекальным запахом. Берега сильно замусорены бытовым мусором, встречаются автошины.

Станция 7 (рис. 4ж). Расположена в 20 м выше устья ниже железнодорожного моста. Зона седиментации. Гипоритраль. Дно песчанистое. Берега пологие, глинисто-песчаные, покрыты травянистой растительностью; в отдалении – редко ивы. Берега замусорены различными бытовыми отходами.

*Выявленные нарушения законодательства в области
водоохранной зоны р. Вторая Речка*

За исключением истоковой зоны, бассейн реки целиком расположен в пределах городской инфраструктуры и подвержен многочисленным экологическим нарушениям. Особенно сильные нарушения происходят в последние 5 лет. С помощью методов дистанционного зонирования Земли было проанализировано состояние водоохранной зоны в период с 2017 по 2019 годы (табл. 2). В таблице показана доля нарушенных территорий в верхней, средней и нижней частях бассейна по отношению к общей площади нарушений в 2017 и 2019 гг., приведены данные по приросту нарушений за этот период. Общий прирост нарушенных территорий за указанный период составил 20 452,08 м². Прирост нарушенных территорий на различных участках реки составил: более 50% – в верхней части водоохранной зоны, около 30% – для средней, и почти 13% – для нижней части. К сожалению, наиболее интенсивно начинает осваиваться верхняя часть бассейна.

Таблица 2

Нарушения водоохранной зоны р. Вторая Речка в период с 2017 по 2019 гг.

Год	Площади территорий водоохранной зоны (м ²)				
	Нарушенные территории в различных частях водоохранной зоны			Общая площадь нарушений	Ненарушенные территории
	верхняя часть	средняя часть	нижняя часть		
2017	83 862,41 (21,7%)	125 691,75 (32,5%)	177 384,75 (45,8%)	386 938,9	258 561,1
2019	95 223,11 (23,4%)	132 117,56 (32,4%)	180 050,32 (44,2%)	407 390,99	238 109,01
Прирост нарушенных территорий в м ²	11 360,7	6 425,81	2 665,57	20 452,08	–
Прирост нарушенных территорий в %	55,55%	31,42%	13,03%	–	–

В 2020 и 2021 годах строительство в бассейне реки стало ещё более активным, сводятся лесные насаждения, происходят нарушения русловой морфологии, строительство ведётся в водоохранной зоне, игнорируются Административный, Водный и Лесной Кодексы.

Пути решения проблемы

Проблему деградации речных экосистем в пределах урбанизированных территорий невозможно решить только силами общественности и без комплексной перестройки всей системы городского хозяйствования. Необходимы большие финансовые вложения, а также совместные согласованные действия федеральных,

региональных и муниципальных властей, специалистов различных профилей: архитекторов, инженеров, экономистов, экологов; чрезвычайно важно участие широких слоёв общественности. Первый шаг в алгоритме действий – создание экономически продуманной программы, определение главных и второстепенных участников проектов, разработка последовательных мер по ревитализации, оздоровлению всей территории, на которой расположена столица дальневосточного региона России – Большой Владивосток.

Такая программа должна основываться на современных методах охраны среды, внедрении малоотходных технологий и производств, эффективных способов по сбору, утилизации и переработке ТБО, должна учитывать принципы демографической ёмкости территории. Необходимо проведение экологического зонирования территории мегаполиса, выделение зон с различной антропогенной нагрузкой. На относительно ненарушенных территориях хозяйственная деятельность должна быть запрещена или вестись предельно осторожно, деградированные территории следует восстанавливать: озеленять и рекультивировать. В градостроительстве при рекультивации по существу создают вторичные экосистемы: восстанавливают ландшафты, вовлекаемые в техногенное использование, но в новом качестве. Такие ландшафты после реставрации могут быть включены в компенсационные зоны экологического каркаса района в качестве, например, экологических парков, малых ООПТ в пределах урбанизированной территории. Такие решения принимаются на уровне инженерно-экологического зонирования территории.

Для эффективного содержания городских водоемов, должна производиться систематическая очистка их ложа и воды, что сокращает риск размножения вредных насекомых и бактерий, предотвращает попадание поверхностного стока и загрязненных вод в более крупные реки, в морскую акваторию. Для поддержания экологической чистоты нужно обеспечить эффективную деятельность организаций, ответственных за техническую эксплуатацию территорий. В бассейнах водотоков и водоёмов следует выявить источники загрязнения как точечные, так и диффузные, выявить ответственных и требовать исполнения положений соответствующих природоохранных законов.

Финансирование такой масштабной деятельности может осуществляться путём создания экологических фондов для восстановления окружающей среды. Формирование экологических фондов может идти за счет средств, поступающих в виде платы за нормативные и сверхнормативные (лимитные и сверхлимитные) выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов, другие виды загрязнения; сумм по искам о возмещении вреда, штрафов за экологические правонарушения; средств от реализации конфискованных орудий охоты, рыболовства, незаконно добытой с их помощью продукции; пожертвований от юридических и физических лиц, которые зачисляются на специальные счета. Большую помощь может оказывать общественность, выступая в роли волонтеров по обследованию территорий, картированию загрязнений, участвуя в различных восстановительных мероприятиях (Вшивкова и др., 2013; Вшивкова, 2014, 2016; Вшивкова, Раков, 2015).

Заключение

Как показывают многочисленные мировые примеры восстановление городских рек и сохранение биоразнообразия в сильно урбанизированных районах не является безнадежным делом, но требует стратегического планирования, внимания

к управлению и крупномасштабных инвестиций (Kehoe et al., 2020). Необходима интеграция прибрежных территорий в архитектурно-ландшафтный каркас города, проведение мероприятий по восстановлению экологического состояния не только водных объектов, но и наземных территорий, создание городских рекреационных пространств. Мировая практика уже показала позитивные примеры возрождения городских рек в азиатских и европейских городах. Особенно популярным сейчас становится тренд «river as in nature» – восстановление рек в максимальном приближении к естественным природным образцам (Вахрушева, 2020). Положительные примеры восстановления урбанизированных территорий можно легко найти из опыта азиатских стран-соседей: Япония, Китай, Сингапур, Южная Корея (Revitalizing..., 2021), в западных странах (European Centre..., 2021). Большую роль в таких восстановительных и охранных действиях принимает общественность.

Для восстановления наших городских рек нам остаётся только последовать положительным примерам, а власти – принять политическое решение и объединить усилия всех.

Благодарности

Выражаем искреннюю благодарность Пекарскому М.В. и Мурашовой К.А. (магистры, ВГУЭС) за участие в сортировке материала, Пекарскому М.В. также за проведение оценки нарушения лесного покрова в водоохранной зоне р. Вторая Речка методами спутникового зондирования; Полозенко К.В. (студентка ВГУЭС, 3 курс) – за подготовку расчётов и графических работ по описанию поперечного сечения реки; благодарим Чебан Д.С., Невельскую В.П., Сазонова Е.О., Чернышова И.В., Попову А.Н. (студенты ВГУЭС, 3 курс) за участие в отборе и камеральной обработке материала I серии; группу студентов ВГУЭС (3 курс): Аркатову А.А., Еланцеву А.И., Куйдину А.В., Плискунову А.В., Полозенко К.В., Рянину П.И. за участие в первичной сортировке материала I серии.

Исследование выполнено в рамках проекта «Ревитализация Второй Речки» (научно-общественный модельный проект по решению проблем загрязнения городских водотоков на примере р. Вторая Речка), поддержанного грантом Альянса общественных организаций «Экодело» (руководитель к.б.н. Жарикова Е.А.) и Фондом Президентских грантов (грант № 19–2–023124 «Развитие системы общественного экологического мониторинга атмосферы и гидросферы в Приморском крае», руководитель к.ф.-м.н. П.А. Салюк).

Литература

- Богатов В.В. 1994. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 218 с.
- Вахрушева К.В. 2020. Как реке жить в городе: естественные берега водоемов входят в моду // Беллона. № 78. С. 38–41.
- Воробьев Д.П., Ворошилов В.Н., Горовой П.Г., Шретер А.И. 1966. Определитель растений Приморья и Приамурья. М.; Л.: Наука. 491 с.
- Ворошилов В.Н. 1966. Флора советского Дальнего Востока. М: Наука. 478 с.
- Вишкова Т.С. 2006. Биологический мониторинг: принципы, методы, организация. // Проблемы экологии, безопасности жизнедеятельности и рационального природопользования Дальнего Востока и стран АТР: материалы II Международной конф. Владивосток: ДВПИ. С. 108–112.
- Вишкова Т.С., Круглик И.А., Голотин В.А., Щеголева Е.В. 2008. Оценка экологического состояния по показателям макрозообентоса реки Вторая Речка (бассейн Амурского залива) // Исследования мирового океана: материалы Международной научн. конф. Владивосток: ДальРыбВТУЗ. С. 95–97.

- Вшивкова Т.С., Стриблинг Д.Б., Флатмерш Д.Е. 2013.** Международные инициативы по охране пресноводных ресурсов в регионе Восточной и Северо-Восточной Азии // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы Международного научно практического форума, (Хабаровск, 25–26 окт. 2012 г.). Хабаровск: ТОГУ. С. 438–441.
- Вшивкова Т.С. 2014.** Проблемы наших рек и водоёмов: кто в ответе за их состояние? // Природа без границ: материалы VIII Международного экологического форума. Владивосток: ДВФУ. С. 97–104.
- Вшивкова Т.С., Раков В.А. 2015.** Проблемы охраны поверхностных вод в Приморском крае: что делать? // Природа без границ: материалы IX Международного экологического форума. Ч. 2. Владивосток: ВГУЭС. С. 39–46.
- Вшивкова Т.С. 2016.** Проблемы загрязнения городских водотоков // Экологические проблемы природопользования и охрана окружающей среды в Азиатско-Тихоокеанском регионе: среды жизни, их охрана и восстановление. Владивосток: Изд-во ВГУЭС. С.125–135.
- Вшивкова Т.С., Сибирина Л.А., Гладкова Г.А., Клышевская С.В., Дроздов К.А. 2017.** Комплексные исследования экологического состояния бассейна р. Вторая Речка (полуостров Муравьева-Амурского, Приморский край) // Природа без границ: материалы XI Международного экологического форума. Владивосток: МГУ им. Г.И. Невельского. С. 76–78.
- Вшивкова Т.С., Иваненко Н.В., Якименко Л.В., Дроздов К.А. 2019.** Введение в биомониторинг пресных вод: учебное пособие. Владивосток: Изд-во ВГУЭС. 240 с.
- Вшивкова Т.С., Никулина Т.В., Дроздов К.А., Иваненко Н.В., Сазонов Е.О., Чернышов И.В. 2021.** Оценка экологического состояния р. Вторая Речка по показателям макрозообентоса // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. С. XX–XX.
- Жарикова Е.А., Клышевская С.В., Попова А.Н., Вшивкова Т.С., Иваненко Н.В. 2021.** Экологическое состояние вод, донных осадков и почв долины р. Вторая Речка (по химическим и микробиологическим показателям) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. С. XX–XX.
- Засыпкина М.О. (Шарый-оол М.О.). 2000.** Оценка качества воды пресноводных водоемов по гидробиологическим показателям на примере реки Вторая речка // Реферат (рукопись). Владивосток. 20 с.
- Золотой Рог (Владивосток)** [<http://worldgonessour.ru/stati/8555-zolotoy-rog-vladivostok.html>; 12.05.2021].
- Кожевников А.Е. 2002.** Перечень объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Приморского края. Растительный мир. Владивосток: Апостроф. 24 с.
- Кожевникова З.Д. 2020.** Река Вторая Речка [https://primogoda.ru/articles/reki_primorya/reka_vtoraya_rechka; 07.11.2020].
- Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N200-ФЗ (ред. от 27.12.2018) РФ.** Статья 87. Лесохозяйственный регламент // СПС «КонсультантПлюс» [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/8e5f7a01dac4fc52d5869c72e2b40c6a9dd21c46/; 12.05.2021].
- Лесохозяйственный регламент Владивостокского лесничества на 2011–2019 гг:** утвержденный приказом департамента лесного хозяйства Приморского края от 20.03.2017 № 404 // Официальный сайт Администрации Приморского края и органов исполнительной власти Приморского края [<http://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/forestry/docs.php>; 12.05.2021]
- Максимова В.Ф., Голубева Е.И. 2010.** Особенности лесов приморской зоны Восточного Сихотэ-Алиня // Вестник МГУ. Сер. 5. № 2. С. 53–57.
- Манько Ю.И. 2011.** Лесное дело на российском Дальнем Востоке (1859–1922). Владивосток: Дальнаука. 383 с.
- Медведь В.А., Черепанова М.В. 2004.** Экологический мониторинг сообществ диатомовых водорослей – индикаторов органического загрязнения воды (на примере водоемов городов Южного Приморья) // Проблемы экологии и рационального природопользования Дальнего Востока: материалы Региональной конф. молодых ученых. С. 124–127.
- Мурашова К.А., Пекарский М.В., Вшивкова Т.С., Иваненко Н.В., Клышевская С.В., Дроздов К.А. 2016.** Проблема загрязнения городских водотоков на примере реки Вторая Речка (Владивосток, Приморский край) // Природа без границ: материалы X Международного экологического форума. Владивосток: ДВФУ. С. 209–213.
- Никулина Т.В., Вшивкова Т.С., Чебан Д.С., Невельская В.П. 2021.** Оценка состояния вод р. Вторая Речка по данным анализа перифитонных диатомовых сообществ (Владивосток, Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. С. XX–XX.
- Полуостров Муравьева-Амурского** // Википедия [https://ru.wikipedia.org/wiki/Полуостров_Муравьева-Амурского; 12.05.2021]

- Прохоренко Н.Б. 1999.** Растительный покров полуострова Муравьев-Амурский: Автореф. дис. канд. биол.наук: 03.00.05. Владивосток, 24 с.
- Саенко Е.М. 1995.** Особенности гидробиологического режима малой предгорной р. Вторая Речка (г. Владивосток) в условиях катастрофических природных явлений // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем: тезисы докладов конф. молодых учёных, Владивосток, ТИНРО-центр, 17–18 мая 1995. С. 75–76.
- Таранков В.И. 1974.** Микроклимат лесов Южного Приморья. Новосибирск: Наука. 225 с.
- Урусов В.М. 1993.** Структура разнообразия и происхождение флоры и растительности юга Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 129 с.
- Харкевич С.С., Качура Н.Н. 1981.** Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана. М.: Наука. 234 с.
- European Centre for river restoration. 2021** [<https://www.ecrr.org/>; 12 мая 2021].
- Kehoe L.J., Lund J., Chalifour L., Ye. Asadian, Balke E., Boyd S., Carlson D., Casey J.M., Connors B., Cryer N., Drever M.C., Hinch S.G., Levings C., MacDuffee M., McGregor H., Richardson J., Scott D.C., Stewart D., Vennesland R.G., Wilkinson C.E., Zevit P., Baum J.K., Marti T.G. 2020.** Conservation in heavily urbanized biodiverse regions requires urgent management action and attention to governance // Conservation Science and Practice. 3: e310. 15 p. [<https://doi.org/10.1111/csp2.310>]
- Morse J.C., Bae Y.J., Munkhjargal G., Sangpradub N., Tanida K., Vshivkova T.S., Wang B., Yang L., Yule C.M. 2007.** Freshwater biomonitoring with macroinvertebrates in East Asia. // Frontiers in Ecology and the Environment. Vol. 5. Issue 1. P. 33–42.
- Revitalizing a City by Reviving a Stream** [<https://development.asia/case-study/revitalizing-city-reviving-stream>; 11.05.2021].
- SasPlanet, 2010.** [(<https://soft.sibnet.ru/soft/15108-sas-planeta-100707/download/>)].
- Vshivkova T.S., Morse J.C., Glover J.B. 2003.** Russian Clean Water Project: the Project of Biological Monitoring of Water Quality in South Russian Far East. Vladivostok. [<https://www.biosoil.ru/files/publications/00006500.pdf>]
- Vshivkova T.S., Medvedeva L.A., Buzoleva L.S., Khristoforova N.K., Kovekovdova L.T., Polyakova N.V., Drozdov K.A. 2014.** Bioassessment of Vladivostok city and its vicinities streams by the classic chemical and microbiological methods together with biological and nuclear magnetic spectroscopy (NMS) methods (Primorye, Russian Far East) // 2nd International Symposium of the Benthological Society of Asia (BSA 2014, June 5–7): Abstract book. Busan. P. 72–73.
- Vshivkova T.S., Zhuravel E.V., Khristoforova N.K., Klyshevskaya S.V., Kovekovdova L.T. 2016.** Freshwater monitoring of urban and suburban streams in Muravyev-Amursky Peninsula (Vladivostok, Primorsky Territory) // 3rd International Symposium of the Benthological Society of Asia: Abstract Book. Vladivostok. P. 129.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ВТОРАЯ РЕЧКА, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ МЕГАПОЛИСА ВЛАДИВОСТОК (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ), ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ МАКРОЗООБЕНТОСА

Т.С. Вшивкова^{1,2}, Т.В. Никулина¹, К.А. Дроздов³, Н.В. Иваненко⁴,
И.В. Чернышов⁴, Е.О. Сазонов⁴

¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: vshivkova@biosoil.ru

²Дальневосточный федеральный университет, пос. Аякс, 10, о-в Русский,
г. Владивосток, 690922, Россия. E-mail: vshivkova.tse@dyfu.ru

³Тихоокеанский институт биоорганической химии имени Г.Б. Елякова ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: drovsh@yandex.ru

⁴Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, ул. Гоголя, 41,
г. Владивосток, 690014, Россия

Поддержание удовлетворительного санитарно-экологического состояния городской среды – основной тренд современной урбанистики. Это особенно важно для крупных городов, являющихся «лицом России», таких как Владивосток, который, став недавно столицей Дальневосточного федерального округа повысил свой статус как деловой, экономический и туристический центр. При этом в центре города, на пути главного туристического маршрута, в неудовлетворительном состоянии находится главный городской водоток – р. Вторая Речка. Почти вся площадь водосбора занята городской инфраструктурой и на водоток оказывается мультипликативное влияние разнообразных загрязнителей. В последние годы в бассейне реки, включая водоохранную зону, ведётся интенсивная застройка берегов. В нарушение природоохранного законодательства в реку сливаются отходы производства, канализационные стоки, сбрасывается бытовой мусор.

Для организации мероприятий по восстановлению биоты р. Вторая Речка и оздоровлению окружающих территорий необходимо понимание масштабов загрязнений и закономерностей изменения состава и структуры речных сообществ на деградированных участках. В качестве индикаторов загрязнения водотока использованы показатели макрозообентоса, которые широко используются в пресноводном биоассессменте как недорогие и надёжные критерии оценки состояния текущих вод.

ESTIMATION OF WATER QUALITY OF THE VTORAYA RECHKA RIVER LOCATED IN VLADIVOSTOK URBANIZED AREA (PRIMORYE TERRITORY) ACCORDING TO MACROZOOBENTHOS INDICATORS

T.S. Vshivkova^{1,2}, T.V. Nikulina¹, K.A. Drozdov³, N.V. Ivanenko⁴, I.V. Chernyshov⁴, E.O. Sazonov⁴

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: vshivkova@biosoil.ru

²Far Eastern Federal University, Russky Island, 10 Ajax Bay, Vladivostok, 690922, Russia.
E-mail: vshivkova.tse@dyfu.ru

³G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: drovsh@yandex.ru

⁴Vladivostok State University of Economics and Service, 41 Gogolya St., Vladivostok, 690014, Russia

Maintaining a satisfactory sanitary and ecological state of the urban environment is the main trend of modern urbanistics. This is especially important for large cities such as Vladivostok – the «Eastern Gate of Russia», which, having recently become the capital of the Far Eastern Federal Region, has increased its status as a business, economic and tourist center. At the same time, in the center of the city, on the path of the main tourist route, the main city watercourse, the Vtoraya Rechka River is in unsatisfactory, degraded state. Almost the entire catchment area is occupied by urban infrastructure and various pollutants multiplicatively affect the watercourse. In recent years, intensive construction of multi-storey buildings, technical centers and parking lots has been carried out in the river basin, including in the water protection zone.

In violation of environmental legislation, industrial waste, sewage, and household garbage are discharged into the river. For the organization of measures to restore the biota of the Second Rechka River and the improvement of the surrounding areas, need to understand the extent of pollution and the patterns of changes in the species composition and structure of river communities in degraded areas. In our study, macrozoobenthos indicators are used to estimate river water quality, which are widely used in modern freshwater bioassessment as inexpensive and reliable criteria.

Введение

Для изучения нарушений, вызванных антропогенным влиянием, в качестве примера деградированного водотока, была выбрана р. Вторая Речка, бассейн которой практически полностью занят инфраструктурой мегаполиса Владивосток, за исключением истоковой зоны (Вшивкова и др., 2021).

Основная цель работы – оценить экологическое состояние р. Вторая Речка по показателям макрозообентоса.

Перед началом работы мы с удивлением обнаружили, что информации по видовому составу водных беспозвоночных этой реки практически нет, а краткие и разрозненные сведения не позволяют восстановить фаунистическую картину этой территории. В ранней литературе, касающейся пресноводной биоты п-ова Муравьева-Амурский (конец XIX – начало XX вв.), при указании видов авторы часто не указывали точное название водотока, место находки обозначали просто – «Владивосток». Поэтому название Вторая Речка практически не встречается в работах первых исследователей полуострова Муравьева-Амурского. Поэтому на первых этапах работы была поставлена задача – «изучить то, что ещё осталось» и составить первый фаунистический список бассейна городской реки Вторая Речка.

В современных опубликованных материалах, касающихся исследований водных беспозвоночных этой реки до наших исследований было указано всего 11 видов: олигохеты *Uncinaiis uncinata* (Oersted 1842) и *Tubifex tubifex* (Müller 1774); бокоплав *Gammarus koreanus* Ueno, 1940, подёнка *Cinygmula hirasana* Imanishi, 1935; веснянки *Paraperla lepnevae* Zhiltz., 1970 и *Paraleuctra cercia* (Okamoto, 1922); ручейники *Glossosoma altaicum* (Mart., 1914), *Rhyacophila* gr. *sibirica*, и *Neophylax ussuriensis* Mart., 1914, также были упомянуты два рода хирономид *Cricotopus* и *Chironomus* (Богатов, 1994; Засыпкина-Шарый-оол, 2000; Тесленко, 2017; Тиунова, Горová, 2017). В работе Вшивковой и др. (2008) указано распределение групп водных беспозвоночных от верховья до нижнего участка р. Вторая Речка без видовых названий.

Материалы и методы

Для выявления видового состава макрозообентоса и оценки качества вод на различных участках продольного профиля реки, от истока к устью было установлено 7 станций, на которых 23 октября 2020 г. был проведён отбор первой серии проб

в рамках комплексного проекта «Ревитализация городской реки Вторая Речка» (Вшивкова и др., 2021). Также были использованы опубликованные материалы и сборы от 14 и 18 октября 2008 г., 10 октября 2014 г. и 14 октября 2015 г.

При проведении первой серии (23 октября 2020 г.) были отобраны условно количественные пробы методом принудительного дрефта с использованием донного сачка, (D-net) и количественные пробы, с помощью бентометра Сарбера, (BS). Эти методы подробно описаны в руководстве «Введение в пресноводный мониторинг» (Вшивкова и др., 2019). Пробы на станциях 1–5 отбирали на перекатах на середине водотока, на 6 станции – черпанием мягкого грунта донным сачком в прибрежье (стандартные условно количественные методы сбора на мягких грунтах) (Вшивкова и др., 2019). На станциях 2, 4 и 7 в 2020 г., во время I рекогносцировочной серии, пробы не отбирались. Длина экспозиции при отборе донным сачком составляла 3 м, время отбора пробы – 1 мин. Все пробы отбирались в 3-х повторностях в общую ёмкость и фиксировались 85% этанолом.

Техника расчётов биотических индексов описана в монографии Вшивковой и др. (2019). Оценки качества воды классифицированы по 7 категориям: E (Excellent) – превосходное качество, очень чистые воды, нет антропогенного импакта (в структуре сообществ доминируют чувствительные организмы, их биоразнообразие и численность высокие), класс I, цвет кодировки на экокарте – светло-голубой; G (Good) – хорошее качество, чистые воды, нет импакта или очень слабый (в сообществах доминируют чувствительные организмы, их биоразнообразие и численность высокие), класс II, цвет на экокарте – синий; G-F (Good-Fair) – качество воды относительно хорошее, слабозагрязнённые воды, незначительный импакт (чувствительные организмы присутствуют, высока доля организмов умеренно-чувствительных организмов), класс III, цвет на экокарте – зелёный; F (Fair) – неудовлетворительное качество, загрязнённые воды, умеренный импакт (в структуре донных сообществ хорошо представлены организмы умеренной чувствительности и толерантные организмы, нет явного доминирования толерантных; сверхчувствительные организмы отсутствуют или имеются в небольшом количестве при невысокой численности), класс IV, цвет на экокарте – жёлтый; F-P (Fair-Poor) – неудовлетворительное качество, грязные воды, выраженный импакт (доминируют толерантные организмы; умеренно-чувствительные организмы представлены небольшим количеством таксонов и небольшой численностью), класс IV-V, цвет кодировки на экокарте – оранжевый; P (Poor) – плохое качество, очень грязные воды, сильный импакт (деградированные сообщества с доминированием толерантных видов), класс V, цвет на экокарте – красный; VP (Very Poor) – очень плохое качество, очень грязные воды, очень сильный импакт (очень сильно деградированные сообщества, представленные немногими толерантными видами), класс VI, цвет на экокарте – тёмно-красный; C (Catastrophic) – катастрофически плохое качество, чрезвычайно грязные воды, чрезвычайный импакт (полное отсутствие живых организмов), класс VII, цвет на экокарте – чёрный.

Определение организмов произведено специалистами Лаборатории пресноводной гидробиологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН: планарии – Бурениной Э.А., ракообразные – Сидоровым Д.А., моллюски – Прозоровой Л.А., подёнки – Тиуновой Т.М., веснянки – Тесленко В.А., ручейники – Вшивковой Т.С., хирономиды – Зориной О.В. Нематоды, олигохеты (за исключением двух видов в работе Засыпкиной Шарый-оол, 2000), пиявки, жесткокрылые не идентифицировались, двукрылые определены частично (материал находится в процессе обработки).

Результаты работы

После обработки собранного материала и изучения фондовых коллекций Международного центра экологического мониторинга ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, был составлен фаунистический список, который представлен 40 таксонами из 37 родов, 33 семейств, 7 классов, 5 типов (Вишкова, 2021). Так как степень фаунистической изученности к настоящему времени остаётся неудовлетворительной, некоторые таксоны не определены даже до отрядов и семейств (табл. 1), данный список будет увеличен как за счёт новых материалов, так и в результате определения недостаточно изученных групп. Характеристика таксономической представленности беспозвоночных в р. Вторая Речка показана в табл. 1; таксономический состав и распределение видов по станциям – в табл. 2. Показатели таксономического богатства (число таксонов и индекс ЕРТ) по обобщённым данным с 1994 по 2020 гг. приведены в табл. 3.

Количество таксонов макрозообентоса по материалам I серии (23 октября 2020 г.) на 4-х станциях: верховье (ст. 1), среднее течение (ст. 3) и нижнее течение (ст. 5 и 6) по показателям относительной численности (в %) представлена в табл. 4. Для каждой станции определены метрики, основанные на видовом богатстве (2 метрики) и численности (11 метрик) (табл. 5), и рассчитаны 9 биотических индексов (табл. 6), а также определена видовая структура донных сообществ (табл. 7). Проанализированные показатели позволили провести оценку качества вод и определить степень нарушения речной экосистемы.

Хорошее качество воды по индексу ЕРТ отмечено только на станциях 1 и 2, на ст. 3 качество заметно хуже и расценивается как умеренно загрязнённые воды

Таблица 1

Таксономическая представленность основных групп макрозообентоса
р. Вторая Речка и степень их изученности

Таксономическая группа	Количество семейств	Количество родов	Количество видов	Степень таксономического определения
Тип Круглые черви Nematelminthes	1	1	1	не определены
Тип Плоские черви – Plathelminthes	1	1	1	не определены
Тип Кольчатые черви – Annelida				определены частично
Класс Clitellata				
Подкласс Oligochaeta	3	3	3	определены частично
Подкласс Hirudinea	2	2	2	не определены
Тип Моллюски – Mollusca	2	2	2	определены до вида
Тип Членистоногие – Arthropoda				
Подтип Ракообразные – Crustacea	2	2	2	определены до вида
Подтип Трахейные – Tracheata				
Надкласс Шестиногие – Hexapoda				
Класс Коллемболы – Collembola	1	1	1	не определены
Класс Насекомые – Insecta				
Отряд Подёнки – Ephemeroptera	3	3	4	определены до вида
Отряд Веснянки – Plecoptera	3	3	3	определены до вида
Отряд Ручейники – Trichoptera	7	8	9	определены до вида
Отряд Жуки – Coleoptera	1	2	2	не определены
Отряд Двукрылые – Diptera	7	10	10	определены частично
ВСЕГО:	33	37	40	

Таблица 2

Таксономический состав водных беспозвоночных р. Вторая Речка на 7 станциях

№	Таксоны	Номера станций						
		1	2	3	4	5	6	7
		ГК	ЭР	МР			ГР	
		зона эрозии					зона осадкона- копления	
	Тип NEMATODA Класс Nematoda s.str.							
1	Nematoda indet.			+	+	+	+	
	Тип PLATHELMINTHES Класс Turbellaria Отряд Seriata Семейство Planariidae							
2	Phagocata vivida (Ijima et Kaburaki, 1916)	+						
	Тип ANNELIDA Класс Clitellata Подкласс Oligochaeta Отряд Crassicitellata Семейство Lumbricidae							
3	Lumbricus sp.					+		
	Отряд Haplotaxida Семейство Naididae							
4	Uncinais uncinata (Oersted 1842)		M3					
	Семейство Tubificidae							
5	Tubifex tubifex (Müller 1774)				+	M3	+	
6	Oligochaeta indet.	+	TB, +	TB, +	TB, +	TB, +	+	+
	Подкласс Hirudinea							
7	Hirudinea gen. 1 sp. 1	+			+	+	+	
8	Hirudinea gen. 2 sp. 2							
	Тип MOLLUSCA Класс Gastropoda Семейство Physidae							
9	Physa acuta Draparnaud, 1805					TB,+	+	
	Семейство Planorbidae							
10	Ferissia sp. 1					TB, +	+	
	Тип ARTHROPODA Подтип Crustacea Класс Malacostraca Отряд Amphipoda Семейство Gammaridae							
11	Gammarus koreanus Ueno, 1940	ВБ, +	+	+				
	Gammarus sp.		TB	TB	TB	TB		
	Отряд Decapoda Семейство Grapsidae							
12	Eriocheir japonica (De Haan, 1835)					+		
	Подтип Tracheata							
	Надкласс Hexapoda							
	Класс Collembola Отряд Entomobryomorpha Семейство Isotomidae							
13	Collembola gen. fam. 1.	+						
	Класс Insecta Отряд Ephemeroptera Семейство Ameletidae							
14	Ameletus sp.	+						

	Семейство Baetidae							
15	<i>Baetis</i> sp. 1	+	+	+				
	Семейство Heptageniidae							
16	<i>Cinygmula hirasana</i> Imanishi, 1935	+	T&Г					
17	<i>Cinygmula</i> sp.	ВБ, +	+	+				
	Ephemeroptera indet.		TB	TB	TB			
	Отряд Plecoptera							
	Семейство Chloroperlidae							
18	<i>Paraperla lepnevae</i> Zhiltz., 1970	(+)	BT					
	Семейство Leuctridae							
19	<i>Paraleuctra cercia</i> (Okamoto, 1922)	(+)	BT					
	Семейство Nemouridae							
20	<i>Nemoura</i> sp. 1	+	+					
	Plecoptera indet.		TB	TB				
	Отряд Trichoptera							
	Семейство Apataniidae							
21	<i>Apatania</i> sp. 1	+						
	Семейство Glossosomatidae							
22	<i>Agapetus</i> sp. 1	+	+	+				
23	<i>Glossosoma altaicum</i> (Mart., 1914).	ВБ						
24	<i>Glossosoma</i> sp.	+	+	+				
	Семейство Hydropsychidae							
25	<i>Cheumatopsyche</i> sp. 1			+				
	Семейство Lepidostomatidae							
26	<i>Lepidostoma</i> sp. 1	+						
	Семейство Leptoceridae							
27	<i>Ceraclea</i> sp. 1			+				
	Семейство Rhyacophilidae							
28	<i>Rhyacophila</i> gr. <i>sibirica</i> sp. 1	+	M3					
	Семейство Thremmatidae							
29	<i>Neophylax ussuriensis</i> Mart., 1914	ВБ, +						
	Trichoptera indet.		TB	TB	TB			
	Отряд Coleoptera							
	Семейство Elmidae							
30	Elmidae gen. indet. (имаго)	+						
31	Coleoptera gen. 1 sp. 1. (личинки)		(+)	+				
	Отряд Diptera							
	Семейство Ceratopogonidae							
32	<i>Palpomyia</i> sp. 1.			+				
	Семейство Chironomidae							
33	<i>Chironomus</i> sp. 1					M3	M3	
34	<i>Cricotopus</i> sp. 1					M3	M3	
35	Chironomidae indet.		TB	TB, +	TB, +	TB, +	+	+
	Семейство Dolichopodidae							
36	Dolichopodidae gen. 1 sp. 1			+				
	Семейство Psychodidae							
37	Psychodidae gen. 1 sp. 1					+		
	Семейство Tabanidae							
38	Tabanidae gen. 1 sp. X			+				
	Семейство Tipulidae							
39	<i>Tipula</i> sp. 1	+						
40	Tipulidae gen. indet. sp. U	+						

Примечание. Расшифровка аббревиатур: ВБ – Богатов, 1994; МЗ – Засыпкина, 2000; BT – Тесленко, 2017; T&Г – Тиунова, Горовая, 2017; TB – Вишкова и др., 2008; ГК – гипокреналь, ЭР – эпиритраль, МР – метаритраль, ГР – гипоритраль. + – вид обнаружен авторами статьи, (+) – вид может быть обнаружен с большой долей вероятности.

Таблица 3

Показатели таксономического богатства макрозообентоса на 7 станциях р. Вторая Речка (число таксонов) (данные за все годы исследований) и индекс ЕРТ

Показатели таксономического богатства	Станции						
	1	2	3	4	5	6	7
Количество типов	3	2	3	3	4	4	2
Количество классов/подклассов	6	3	4	5	6	5	2
Количество семейств	18	11	(15) 14	8	10	7	2
Количество родов	20	12	16	8	13	9	2
Общее число таксонов (Nt)	22	14	15	8	13	9	2
Количество таксонов ЕРТ	14	10	7	(2) 0	0	0	0
Индекс ЕРТ ($Nt_{\text{ЕРТ}} / Nt \times 100$) (%)	66,63	71,4	46,66	25	0	0	0
Категория качества воды	E	E	F-P	(P) VP	P-VP	VP	VP
Класс	I	I	IV	VI	V	VI	VI

Примечание. В скобках – данные с учётом сборов 2008 года.

Таблица 4

Представленность макрозообентоса по материалам 1 серии (23 октября 2020 г.) на 4 станциях р. Вторая Речка (в % от общей численности) по данным сборов донным сачком и бентометром Сарбера

Таксоны	Станции						
	1		3		5		6
	D-net	B-S	D-net	B-S	D-net	Олигохеты и	D-net
Нематоды							
Nematoda indet.	0	0	0,72	0,3	0,24	0,1	0,6
Планарии							
Phagocata vivida	3,83	10,05	0	0	0	0	0
Олигохеты							
Lumbricus sp.	0	0	0	0	0	0,03	0
Oligochaeta indet.	1,52	0	46,41	11,7	76,02	80,63	86,3
Пиявки							
Hirudinea sp. 1	0,07	0	0	0	0	0	0
Hirudinea sp. 2	0	0	0	0	0,28	0,1	0
Моллюски							
Physa acuta	0	0	0	0	0,37	0,57	0
Ferissia sp. 1	0	0	0	0	0	0,03	0
Ракообразные							
Gammarus koreanus	77,29	56,08	8,47	0	0	0	0
Коллемболы							
Collembola indet.	0,4	0,53	0	0	0	0	0
Подёнки							
Baetis sp.	0,13	0	0,6	0	0	0	0
Cihygmula sp.	16,6	29,63	0,12	0,45	0	0	0
Ручейники							
Apatania sp.	0	1,06	0	0	0	0	0
Cheumatopsyche sp.	0	0	0,48	0,15	0	0	0
Agapetus sp.	0,07	0	0	0,45	0	0	0
Glossosoma sp.	0	0,53	0,12	0	0	0	0
Lepidostoma sp.	0,07	1,59	0	0	0	0	0
Ceraclea sp.	0	0	0	0,15	0	0	0

Жесткокрылые							
Elmidae gen.1 sp.1 (им.)	0,07	0,53	0	0	0	0	0
Elmidae indet. (лич.)	0	0	0	0,15	0	0	0
Двукрылые							
Palpomyia sp. 1	0	0	0,36	0,15	0	0	0
Chironomidae	0	0	23,15	30,72	1741	18,41	13,23
Dolichopodidae gen. 1 sp. Z	0	0	0,36	0,3	0	0	0
Psychodidae gen. 1 sp. 1	0	0	19,09	55,48	0	0,03	0
Tabanidae gen. 1 sp. X	0	0	0,12	0	0	0	0
Tipula sp. 1	0,07	1,06	0	0	0	0	0
Tipulidae gen. indet. sp. U	0,39	0	0	0	0	0	0

Примечание. D-net – стандартный донный сачок для сбора бентоса методом принудительного дрефта; B-S – бентометр Сарбера для сбора количественных проб бентоса (площадь захвата 0,25*0,25 м²) (Вишкова и др., 2019).

Таблица 5

Показатели таксономического богатства (в % от общего числа таксонов), численность основных групп макрозообентоса (в % от общей численности) по материалам 1 серии (23 октября 2020 г.) для 4-х станций р. Вторая Речка

Показатели	Станции							
	1		3		5		6	
	D-net	Бент	D-net	Бент	D-net	Бент	D-net	
Показатели общего таксономического богатства и ЕРТ								
Общее число таксонов (N _{taxa})	12	9	12	11	5	8	5	
Число таксонов ЕРТ	4	4	4	4	0	0	0	
Показатели численности основных групп макрозообентоса								
Общее число организмов (экз)	1516	189	838	664	7541	3838	476	
Общее число организмов ЕРТ (экз.)	249	62	11	8	0	0	0	
Доля ЕРТ (в % от общей численности)	16,43	32,8	1,31	1,2	0	0	0	
Общее число Oligochaeta (экз.)	23	0	389	78	5733	3095	410	
Доля олигохет (%)	1,52	0	46,42	11,75	76,02	80,64	86,13	
Общее число ракообразных Gammaridae	1171	104	71	0	0	0	0	
Доля Gammaridae (%)	77,24	55,03	8,47	0	0	0	0	
Общее число Diptera (экз.)	7	2	361	575	1741	708	63	
Доля двукрылых (%)	0,46	1,06	43,08	86,59	23,09	18,45	13,24	
Общее число Chironomidae (экз.)	0	0	194	204	1741	707	63	
Доля Chironomidae (%)	0	0	23,15	30,7	23,09	18,42	13,24	

Таблица 6

Биотические индексы, рассчитанные по материалам 1 серии (23 октября 2020 г.) для 4-х станций р. Вторая Речка

Индексы	Станции							
	1		3		5		6	
	D-net	Бент	D-net	Бент	D-net	Бент	D-net	
Индекс ЕРТ (N _{ЕРТ} / N _{taxa} (%))	33,3	44,44	33,3	36,36	0	0	0	
Категория качества воды	P *	P *	P *	P *	VP	VP	VP	
Индекс Гуттайта-Уитлея	1,52	0	46,42	11,75	76,02	80,64	86,13	
Категория качества воды	E	E	G-F	E *	VP	P	VP	
Индекс Вудивисса	8	6	8	6	2	3	2	
Категория качества воды	G	G-F *	G *	G-F	VP	VP	VP	
Family Biotic Index (FBI)	3,88	3,90	7,48	8,41	7,53	7,63	7,98	
Категория качества воды	E	E	P	VP	P	P	VP	

FE BMWP Index	80	70	59	62	14	16	7
Категория качества воды	G	G	G-F	G	P	P	VP
FE ASPT Index	6,67	7,78	4,92	5,64	2,8	2,67	1,75
Категория качества воды	E	E	G *	E (!)	P	P	VP
Индекс SO (сенситивных организмов) (%)	97,57	100	10,15	1,36	0	0	0
Категория качества воды	E	E	P	VP	VP	VP	VP
Индекс Майера	17	15	11	8	3	5	2
Категория качества воды	G-F	F *	F	P	VP	VP	VP
Индекс Ch+O (%)	1,52	0	69,57	42,45	99,11	99,06	99,37
Категория качества воды	E	E	P	F-P	VP	VP	VP
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА	E	E-G	F-P	F-P	P-VP	P-VP	VP
Цветовая кодировка для экокарты	I	II	IV	IV	V	V	VI

Примечание. (*) – рассчитанные индексы не отражают настоящую ситуацию, что вызвано либо недостаточно полными сборами (отсутствует информация весеннего и летнего периодов) или недостаточно откалиброваны в применении к региональным фаунистическим особенностям.

Таблица 7

Донные сообщества, выделенные по видовой структуре на 4-х станциях р. Вторая Речка (материалы 1 серии, 23 октября 2020 г)

Станция 1					
D-net			B-S		
Таксон	%		Таксон	%	
<i>Gammarus koreanus</i>	77,24	D	<i>Gammarus koreanus</i>	55,02	D
<i>Cinygmula</i> sp.	16,6	D	<i>Cinygmula</i> sp.	29,63	D
Phagocata vivida	3,83	2	Phagocata vivida	10,5	2
Oligochaeta indet.	1,52	2	<i>Lepidostoma</i> sp.	1,59	2
Collembola sp.	0,4	3	<i>Apatania</i> sp.	1,06	2
Tipulidae gen. sp. U	0,39	3	<i>Tipula</i> sp.	1,06	2
<i>Baetis</i> sp.	0,13	4	Collembola sp.	0,53	ед
Hirudinea sp. 1	0,07	ед	<i>Glossosoma</i> sp.	0,53	ед
Elmidae	0,07	ед	Elmidae gen. 1 sp. 1	0,53	ед
<i>Agapetus</i> sp.	0,07	ед			
<i>Lepidostoma</i> sp.	0,07	ед			
<i>Tipula</i> sp.	0,07	ед			
Станция 3					
D-net			B-S		
Таксон	%		Таксон	%	
Oligochaeta	46,42	D	Psychodidae gen.1 sp. 1	55,42	D
Chironomidae	23,15	D	Chironomidae	30,72	D
Psychodidae gen. 1 sp. 1	19,09	D	Oligochaeta	11,7	SD
<i>Gammarus</i> sp.	8,47	SD	<i>Cinygmula</i> sp.	0,45	3
Nematoda sp.	0,72	2	<i>Agapetus</i> sp.	0,45	3
<i>Baetis</i> sp.	0,6	2	Nematoda indet.	0,3	3
<i>Cheumatopsyche</i> sp.	0,48	3	Dolichopodidae	0,3	3
Dolichopodidae gen. 1sp. Z	0,36	3	<i>Cheumatopsyche</i> sp.	0,15	ед
<i>Palpomiya</i> sp. 1	0,36	3	<i>Ceraclea</i> sp.	0,15	ед
<i>Cinygmula</i> sp.	0,12	ед	Elmidae indet.	0,15	ед
<i>Glossosoma</i> sp.	0,12	ед			
Tabanidae gen. sp. {	0,12	ед			
Станция 5					
D-net			B-S		
Таксон	%		Таксон	%	
Oligochaeta indet.	76,02	D	Oligochaeta indet.	80,64	D

Chironomidae indet.	23,08	D	Chironomidae indet.	18,41	D
<i>Physa acuta</i>	0,37	3	<i>Physa acuta</i>	0,57	2
<i>Hirudinea</i> sp. 2	0,28	3	<i>Hirudinea</i> sp. 2	0,2	3
			<i>Nematoda</i> indet.	0,1	3
			<i>Ferissia</i> sp.	0,03	ед
			<i>Psychodidae</i> gen.1 sp.1	0,03	ед
Станция 6					
D-net			Пробы бентометром не отбирались		
Таксон					
Oligochaeta indet.	86,13	D			
Chironomidae indet.	13,24	2			
<i>Nematoda</i> sp.	0,63	3			

Примечание. D – доминанты, 15% и более от общей численности; SD – субдоминанты, от 5 до 14,9%; 2 – второстепенные виды, от 0,5 до 4,9%; 3 – третьестепенные виды, меньше 0,5%; ед – виды, встретившиеся в пробе по 1 экземпляру (единично).

с переходом в загрязнённые; на станциях 4 и 5 – вода плохого качества, на станциях 6 и 7 – очень плохого. На ст. 5 в 2008 г. в сборах ещё отмечались подёнки и ручейники (Вишкова и др., 2008).

Показатели численности по данным осенней серии 23 октября 2020 г. для 4-х станций, расположенных: в верховье (ст. 1) вне зоны импакта; в районе новостройки (ст. 3, микрорайон Снеговая Падь), в зоне, подвергшейся антропогенному влиянию сравнительно недавно; и в зонах хронического импакта – в нижнем отделе реки (ст. 5 и 6), показали негативные изменения в составе донных сообществ среднего и нижнего участков реки, произошедшие за почти десятилетний период (с 2008 года). Чувствительные организмы комплекса ЕРТ и ракообразные амфиподы вообще не отмечены для ст. 5 (табл. 4), хотя ранее там встречались, пусть и в небольшом количестве (Вишкова и др., 2008). Выявлено также ухудшение состояния донных сообществ в районе новостройки в районе Снеговая Падь, где в сообществах стали доминировать олигохеты, двукрылые и хирономиды подсемейства Chironominae; олигохетно-хирономинный комплекс составил почти половину численности всех организмов макрозообентоса: 69,57% по условно количественным (D-net) и 42,45 по количественным (BS) пробам, тогда как доля организмов ЕРТ, в среднем, по обоим методикам отбора проб, не превышала 1,25%. Доля чувствительных организмов (индекс SO) составила здесь 10,15% (по D-net) и 1,36% (по BS), хотя выше по течению – в зоне верховья, индекс SO достигал очень высоких значений: 97,57% и 100%, соответственно. Резкое уменьшение доли чувствительных организмов в зоне новостройки показывает негативный тренд в изменении состава и структуры донных сообществ, вызванных деятельностью человека.

Структура донных сообществ с указанием степени доминирования в виде ранжированных списков приведена в табл. 7. Из приведенных данных видно, что на верхнем участке р. Вторая Речка сформировано сообщество «*Gammarus koreanus*+*Cinygmula* sp.». Гаммарусовые сообщества вообще характерны для верховьев чистых лесных ручьёв Южного Приморья (Леванидов, 1977; Леванидова и др. 1989). На среднем участке начинает формироваться сообщество «*Oligochaeta*+*Chironominae*+*Psychodidae*», отражающее изменяющиеся условия среды при возрастающем антропогенном импакте. И хотя представители комплекса ЕРТ на этом участке реки ещё присутствуют, но их доля уже незначительна, биоразнообразие и численность невысоки. Сообщества нижних участков (ст. 5 и ст. 6) показывает сильную деградацию их состава и структуры, что, впрочем, отмечалось и в прежние

годы. Здесь сформировалось крайне угнетённые сообщества: с доминированием олигохетно-хириноминного комплекса «*Oligochaeta+Chironominae*», на станции 5, и с прогрессирующим влиянием олигохет – сообщество «*Oligochaeta*» – на станции 6, где доля олигохет составляет от 76 до 86% и более, а индекс Ch-O по обоим методам отбора проб достигает 99% (станция 5), и 99,37% (станция 6, по данным D-net). Такая структура характерна для сообществ, вошедших в фазу глубокой деградации, которую можно квалифицировать как экологический кризис.

Заключение

На основании распределения таксонов по станциям р. Вторая Речка от истока до устья, по динамике показателей численности видов-индикаторов и индикаторных комплексов, по типам структуры донных сообществ, формирующихся по продольному профилю реки, нами выделены 4 зоны с различным уровнем антропогенного влияния: 1) верховье: удовлетворительное состояние (категория G, класс I, чистые воды); 2) среднее течение, зона микрорайона Снеговая Падь: неудовлетворительное состояние (категория F, класс IV, загрязненные воды); 3) нижнее течение, район Парка «Фантазия»: очень плохое состояние, грязные воды (категория P, класс V, грязные воды); 4) приустьевая часть: очень плохое состояние (категория VP, класс VI, очень грязные воды, глубокая деградации донных сообществ, экологический кризис).

По материалам исследований нами подготовлены соответствующие протоколы оценки экологического состояния р. Вторая Речка для передачи в муниципальные и природоохранные органы с предложениями принять незамедлительные меры по выявлению главных источников загрязнения и организовать мероприятия по восстановлению городской реки.

Литература

- Богатов В.В. 1994.** Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. / Владивосток: Дальнаука. 1994. 218 с.
- Вшивкова Т.С., Круглик И.А., Голотин В.А., Щеголёва Е.А. 2008.** Оценка экологического состояния по показателям макрозообентоса реки Вторая Речка (бассейн Амурского залива) // Исследования мирового океана: материалы Международной научн. конф. Владивосток: ДальРыбВТУЗ. С. 95–97.
- Вшивкова Т.С., Иваненко Н.В., Якименко Л.В., Дроздов К.А. 2019.** Введение в биомониторинг пресных вод: учебное пособие/ Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 240 с.
- Вшивкова Т.С. 2021.** Водные беспозвоночные городской реки Вторая Речка (Владивосток, Приморский край) // Проблемы водной энтомологии России и сопредельных территорий: Материалы VIII Всероссийского с международным участием научного симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым; Сев.-Осет. гос. ун-т им. К.Л. Хетагурова. Владикавказ: ИПЦ СОГУ. С. 216–235.
- Вшивкова Т.С., Никулина Т.В., Клышевская С.В., Дроздов К.А., Жарикова Е.В. 2021.** Проблемы загрязнения водотоков урбанизированных территорий и пути их решения на примере реки Вторая Речка (Владивосток, Приморский край) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 9. С. XX–XX.
- Засыпкина М.О. (Шарый-оол М.О.). 2000.** Оценка качества воды пресноводных водоемов по гидробиологическим показателям на примере реки Вторая речка // Реферат (рукопись). Владивосток. 20 с.
- Леванидов В.Я. 1977.** Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровая // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая Падь». Владивосток ДВНЦ АН СССР. 126–158.
- Леванидова И.М., Тесленко В.А., Лукьянченко Т.И., Макаренченко Е.А., Семенченко А.Ю. 1989.** Структура донных беспозвоночных как основа биомониторинга горных рек Сихоте-Алиня // Систематика и экология речных организмов. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 69–73.
- Тесленко В.А. 2017.** Веснянки (Insecta, Plecoptera) в водотоках города Владивостока и его окрестностей // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 7. С. 227–234.
- Тиунова Т.М., Горюева Е.А. 2017.** Поденки (Insecta, Ephemeroptera) водотоков города Владивостока и его окрестностей // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 7. С. 234–242.

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОД, ДОННЫХ ОСАДКОВ
И ПОЧВ ДОЛИНЫ Р. ВТОРАЯ РЕЧКА (ПО ХИМИЧЕСКИМ
И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ)**

**Е.А. Жарикова¹, С.В. Клышевская¹, А.Д. Попова¹, Т.С. Вшивкова^{1,2},
Т.В. Никулина¹, Н.В. Иваненко³**

¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: ejarikova@mail.ru

²Дальневосточный федеральный университет, пос. Аякс, 10, о-в Русский, г. Владивосток, 690922, Россия

³Владивостокский университет экономики и сервиса, ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, 690014, Россия

Заложены 6 площадок мониторинга от верховья до устья р. Вторая Речка. Определены основные параметры химического состава воды и донных отложений. Выполнена характеристика санитарно-микробиологических свойств речной воды. Рассмотрены основные свойства городских почв. Выявлено увеличение содержания фосфора и тяжелых металлов в донных отложениях и почвах. Уровень экологического риска для бентосных организмов оценивается как средне-низкий.

**ECOLOGICAL STATE OF THE WATERS, BOTTOM SEDIMENTS
AND SOILS OF THE RIVER VALLEY THE VTORAYA RECHKA
RIVER (ACCORDING TO CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL
INDICATORS)**

**E.A. Zharikova¹, S.V. Klyshevskaya¹, A.D. Popova¹, T.S. Vshivkova^{1,2},
T.V. Nikulina¹, N.V. Ivanenko³**

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: ejarikova@mail.ru

²Far Eastern Federal University, Russky Island, 10 Ajax Bay, Vladivostok, 690922, Russia

³Vladivostok State University of Economics and Service, 41 Gogolya St., Vladivostok, 690014, Russia

There are 6 monitoring sites from the source to the estuary of the river Vtoraya Rechka. The main parameters of the chemical composition of water and bottom sediments of the river are determined. The characteristic of sanitary and microbiological properties of river water is performed. The main properties of urban soils are considered. An increase in the content of phosphorus and heavy metals in bottom sediments and soils was revealed. The level of environmental risk for benthic organisms is estimated as medium-low.

Введение

В условиях нарастающего техногенного давления благоустроенные зоны в городах увеличивают инвестиционную привлекательность жилых и общественно-деловых кварталов, повышают ценность территорий и способствуют созданию позитивного имиджа города. Комфортность среды обитания является важным фактором в поддержании здоровья городских жителей. Владивосток, имея статус столицы Дальнего Востока, является привлекательным объектом для российских

и иностранных туристов. При этом в центре города в неприглядном состоянии находится один из городских водотоков – р. Вторая Речка. В нарушение природоохранного законодательства в реку сливаются жидкие отходы производства, канализационные стоки. В пределах водоохранной зоны расположены гаражные боксы и парковки, прибрежная территория захламлена автопокрышками, строительным и бытовым мусором. Разрушенные старые мосты и переходы через реку затрудняют речной сток, поллютанты попадают в Амурский залив, ухудшая качество воды, негативно воздействуя на прибрежные экосистемы. В жилом микрорайоне наблюдается сокращение и без того дефицитных площадей городских озелененных участков вследствие интенсивной застройки и самовольной вырубки. Отмечено ухудшение жизненного состояния городской растительности (как древесной, так и газонной), в частности и за счет нарушения почвенного покрова – базового компонента любых рекреационных экосистем (Жарикова, Голодная, 2019). Но данные проблемы могут быть решены при вовлечение общественности (особенно молодежи) в активную природоохранную деятельность и при повышении экологического образования населения совместно с активной поддержкой науки и государства.

Результатом широкого распространения и взаимосвязи процессов урбанизации и промышленного производства стало снижение качества атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод и почв во всем мире. Активное жилищное и хозяйственное строительство, развитие транспортной сети, проведение новых и ремонт существующих коммуникаций приводят к деградации городских почв и зеленых насаждений. Промышленные выбросы и автотранспорт являются основной причиной аккумуляции различных веществ (в том числе и токсических) в поверхностном слое почв урболандшафтов. Почва, как полидисперсная система, способна поглощать и удерживать многие загрязнители, предотвращая их проникновение в сопредельные среды, но ее защитная буферная способность не безгранична и может быть утрачена в течение относительно небольшого временного промежутка. Являясь полупроницаемой земной оболочкой, почва служит регулирующим механизмом взаимодействия между литосферой, гидросферой, атмосферой и биотой, одним из ведущих гидрологических факторов, участвуя в формировании речного стока и воздействуя на химический состав природных вод и донных отложений (Добровольский, Никитин, 1990; Розанов А., Розанова Б, 1990; Власов и др., 2019).

Группой инициативных граждан был создан проект «Ревитализация Второй Речки» (научно-общественный модельный проект по решению проблем загрязнения городских водотоков на примере р. Вторая Речка), одной из задач которого является оценка качества вод и почв микрорайона по химико-микробиологическим и гидробиологическим показателям. Проект поддержан грантом The Samdhana Institute (НКО Институт Самдхана – Азиатский центр социального и экологического обновления и Альянс «Экодело»). Осенью 2020 были заложены площадки мониторинга и отобраны пробы воды, донных отложений и почв.

Материалы и методы

Площадка 1 (Исток) расположена в верховьях реки в широколиственном лесу в зоне минимального антропогенного воздействия. Почвенный покров представлен буроземами типичными. Площадка 2 (Восточный луч) заложена на территории, подготовленной для начала жилищного строительства. Растительный покров отсутствует, почвенный покров уничтожен, на поверхности сильнокаменистые

элювиально-делювиальные отложения среднесуглинистого состава. Площадка 3 (Снеговая падь) заложена в начале нового жилого микрорайона (ул. Адмирала Горшкова). Растительность сорная, напочвенный покров изрежен, на поверхности строительный и бытовой мусор. Почва – слаборазвитая техногенная. Площадка 4 (Бородинская, 20) заложена в жилом микрорайоне на придомовой территории, напочвенный покров изрежен, на поверхности бытовой мусор. Почва – урбостратозем техногенный. Площадка 5 (Мост) заложена в жилом микрорайоне (проспект 100-летия Владивостока, 76), у федеральной трассы и моста через реку. Растительность сорная, проективное покрытие около 80%. Почва – темногомусовая урбистратифицированная. Площадка 7 (Устье) заложена рядом с устьем реки. Растительность сорная, напочвенный покров изрежен, на поверхности строительный и бытовой мусор. Почва – урбостратозем техногенный. Физико-географическая характеристика бассейна р. Вторая речка дана в работе Т.С. Вшивковой с соавторами (наст. сб.).

Анализ проб воды проводили по 11 гидрохимическим и 4 микробиологическим показателям. Физико-химические анализы почв и донных отложений выполняли по общепринятым методикам (Агрохимические методы, 1976), элементный состав образцов – методом энергодисперсионной рентгенфлуоресцентной спектроскопии (EDX) на анализаторе EDX 800HS-P (Shimadzu, Япония) в аналитическом центре ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН.

Для оценки экологического состояния почв и донных отложений были рассчитаны несколько комплексных показателей. В качестве фоновых значений при расчетах были использованы данные содержания тяжелых металлов в почвах и донных отложениях площадки 1. Суммарный показатель химического загрязнения (Z_c) характеризует степень химического загрязнения почв (МУ 2.1.7.730–99). $Z_c = \sum K_{ci} - (n - 1)$, где n – число определяемых компонентов, K_{ci} – коэффициент концентрации i -го загрязняющего компонента, равный кратности превышения содержания данного компонента над фоновым значением. Уровень загрязнения почв считается допустимым при $Z_c < 16$. При расчете Z_c для донных отложений учитываются только элементы с $K_c > 1$, и применяются следующие градации: $Z_c < 10$ – допустимый уровень санитарно-токсикологической опасности, $10 < Z_c < 30$ – умеренно-опасный, $30 < Z_c < 100$ – опасный, $100 < Z_c < 300$ – очень опасный, $Z_c < 300$ – чрезвычайно опасный (Янин, 2018). Показатель потенциального экологического риска (Potential Ecological Risk) учитывает синергизм, уровень токсичности и экологическую чувствительность тяжелых металлов $PERI = \sum PI_i * T_i$, где T_i – коэффициент токсичности тяжелого металла. Значение T_i для Zn, V, Cr, Co, Pb, Ni, Cu равны 1, 2, 2, 5, 5, 5 соответственно (Hakanson L., 1980). Значение $PERI < 90$ означает низкий уровень экологической опасности, 90–180 – средний, 180–360 – высокий, 360–720 – очень высокий, > 720 – чрезвычайно высокий (Varol, 2011; Koivalska et al., 2018). Для оценки суммарного экологического риска загрязнения донных отложений учитывают уровни содержания поллютантов превышение которых может оказать негативное влияние на жизнедеятельность бентоса – probable effects level (PEL). $m\text{-}PEL\text{-}Q = [\sum (C / PEL)] / n$, где C – концентрация поллютанта, PEL – критическое содержание загрязнителя, n – число учитываемых элементов, при этом уровни PEL, разработанные для пресноводных экосистем составляют 111 для Cr, 149 для Cu, 128 для Pb, 48,6 для Ni и 459 мг/кг для Zn (MacDonald et al., 2000). Приняты следующие градации: $m\text{-}PEL\text{-}Q < 0,1$ – низкий уровень; $0,11 < m\text{-}PEL\text{-}Q < 1,5$ – средне-низкий, $1,51 < m\text{-}PEL\text{-}Q < 2,3$ – средне-высокий, $m\text{-}PEL\text{-}Q > 2,3$ – высокий (Ioannides et al., 2015).

Результаты и обсуждение

С возрастанием антропогенной нагрузки в речной воде увеличиваются величины перманганатной окисляемости ($2,0\text{--}4,4$ мг/дм³), жесткости ($0,15\text{--}1,65$) и щелочности ($6,8\text{--}7,8$), растёт содержание в воде железа ($0,1\text{--}0,55$ мг/дм³), аммиака ($0,05\text{--}2,0$ мг/дм³) и нитратов ($2,5\text{--}11,5$ мг/дм³). Показатели цветности и мутности во всех пробах, как и содержание общего железа (в жилых кварталах) превышают установленные нормативы. Повсеместно в речной воде выявлены колифаги, общие и термотолерантные кокиформные бактерии, что указывает на наличие фекального загрязнения. Наименьшая общая микробная численность бактерий отмечена в пробе, отобранной в верховьях реки. Патогенные бактерии родов *Salmonella*, *St. Aureus* не обнаружены.

Следствием урбаногенного прессинга является увеличение щелочность почв и донных отложений (от слабокислой до слабощелочной) одновременно с увеличением в них содержания валовых форм кальция и магния (сумма CaO и MgO $1,73\text{--}9,09\%$ в почве и $1,03\text{--}3,50\%$ в донных отложениях). Данные изменения в химических свойствах объясняются попаданием в почвы противогололедных реагентов (хлоридов кальция, магния и натрия), освобождением ионов щелочноземельных металлов из обломков щебня, строительного и бытового мусора, которые в качестве включений в значительном количестве содержатся в городских почвах, на берегах и в русле реки (Жарикова, 2012). Содержание органического углерода во всех почвах находится в диапазоне средних значений ($5,39\text{--}8,61\%$), при этом максимум выявлен в ненарушенных буроземах типичных, формирующихся в окрестностях истока реки. В донных отложениях оно варьирует более широко ($1,36\text{--}12,57\%$) и, напротив, возрастает вниз по течению, достигая самых высоких значений в районе самой интенсивной антропогенной нагрузки (площадка 5). В районе жилых кварталов выявлено резкое увеличение содержания фосфора в почвах и донных отложениях, что позволяет отнести их к подтипу химически загрязненных. Почвы по содержанию подвижного фосфора характеризуются как очень много фосфорсодержащие, а донные отложения как много фосфорсодержащие ($21\text{--}27$ мг/100 г почвы) (Прокофьева и др., 2014). По содержанию валового фосфора городские почвы относятся к сильнозафосфаченным (в районе Снеговой Пади – к сверхсильнозафосфаченным), донные отложения на станциях 4–6 относятся к сильнозафосфаченным ($0,26\text{--}0,83\%$).

Увеличение техногенной нагрузки на территорию сопровождается ростом содержания общего железа в почвах (от $4,12$ до $6,14\%$) и донных отложениях (от $3,77$ до $6,55\%$). Содержание валовых форм тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Ni, V, Cr) в почвах и донных отложениях жилых районов кратно превышает фоновое, что подтверждает полученные ранее результаты (Жарикова, 2021). Для Zn, Cu и V кратность превышения в донных отложениях выше, чем в почве (табл. 1).

Абсолютные величины комплексных индексов загрязнения возрастают с возрастанием антропогенной нагрузки (табл. 2). Суммарный показатель химического загрязнения Z_c для почв не превышает 16, что свидетельствует о допустимом уровне загрязнения. Величина Z_c для донных отложений характеризует уровень санитарно-токсикологической опасности как умеренно-опасный для станции 5 и допустимый для всех остальных станций. Показатель потенциального экологического риска $PERY$, не превышает 90, что означает низкий уровень экологической опасности, при этом на станции 6 величина $PERY$ для почв приближается к среднему уровню

Таблица 1

Коэффициенты аккумуляции тяжелых металлов в почвах и донных отложениях

Станция	Почва	Донные отложения
1	$V_{1,00} Cr_{1,00} Co_{1,00} Ni_{1,00} Cu_{1,00} Zn_{1,00} Pb_{1,00}$	$V_{1,00} Cr_{1,00} Co_{1,00} Ni_{1,00} Cu_{1,00} Zn_{1,00} Pb_{1,00}$
2	—	$V_{1,45} Cu_{1,45} Zn_{1,41}$ $Pb_{0,64} Ni_{0,76} Co_{0,78} Cr_{1,00}$
3	$Cr_{1,01} Ni_{1,14} Cu_{1,38} Zn_{1,78} Pb_{6,69}$ $Co_{0,72} V_{0,91}$	$Cr_{1,28} V_{1,54} Ni_{1,63} Cu_{2,00} Zn_{4,17}$ $Co_{0,72} Pb_{1,00}$
4	$V_{1,04} Cr_{1,19} Ni_{1,63} Cu_{1,88} Zn_{3,80} Pb_{9,06}$ $Co_{0,68}$	$Cr_{1,10} V_{1,27} Cu_{2,81} Zn_{2,95} Pb_{1,68}$ $Co_{0,72} Ni_{0,77}$
5	$Cr_{1,18} Ni_{1,73} Cu_{1,78} Zn_{2,36} Pb_{6,35}$ $Co_{0,68} V_{1,00}$	$Cr_{1,11} V_{1,34} Ni_{1,45} Pb_{2,34} Zn_{5,16} Cu_{5,51}$ $Co_{0,59}$
6	$Co_{1,03} Cr_{1,13} Ni_{1,39} Cu_{1,98} Zn_{2,35} Pb_{11,67}$ $V_{0,61}$	$V_{1,05} Cr_{1,05} Pb_{1,71} Zn_{2,33} Cu_{2,50}$ $Co_{0,75} Ni_{0,81}$

Таблица 2

Комплексные показатели оценки экологической ситуации в почвах и донных отложениях

Станция	Zс		PERI		mPEL-Q
	Почва	Донные отложения	Почва	Донные отложения	Донные отложения
1	1,0	1,0	26	26	0,34
2	—	2,3	—	26	0,33
3	7,6	2,1	57	40	0,54
4	13,0	5,6	78	39	0,44
5	9,0	11,9	63	65	0,69
6	14,0	4,5	89	38	0,43

загрязнения. По суммарному экологическому риску для бентосных организмов, определяемому величиной коэффициента m-PEL-Q, донные отложения Второй Речки дифференцированы слабо и характеризуется средне-низким уровнем экологического риска.

Заключение

Полученные данные свидетельствуют о наличии значительных нарушений компонентов природной среды в долине р. Вторая Речка г. Владивостока. Микробиологические и химические показатели состояния речной воды указывают на наличие фекального загрязнения. Установлено значительное нарушение состояния почвенного покрова и основных свойств почв. Выявлено зафосфачивание территории и увеличение содержания железа и тяжелых металлов в донных отложениях и почвах. Хотя комплексные экологические индексы (в отношении тяжелых металлов) пока характеризуют загрязнение почв как допустимое с низким уровнем экологической опасности, отмечен рост их абсолютных величин в жилых районах. Выявлен средне-низкий уровень экологического риска для бентосных организмов.

Литература

- Агрохимические методы исследования почв. 1975.** М.: Наука. 656 с.
- Власов Д.В., Шинкарева Г.Л., Касимов Н.С. 2019.** Металлы и металлоиды в донных отложениях водоемов Восточной части Москвы // Вестник МГУ. Сер. 5 География. № 4. С. 43–52.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. 1990.** Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука. 261 с.
- Жарикова Е.А. 2012.** Почвы Владивостока: основные характеристики и свойства // Вестник ДВО РАН. № 3. С. 67–73.
- Жарикова Е.А. 2021.** Тяжелые металлы в городских почвах: оценка содержания и экологического риска // Известия Томского политехнического университета Инжиниринг георесурсов. Т. 332. № 1. С. 164–173.
- Жарикова Е.А., Голодная О.М. 2019.** К вопросу о почвах городских газонов (на примере городов Приморья) // Вестник ДВР РАН. № 4. С. 129–135.
- МУ 2.1.7.730–99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» от 05.02.1999.**
- Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. 2014.** Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. № 10. С. 1115–1164.
- Розанов А.Б., Розанов Б.Г. 1990.** Экологические последствия антропогенных изменений почв // Почвоведение и агрохимия. М.: Наука. С. 6–9.
- Янин Е.П. 2018.** Техногенные речные илы (условия формирования, вещественный состав, геохимические особенности). М.: НПП «АПСО». 415 с.
- Kowalska J.B., Mazurek R., Gasiorek M., Zaleski T. 2018.** Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination. A review // Environmental Geochemistry and Health. V. 40. P. 2395–2420.
- Hakanson L. 1980.** An ecological risk index for aquatic pollution control. a sedimentological approach // Water Research. V. 14(8). P. 975–1001.
- Varol M. 2011.** Assessment of heavy metal contamination in sediments of the Tigris River (Turkey) using pollution indices and multivariate statistical techniques // Journal of Hazardous Materials. V. 195. P. 355–364.
- MacDonald D.D., Ingersoll C.G., Berger T.A. 2000.** Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. V. 39. P. 20–31.
- Ioannides K., Stamoulis K., Papachristodoulou C., Tziamou E., Markantonaki C., Tsodoulos I. 2015.** Distribution of heavy metals in sediment cores of Lake Pamvotis (Greece): a pollution and potential risk assessment // Environmental Monitoring and Assessment. V. 187. N4209. 16 p.

**ЗООБЕНТОС НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ
ОСТРОВА ЮЖНЫЙ АРХИПЕЛАГА НОВАЯ ЗЕМЛЯ**

А.Б. Крашенинников^{1,2}, М.В. Гаврило³

¹*Институт биологических проблем Севера ДВО РАН,
ул. Портовая, 18, г. Магадан, 685000, Россия. E-mail: krashennnikov2005@yandex.ru*

²*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Букирева, 15, г. Пермь, 614990, Россия*

³*Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,
ул. Беринга, 38, г. Санкт-Петербург, 199397, Россия. E-mail: m_gavrilo@mail.ru*

Рассмотрен качественный и количественный состав макрозообентоса ручьев, рек и озер южной оконечности острова Южный архипелага Новая Земля. Его основными компонентами являются поденки семейства Baetidae, веснянки семейств Nemouridae, Capniidae, ручейники семейства Limnephilidae, двукрылые семейств Chironomidae, Tipulidae, Pediciidae, Limoniidae, Empididae, Simuliidae, олигохеты из семейства Enchytraeidae, двустворчатые моллюски и водные клещи. Общая численность организмов варьирует от 766 до 18056 экз/м², общая биомасса – от 0,2 до 7,5 г/м².

**ZOOBENTHOS OF SOME WATER BODIES AND WATERCOURSES
OF THE YUZHNY ISLAND OF THE NOVAYA ZEMLYA
ARCHIPELAGO**

A.B. Krashenninnikov^{1,2}, M.V. Gavrilov³

¹*Institute of Biological Problems of the North FEB RAS,
18 Portovaya St., Magadan, 685000, Russia. E-mail: krashenninnikov2005@yandex.ru*

²*Perm State University, 15 Bukireva St., Perm, 614990, Russia*

³*Arctic and Antarctic Research Institute, 38 Bering St., Saint-Petersburg,
199397, Russia. E-mail: m_gavrilo@mail.ru*

There is the qualitative and quantitative composition of the macrozoobenthos of streams, rivers and lakes in the southern tip of the Yuzhny Island of the Novaya Zemlya archipelago is considered. Its main components are mayflies of the family Baetidae, stoneflies of the families Nemouridae, Capniidae, caddisflies of the family Limnephilidae, dipterans of the families Chironomidae, Tipulidae, Pediciidae, Limoniidae, Empididae, Simuliidae, oligochaetes from the family Enchytraeidae, bivalve and Hydracarina. The total number of organisms varies from 766 to 18056 ind./m², the total biomass is from 0,2 to 7,5 g/m².

Архипелаг Новая Земля является труднодоступной территорией и очень слабо изучен. Первые сведения о пресноводной фауне архипелага получены шведской экспедицией в 1875 г., затем датской в 1887 г. и норвежской в 1921 г. Последняя была самой продуктивной в плане изучения фауны пресных вод (Alexander, 1922; Kieffer, 1922; Lenz, Thienemann, 1922; Morton, 1923; Ulmer, 1925). Позднее экспедиция Плавучего Морского Научного Института и Северная научно-промысловая экспедиция продолжили исследование в 1923–1931 гг. После этого какие-либо изыскания на архипелаге прекратились вплоть до 1986 года. Подробная история ис-

следований пресных вод архипелага отражена в работе Ю.В. Беспалой с соавторами (Bespalaya et al., 2021). Следует отметить, что на данный момент в литературе есть данные исключительно о фауне без какой-либо характеристики самих сообществ. Данное исследование является попыткой заполнить этот пробел.

В период с 28 июля по 5 августа 2015 А.Б. Крашенинниковым проведен сбор пресноводного бентоса при помощи складного бентометра в четырех ручьях, двух реках и трех озерах в окрестностях мыса Саханина на южной оконечности острова Южный архипелага Новая Земля. Взято 14 проб бентоса. Для уточнения видовой идентификации организмов бентоса собраны имаго амфибиотических насекомых с прибрежной растительности, для части видов удалось определить нуклеотидную последовательность локуса митохондриального гена COI.

Основными компонентами макрозообентоса обследованных водных объектов являются поденки семейства Baetidae, веснянки семейств Nemouridae, Capniidae, ручейники семейства Limnephilidae, двукрылые семейств Chironomidae, Tipulidae, Pediciidae, Limoniidae, Empididae, Simuliidae, олигохеты из семейства Enchytraeidae, двустворчатые моллюски *Odhneripisidium conventus* (Clessin, 1877) (определение Н.Б. Овчанковой, ПГНИУ), водные клещи, коконы свободноживущих плоских червей, рачки Harpacticidae и в одном озере обнаружены бокоплавы *Gammarus lacustris* Sars, 1863 (качественная проба). В двух ручьях обнаружены пустые ломаные раковины *Gyraulus* sp. В некоторых пробах встречены крупные нематоды семейства Mermithidae. В одной пробе зафиксирована не идентифицированная личинка жука.

Говорить о видовой принадлежности некоторых групп бентоса в настоящий момент довольно сложно. Роль различных видов комаров-звонцов в пресноводном макрозообентосе будет рассмотрена в отдельной публикации.

По результатам сборов имаго и генетических исследований (Крашенинников, 2020) среди поденок выявлен *Baetis macani* Kimmins, 1957, среди веснянок *Mesocapnia variabilis* (Klapálek, 1920). В сборах личинок есть еще как минимум один вид поденок того же семейства и, возможно, несколько видов веснянок рода *Nemoura* sp.

Поскольку место исследований является труднодоступным, авторы приводят все первичные данные по изученным пробам. Данная информация может быть полезна при дальнейшем изучении пресных вод арктических архипелагов. Численность и биомасса организмов макрозообентоса ручьев приведена в таблице 1, рек – в таблице 2, озер – в таблице 3.

Общая численность организмов зообентоса в озерах находится в пределах от 3 788 до 15 400 экз/м², в реках – от 1 989 до 5 867 экз/м², в ручьях – от 766 до 18 056 экз/м².

Общая биомасса в озерах находится в пределах от 3,8 до 5,4 г/м², в реках – от 0,5 до 6,1 г/м², в ручьях – от 0,2 до 7,5 г/м².

Во всех озерах и реках на любых участках по численности доминируют личинки комаров-звонцов. В ручьях доминируют личинки Chironomidae, либо Enchytraeidae.

Во всех озерах по биомассе доминируют личинки комаров-звонцов, в реках на различных участках доминируют разные группы бентоса: личинки Chironomidae, либо Tipulidae, либо *Nemoura* sp. В ручьях доминируют личинки Chironomidae, либо Tipulidae, либо Enchytraeidae.

Как видно из таблиц 1–3 на качественный состав бентоса оказывает сильное влияние характер грунта. Наименьшее таксономическое разнообразие присуще илистым субстратам.

Таблица 1

Численность (N, экз/м²) и биомасса (B, мг/м²) организмов макрозообентоса ручьев в окрестностях мыса Саханнина на южной оконечности острова Южный архипелага Новая Земля

Таксон или группа таксонов	Ручей 1			Ручей 2			Ручей 3			Ручей 4		
	30.07.2015, без макрофитов, грунт галечно-гравийный			30.07.2015, мох составляет 50% проективного покрытия, грунт галечно-гравийный			28.07.2015, валунно-галечный грунт с водорослевыми обрастаниями			05.08.2015, галечно-гравийный грунт с водорослевыми обрастаниями		
	N	B		N	B		N	B		N	B	
Baetidae	22,2	55,6		33,3	100		33,3	44,4		244,4	300	
Chironomidae	1377,6	122,3		16 666,7	5833,3		633,3	134,4		511	314,4	
Coleoptera indet.	–	–		–	–		–	–		–	–	
<i>Dicranota</i> sp.	–	–		–	–		–	–		22,2	33,3	
Empididae	11,1	5,6		88,9	122,2		–	–		11,1	5,6	
Enchytraeidae	444,4	244,4		1066,7	1044,4		88,9	22,2		11,1	5,6	
Hydracarina	11,1	11,1		–	–		–	–		–	–	
Limnephilidae	–	–		–	–		–	–		–	–	
Limoniidae	–	–		–	–		11,1	5,6		–	–	
Mermithidae	–	–		11,1	11,1		–	–		–	–	
<i>Mesocapnia variabilis</i>	44,4	11,1		11,1	11,1		–	–		–	–	
<i>Nemoura</i> sp.	188,9	288,9		166,7	211,1		–	–		–	–	
Plecoptera (juv.)	122,2	22,2		–	–		–	–		22,2	11,1	
Simuliidae	–	–		–	–		–	–		22,2	133,3	
Tipulidae	177,8	444,5		11,1	133,3		–	–		11,1	3844,4	
Итого	2399,7	1205,7		18 055,6	7466,5		766,6	206,6		855,3	4647,7	

12 544,3

6461

Таблица 3

Численность (N, экз/м²) и биомасса (B, мг/м²) организмов макрозообентоса озёр в окрестностях мыса Саханина на южной оконечности острова Южный архипелага Новая Земля

Таксон или группа таксонов	Озеро 1, 05.08.2015, илесто-гравийный грунт без макрофитов		Озеро 2, 05.08.2015, илесто-гравийный грунт без макрофитов		Озеро 3, 30.07.2015, галечно-гравийный грунт без макрофитов	
	N	B	N	B	N	B
Chironomidae	6722,2	4600	15322,2	3777,9	2944,4	4555,6
Enchytraeidae	133,3	33,3	77,8	11,1	733,3	700
Hydracarina	—	—	—	—	55,6	44,4
Limnephilidae	—	—	—	—	11,1	55,6
Limoniidae	—	—	—	—	11,1	22,2
Mermithidae	—	—	—	—	11,1	11,1
Nemoura sp.	—	—	—	—	22,2	11,1
Итого	6855,5	4633,3	15400	3789	3788,8	5400

В целом пресноводный макрозообентос острова Южный архипелага Новая Земля в сравнении с другими архипелагами Российской Арктики относительно разнообразен, общая численность организмов варьирует от 766 до 18 056 экз/м², общая биомасса – от 0,2 до 7,5 г/м².

Все полевые работы выполнены в рамках экспедиции Открытый Океан: Архипелаги Арктики – 2015 при поддержке ассоциации «Морское наследие: исследуем и сохраним» (г. Санкт-Петербург).

Литература

Крашенинников А.Б. 2020. Баркодирование некоторых амфибиотических и водных членистоногих архипелага Новая земля и прилегающих территорий // СИМБИОЗ-РОССИЯ 2020, сборник статей XII Всероссийского конгресса молодых ученых-биологов с международным участием. Пермь, С. 149–151.

Alexander C.P. 1922. The crane-flies (superfamily Tipuloidea, order Diptera) // In: Høltedahl O (ed) Report on the scientific results of the Norwegian expedition to Novaya Zemlya 1921, no. 5. Oslo (Kristiania), A.W. Brøgger's Bogtrykkeri. P. 1–16.

Bespalaya Y., Przhiboro A., Aksenova O., Berezina N., Gofarov M., Kondakov A., Kurashov E., Litvinchuk L., Sokolova S., Spitsyn V., Shevchenko A., Tsiplenkina I., Travina O., Tomilova A. Preliminary study of the benthic fauna in lakes of the Novaya Zemlya Archipelago and Vaigach Island (the Russian Arctic) // Polar Biology. 44, pp. 539–557.

Kieffer J.J. 1922. Chironomides De La Novuvelle-Zemble // Report of the scientific results of the Norwegian expedition to Novaya Zemlya 1921, no. 2. Kristiania, A.W. Brøgger's Bogtrykkeri, Kristiansand, Oslo. P. 1–24.

Lenz F., Thienemann A. 1922. Chironomidenlarven aus Nowaja Semlja // In: Høltedahl O. (ed). Report on the scientific results of the Norwegian expedition to Novaya Zemlya 1921, no. 3. Kristiania, A.W. Brøgger's Bogtrykkeri, Oslo. P. 1–8.

Morton K.J. 1923. Plecoptera // In: Høltedahl O. (ed). Report on the scientific results of the Norwegian expedition to Novaya Zemlya 1921, no. 16. Oslo (Kristiania), A.W. Brøgger's Bogtrykkeri. P. 1–19.

Ulmer G. 1925. Ephemeropteren und Trichopteren von Nowaja Semlja // In: Høltedahl O. (ed). Report on the scientific results of the Norwegian expedition to Novaya Zemlya 1921, no. 29. Oslo (Kristiania), A.W. Brøgger's Bogtrykkeri. P. 1–4.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ЭКОЛОГИЯ ИХТИОЦЕНА ОЗЕРА НАЧИКИНСКОГО (КАМЧАТКА)

Е.В. Лепская, С.В. Шубкин, М.В. Коваль, О.Б. Тепнин,
В.В. Коломейцев, Т.В. Бонк, И.А. Заочный

Камчатский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии» («КамчатНИРО»), ул. Набережная, 18, г. Петропавловск-Камчатский,
683000, Россия. E-mail: lepskaya@list.ru

Результаты наших исследований показали, что в иктиоцено оз. Начикинское в разное время безледного периода (конец июня – начало ноября) присутствуют производители ранней и поздней нерки (*Oncorhynchus nerka*), молодь нерки (сеголетки и смолты), молодь кижуча (*O. kisutch*), трехиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus*), озерно-ручьевая жилая мальма (*Salvelinus malma*), микижа (*Parasalmo mykiss*), голец Таранца (*Salvelinus taranetzi*), в озерной части истока р. Плотникова – личинки миноги (*Lethenteron* sp.), особи на разных стадиях трансформации и зрелые. Впервые показано, что в озере может нагуливаться молодь симы (*O. masou*). Приведены размерно-массовые характеристики, возрастная структура, а также первые данные о питании молоди тихоокеанских лососей, разновозрастных гольцов и трехиглой колюшки и взрослой микижи. Рассматриваются особенности осеннего распределения рыб в озере.

BIOLOGICAL CHARACTERIZATION AND ECOLOGY OF FISH COMMUNITY IN THE NACHIKINSKOYE LAKE (KAMCHATKA)

E.V. Lepskaya, S.V. Shubkin, M.V. Koval, O.B. Tepnin,
V.V. Kolomeytsev, T.V. Bonk, I.A. Zaochniy

Kamchatka branch of «Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography» («KamchatNIRO»),
18 Naberezhnaya St., Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia. E-mail: lepskaya@list.ru

Results of our research have revealed, that in different moments of ice-free period of Nachikinskoye Lake (from late June to early November) local fish community includes spawners of early or late morphs of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*), juvenile sockeye salmon (underyearlings and smolts), juvenile coho salmon (*O. kisutch*), threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*), fluvial and lacustrine resident Dolly Varden (*Salvelinus malma*), rainbow trout (*Parasalmo mykiss*), Taranetz's char (*Salvelinus taranetzi*), also larval, developing and mature lamprey (*Lethenteron* sp.) individuals occur in the lacustrine part of the Plotnikova River source. Juvenile feeding of masu salmon (*O. masou*) in the lake has observed first time. Data about body length, weight and age structure, first data on juvenile feeding of Pacific salmon, chars of different ages, threespine stickleback and adult rainbow trout are represented. Specifics of distribution of the fish in the lake in autumn is analyzed.

Озеро Начикинское расположено в бассейне р. Большая, которая образуется слиянием рек Быстрой и Плотникова, вытекающей из озера. Этот водоем играет значительную роль в воспроизводстве тихоокеанских лососей и мальмы в речном бассейне (Крохин, Крогиус, 1937; Бугаев, 1995, 2011; Антонов и др., 2007; Бугаев,

Кириченко, 2008). В озере обитает узкоареальный эндемик гольца Таранца (Есин, Маркевич, 2017).

Несмотря на то, что промысел тихоокеанских лососей, воспроизводящихся в бассейне р. Большая, всегда имел немаловажное значение в экономике Камчатского края, исследования особенностей воспроизводства этих рыб в оз. Начикинское за исключением нерки (Запорожец и др., 2013) проводили от случая к случаю. Практически нет опубликованных данных о биологической структуре производителей и молоди некоторых «экзотичных» для озера видов, а данные о их биологии получены либо из неводов в устье р. Большая, либо на речных станциях (ключ Карымайский, р. Начилова) (Бугаев, 1995, 2011, Антонов и др., 2007; Бугаев, Кириченко, 2008; Есин и др., 2009).

Материалы для настоящей работы собраны непосредственно в оз. Начикинское в 1999–2013 гг. и до настоящего времени не были опубликованы.

Цель – охарактеризовать биологию компонентов ихтиоценоза оз. Начикинское и особенности их экологии по имеющимся данным.

Район работ

Озеро Начикинское, ледниковое, моренно-подпрудного типа, расположено в бассейне р. Большая. Морфометрию озера Начикинского впервые охарактеризовал Л.Г. Раменский, посетив этот водоем летом 1908 г. (Крохин, Крогиус, 1937). Впоследствии эти данные уточнялись и в настоящее время исследователи ориентируются на описание, приведенное в работе А.С. Николаева и Е.Т. Николаевой (1991) (табл. 1).

На основании трех гидроакустических съемок в 2012 и 2013 гг. была составлена подробная батиметрическая карта озера (рис. 1), которая в целом подтвердила данные А.С. Николаева о морфометрии дна и соотношении площадей на различных изобатах. Также было показано, что максимальная и средняя глубина озера

Таблица 1

Морфометрические характеристики оз. Начикинское

№	Параметр	Значение			
		Раменский, 1908 г. (цит. по: Крохин, Крогиус, 1937)	Ресурсы..., 1973	Николаев, Николаева, 1991	Коваль и др., 2013
1	Высота над уровнем моря, м	Около 400	–	346	–
2	Площадь водосбора, км ²	–	202	202	–
3	Длина, км	4,9	–	–	–
4	Средняя ширина, км	1,5	–	–	–
5	Наибольшая ширина, км	2,1	–	–	–
6	Глубина максимальная, м	36	–	36,5	35–37
7	Глубина средняя, м	14	–	15,6	14–15
8	Развитие береговой линии	1,81	–	–	–
9	Площадь, км ²	7,54	7,28	7,4	–
10	Объем, км ³	0,105	–	0,11	–
11	Средний угол наклона дна	2°17′	–	–	–
12	Площадь литорали (от 0 до 5 м), %	–	–	27,6	–
13	Время полного водообмена, год	–	–	0,4	–

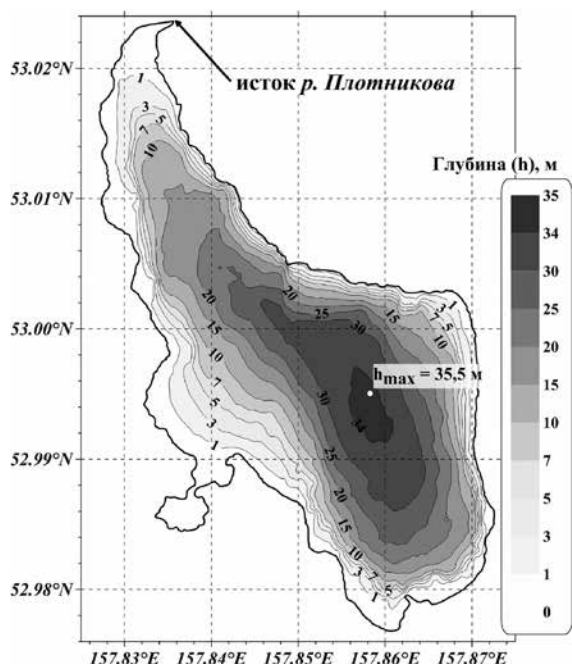


Рис. 1. Батиметрическая карта оз. Начикинское, построенная на основании данных трех гидроакустических съемок в октябре–ноябре 2012–2013 гг.

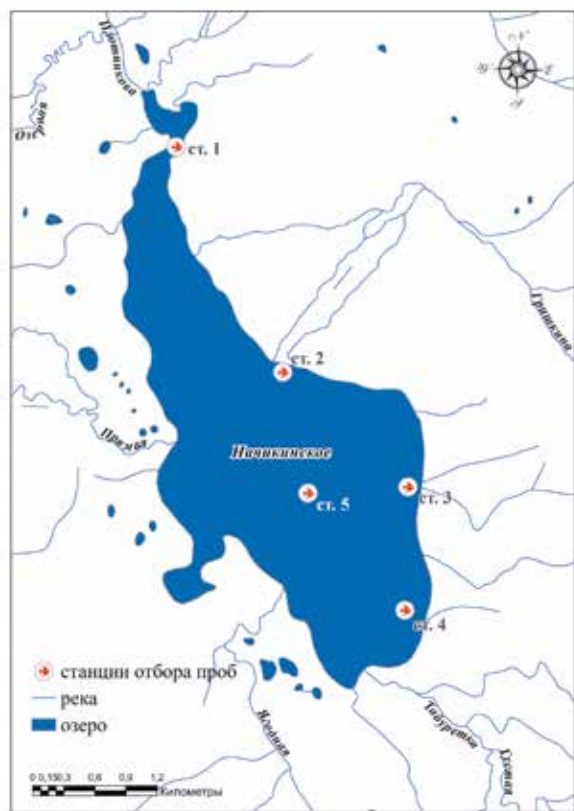


Рис. 2. Схема ихтиологических станций в оз. Начикинское в 1999–2013 гг.

меняется в зависимости от уровня воды в водоеме, который в истоке р. Плотникова может колебаться в пределах 2,0–2,5 м.

Ледостав на озере начинается в середине ноября и продолжается до начала – середины июня (Куренков, 2005).

Согласно типизации нерестовых озер Камчатки, в основу которой положен характер использования нерестового фонда, ледниковое оз. Начикинское относится к водоемам, где большая часть лососей нерестится в притоках, а меньшая – в самом озере (Остроумов, 1985).

Материалы и методы

Материалы, положенные в основу работы, собраны в 1999–2013 гг. в литорали и пелагиали оз. Начикинское (рис. 2). Станция 1 располагается в истоке р. Плотникова в так называемой «горловине», представляющей собой довольно большой плес с зарослями макрофитов. Остальные станции распределены вдоль восточного берега озера. Описание станции можем привести только для ст. 4. В журнале биоанализа (2012 г.) она обозначена как станция “Молодь”, юго-восточный берег, литораль, песчано-галечный грунт, глубина 0,5–1,2 м.

Молодь лососей и трехиглую колюшку отлавливали мальковым неводом на станциях 1, 2, 3, производителей нерки, мальму и гольца Таранца – ставными сетями на станциях 1, 2, 3 и 4 и в пелагиали (ст. 5). Размер ячеек ставных сетей колебался в пределах 40–55 мм.

У всех рыб определяли длину (АС) и массу тела, у большинства – пол, в некоторые годы

у производителей нерки – возраст и плодовитость. Дополнительно у молоди тихоокеанских лососей смотрели возраст, оценивали степень наполнения желудка и изучали состав пищевого комка; у микижи, мальмы и гольца Таранца определяли возраст; у трехиглой колюшки изучали питание.

Всего с разной степенью детализации проанализировано 576 особей взрослой нерки, 500 экз. молоди нерки, 11 экз. молоди кижуча, 11 экз. молоди симы, 50 экз. мальмы, 27 экз. гольца Таранца, 1 экз. микижи, 32 экз. трехиглой колюшки.

Видовую принадлежность рыб определяли по Иллюстрированному определителю... (Леман, Есин, 2008).

Биологический анализ большинства рыб провели на свежем материале согласно общепринятым в ихтиологии методикам (Правдин, 1966). В изучении питания рыб ориентировались на Руководство по изучению питания рыб... (1961).

Определение возраста мальмы и гольцов Таранца проведено по отолитам И.В. Тиллером, за что авторы безмерно ему благодарны.

В октябре-ноябре 2012 и 2013 гг. изучены особенности распределения рыб гидроакустическим методом. Методика гидроакустических исследований подробно описана ранее (Коваль и др., 2013).

Результаты и обсуждение

Исследования ихтиофауны оз. Начикинское с целью оценки биологии важных промысловых видов рыб начались в 1930-е гг. Благодаря работам А.С. Бараненковой и Р.С. Семко осенью 1932 г. и весной 1934 г., а также Е.М. Крохина и Ф.В. Крогиус летом 1933 г. и осенью 1934 г. проведено картирование нерестилищ нерки в озере. Показано, что ранняя (весенняя) нерка нерестится в низовьях большинства озерных притоков, а поздняя (летняя) – в основном в озерной литорали. О нересте иных видов рыб в озере авторы не упоминают (Крохин, Крогиус, 1937).

По результатам авиаучетов и пеших обследований, проведенных позже, установлено, что в озерных притоках не часто нерестится кижуч, и редко горбуша (Остроумов, 1999). По наблюдениям О.М. Запорожца в отдельные годы в последнее десятилетие в озерном притоке, р. Прямая, нерестится небольшое количество горбуши (устное сообщение).

В бассейн озера единично заходит кета. Трехиглая колюшка обитает в пелагиали и литорали, а многоиглая колюшка – преимущественно на прибрежных мелководьях (Куренков и др., 1987).

Список ихтиофауны оз. Начикинское, представленный в монографии В.Ф. Бугаева и В.Е. Кириченко (2008), включает в себя дальневосточную ручьевую миногу, горбушу, кету, кижуча, нерку, микижу, арктического гольца (*Salvelinus alpinus* complex), кунджу, трехиглую и девятииглую колюшек.

По данным Е.В. Есина и Г.Н. Маркевича (2017) в состав ихтиофауны озера входят молодь тихоокеанских лососей, жилая трехиглая колюшка, жилая озерно-ручьевая и проходная мальма, озерный голец (эндемичный морфотип гольца Таранца). В верхнем течении р. Плотникова обитает потамодромная кунджа.

Исследования О.М. Запорожца с коллегами, выполняемые с 2004 г., указывают на то, что производители нерки появляются в оз. Начикинское в середине мая (Запорожец и др., 2013). Их нерест в озерном бассейне продолжается в октябре–ноябре (Запорожец и др., 2019; наши данные).

По нашим данным в ихтиоценозе оз. Начикинское в разное время безледного периода (конец июня – начало ноября) присутствуют производители ранней

и поздней нерки, молодь нерки (сеголетки и смолты), молодь кижуча, молодь симы, трехиглая колюшка, озерно-ручьевая жилая мальма, микижа, голец Таранца, в озерной части истока р. Плотникова (ст. 1) – личинки миноги, особи на разных стадиях трансформации и зрелые (табл. 2).

Суммируя литературные и полученные нами данные (табл. 2), можно согласиться с заключением И.И. Куренкова в том, что «ихтиофауна озера представлена почти всеми видами камчатского ихтиокомплекса» (Куренков, 2005).

Биологическая характеристика рыб

Нерка раннего хода или весенняя нерка была отловлена в июне, первой половине июля, поздняя или летняя нерка – в начале сентября. Биологические характеристики нерки обеих группировок приведены в таблице 3.

С 2002 г. проявляется тенденция к уменьшению длины и массы тела как самок, так и самцов производителей ранней нерки. Несмотря на то, что биостатистические материалы по ранней нерке в устье р. Большая перестали собирать с 2001 г., полученные нами данные укладываются в общие представления об изменении размерно-массовых показателей производителей нерки речного бассейна в сторону уменьшения в рассматриваемый период (Бугаев, 2011) и соответствуют данным, приведенным с работе О.М. Запорожца с коллегами (2013).

У нерки р. Большая без разделения на раннюю и позднюю В.Ф. Бугаевым выделено 18 возрастных групп (Бугаев, 2011), а О.М. Запорожцем – 19 групп (Запорожец

Таблица 2

Структура ихтиоцены оз. Начикинское (оригинальные фотографии некоторых рыб из наших сборов приведены в Приложении)

№	Вид	Значение в ихтиоцене (встречаемость)	Источник
1	Нерка (<i>Oncorhynchus nerka</i>)	Часто	Крохин, Крогиус, 1937; Куренков и др., 1987; Бугаев, Кириченко, 2008; Бугаев, 2011; Запорожец и др., 2013, 2019; наши данные
2	Кижуч (<i>O. kisutch</i>)	Не часто	Куренков и др, 1987; наши данные
3	Горбуша (<i>O. gorbuscha</i>)	Редко	Куренков и др, 1987; наши данные
4	Кета (<i>O. keta</i>)	Единично	Куренков и др, 1987
5	Сима (<i>O. masou</i>)	Единично	Наши данные
6	Жилая озерно-речная мальма, (<i>Salvelinus malma</i>)	Часто	Куренков и др., 1987; Бугаев, Кириченко, 2008; Есин, Маркевич, 2017; наши данные
7	Проходная мальма (<i>Salvelinus malma</i>)	Часто	Есин, Маркевич, 2017
7	Гонец Таранца (<i>Salvelinus taranetzi</i>), узкоареальный эндемик оз. Начикинское	Не часто	Есин, Маркевич, 2017; наши данные
8	Кунджа (<i>Salvelinus leucomaenis</i>)	Не часто	Бугаев, Кириченко, 2008; Есин, Маркевич, 2017
9	Микижа (<i>Parasalmo mykiss</i>)	Не часто	Бугаев, Кириченко, 2008; наши данные
10	Трехиглая колюшка (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	Часто	Куренков и др, 1987; Бугаев, Кириченко, 2008; Есин, Маркевич, 2017; наши данные
11	Девятииглая (Многоиглая) колюшка (<i>Pungitius pungitius</i>)	Часто	Куренков и др, 1987; Бугаев, Кириченко, 2008
12	Минога (<i>Lethenteron</i> sp.)	Не часто	Бугаев, Кириченко, 2008; наши данные

Таблица 3

Средние биологические показатели производителей нерки оз. Начикинское
(прочерк в таблице означает отсутствие данных)

Год	Пол	Длина тела (АС), см	Масса тела (W), кг	Плодовитость, икринки	Доля самцов, %	Объем выбор- ки экз.
Ранняя (весенняя) нерка						
1999	Самцы	$\frac{55,4}{47,0-60,5^*}$	$\frac{2,0}{1,4-2,8}$	—	37	11
	Самки	$\frac{51,9}{43,0-61,5}$	$\frac{1,6}{0,8-2,7}$	—		19
2002	Самцы	$\frac{49,5}{42,0-64,0}$	$\frac{1,3}{0,7-2,8}$	—	64	84
	Самки	$\frac{56,9}{47,0-62,0}$	$\frac{2,0}{1,0-2,9}$	—		47
2003	Самцы	$\frac{61,8}{47,0-68,5}$	$\frac{2,5}{0,9-3,2}$	—	50	22
	Самки	$\frac{56,3}{52,0-60,0}$	$\frac{1,8}{1,4-2,1}$	—		22
2004	Самцы	$\frac{51,9}{39,0-70,0}$	$\frac{1,6}{0,7-4,3}$	—	84	37
	Самки	$\frac{58,0}{56,0-60,0}$	$\frac{2,1}{1,7-2,6}$	—		7
2010	Самцы	$\frac{46,3}{39,0-61,0}$	$\frac{1,2}{0,7-2,7}$	—	61	78
	Самки	$\frac{52,9}{49,0-63,0}$	$\frac{1,8}{1,4-3,2}$	$\frac{2857}{2029-4865}$		49
Поздняя (летняя) нерка						
2009	Самцы	$\frac{47,6}{41,0-64,0}$	$\frac{1,3}{0,8-3,2}$	—	72	145
	Самки	$\frac{53,4}{42,0-60,0}$	$\frac{1,8}{1,3-2,6}$	$\frac{2677}{2052-3948}$		55

* под чертой первое число – минимальное значение, второе – максимальное.

и др., 2013). По нашим данным у самок ранней нерки в 2002 г. и у самок и самцов в 2003 г. преобладала возрастная группа 1.3 (табл. 4). Эта же возрастная группа была основной и в уловах нерки (без разделения по полам) в низовьях р. Большая (Бугаев, 2011) и в озере, начиная с 2004 г. (Запорожец и др., 2013).

Быстро созревающие рыбы возраста 1.1 в промысловых уловах в устье р. Большая отмечены только в 1998 г. (Бугаев, 2011). По нашим данным такие рыбы в оз. Начикинское в 2002 г. были представлены исключительно самцами, масса тела которых колебалась в пределах 0,85–1,1 кг, и в среднем составила 0,95 кг. В этот же год основная масса самцов ранней нерки вернулась на нагул в озеро после

Таблица 4

Возрастная структура (%) производителей ранней нерки оз. Начикинское

Год	Пол	Возрастные группы							Объем выборки, экз.
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.2	2.3	2.4	
2002	Самцы	10	62	22	0	1	6	0	81
	Самки	0	9	62	13	2	13	2	47
2003	Самцы	0	7	90	3	0	0	0	29
	Самки	0	14	82	0	0	5	0	22

2-х лет морского нагула, тогда как самки ранней нерки возврата 2002 г. провели в море 3 года. По данным О.М. Запорожца (Запорожец и др., 2013) это были основные возрастные группы у ранней нерки оз. Начикинское в 2000-е годы. В нашей выборке рыбы с более длительным периодом морского (4 года) и пресноводного (2 года) нагула среди самок встречались чаще. Основная же масса ранней нерки оз. Начикинское провела в пресных водах 1 год, а в море 3, реже 2 года.

Биология **молоди нерки** в оз. Начикинское практически не изучена.

По результатам вскрытия гнезд летней (64 вскрытия) и весенней нерки (количество вскрытий не указано) в период с 8 апреля по 8 мая 1934 г., проведенных А.С. Бараненковой, установлено, что во всех гнездах помимо икры находились мальки на разных стадиях развития, многие с «вполне всосавшимся желточным пузырем». На нерестилищах весенней нерки гнезда были пустыми, так как мальки к этому времени вылупились и вышли из гнезд. 13–14 октября 1934 г. Ф.В. Крогиус провела вскрытие нерестовых бугров весенней нерки в р. Прямая. Икра оказалась на стадии, предшествующей вылуплению малька, а из поврежденной икры выходили жизнеспособные личинки. Из этого был сделан вывод, что мальки весенней нерки выходят из гнезд в ноябре–декабре (Крохин, Крогиус, 1937).

О месте локализации молоди нерки в оз. Начикинское, особенностях ее питания и роста в зимний период данных нет. По аналогии с р. Большая, в которой сезонный рост молоди нерки возобновляется в мае, сразу после вскрытия реки (Бугаев и др., 2018) предполагаем, что сезонный рост сеголеток и годовиков нерки в озере также начинается после вскрытия оз. Начикинское в начале–середине июня.

В 2009–2012 гг. в июне–августе на различных озерных станциях была собрана разнокачественная молодь нерки. Возраст был определен у части рыб в 2009, 2011 и 2012 гг. Данные по возрасту молоди 2009 г. вызвали сомнения. Поэтому разбивка по возрастным группам молоди, собранной в этом году была проведена, исходя из длины ее тела, с учетом даты и места вылова. Дополнительным ориентиром также послужили данные о длине тела сеголеток и годовиков нерки в среднем течение р. Большая (Бугаев и др., 2018). Так, длина тела сеголеток нерки на данном участке реки к августу или ко второй половине сентября может достигать, соответственно 4,6–7,6 см (2009 г.) или 3,8–6,7 см (2013 г.). При этом минимальная длина тела сеголеток, выловленных в самую раннюю дату (середина июля), составляет 4,2 см (2013 г.) и 4,6 см (2009 г.). У годовиков нерки (1+) из этой же речной стации длина тела к концу июня достигает значений 7,2–9,4 см (2010 г.) или 7,8–9,1 см (2015 г.) при минимальной длине в самую раннюю дату вылова – 5,9 см (2015 г.) и 6,0 см (2010 г.) (Бугаев и др., 2018).

В наших сборах молодь из оз. Начикинское (табл. 5) в 2009 г. с длиной тела от 5,7 см и более была отнесена к сеголеткам, что, учитывая выше сказанное и дату вылова (начало июня), не верно. Эти рыбы однозначно относятся к годовикам в предпоклатном состоянии. В 2011 и 2012 гг. определение возраста сомнений не вызвало, так как в целом соответствовало размерному распределению. В 2010 г. молодь, пойманная в истоке р. Плотникова, представляла собой смолтов двух возрастных групп. Многочисленными были рыбы возраста 1+, а рыбы возраста 2+ составляли 5,7%.

Размер рыб одинакового возраста зависел не только от даты поимки, но и от места поимки, что связано со сроками и предпочитаемыми местами нереста сезонных рас. Так длина тела рыб возраста 1+, выловленных в истоке р. Плотникова и на станции, ближайшей к истоку, сопоставима и больше, чем у рыб, выловленных позже на станциях и в значительном удалении от истока р. Плотникова.

Таблица 5

**Размерно-массовые характеристики разновозрастной молоди нерки
оз. Начикинское в 2009–2012 гг.**

Год	Дата	Станция	Возрастная группа								
			0+			1+			2+		
			AC, см	W, г	n	AC, см	W, г	n	AC, см	W, г	n
2009	02.07	Озеро, лито- раль, ст. 2	3,3	2,6	1	$\frac{7,3}{5,7-8,6}$	$\frac{3,7}{1,6-6,1}$	113	–	–	–
2010	10.06	Исток р. Плот- никова	–	–	–	$\frac{7,8}{6,4-9,2}$	$\frac{4,6}{2,4-6,2}$	217	$\frac{10,3}{9,6-10,9}$	$\frac{11,1}{8,8-12,0}$	13
2011	21.07	Озеро, лито- раль, ст. 3, 4	–	–	–	$\frac{5,7}{4,9-6,3}$	$\frac{2,3}{1,4-3,2}$	22	–	–	–
2012	30.06	Озеро, лито- раль, ст. 3, 4	$\frac{3,4}{2,8-4,1}$	$\frac{0,4}{0,2-0,8}$	87	$\frac{5,7}{4,6-6,7}$	$\frac{1,8}{1,0-2,7}$	3	–	–	–
	28.08	Озеро, лито- раль, ст. 3, 4	$\frac{5,2}{3,3-6,9}$	$\frac{1,5}{0,3-4,0}$	99	6,7	3,7	1	–	–	–

Рост сеголеток можно хорошо проследить по данным 2012 г. Так, за 2 месяца сезонного роста рыбы в среднем выросли на 1,8 см.

Соотношение полов (самцы/самки) у молоди без разбивки по возрастным группам близко к 1. Доля самцов в 2009 г. составила 43%, в 2010 г. – 58%. в 2011 г. – 49%.

Питание молоди нерки изучали у рыб, пойманных в литорали и в пелагиали (табл. 6). В середине лета на литорали молодь возраста 1+ (2011 г.) питалась в основном планктонными ракообразными и в меньшей степени воздушными насекомыми и их личинками. У большинства рыб желудки были наполнены циклопом (*Cyclops scutifer*) в основном яйценосными самками (Лосенкова и др., 2011). При этом 50% рыб питались только планктоном, у 36% – пища носила смешанный характер (циклопы, имаго и реже личинки воздушных насекомых), в желудках 14% рыб найдены только воздушные насекомые. Рыб с пустыми желудками не отмечено.

Сеголетки в то же время 2012 г. потребляли в основном куколок и личинок хирономид. Рыбы с пустыми желудками в выборке также отсутствовали.

В конце лета 2012 г. спектр питания сеголеток был максимально разнообразен. Однако по частоте встречаемости и массовой доли в пище на первом месте были имаго двукрылых. Далее по мере уменьшения частоты встречаемости расположились личинки и куколки хирономид и рачки придонного комплекса, хидорусы. По доле в массе пищевого комка на втором месте куколки хирономид и далее – гаммарусы.

Молодь нерки в пелагиали озера в ноябре 2012 г. питалась в основном ракообразными пелагического планктонного комплекса, среди которых по частоте встречаемости и доли от массы пищи преобладали циклопы, копепоиды III–V стадий и половозрелые рачки и в меньшей степени дафнии.

Очевидно, что спектр питания молоди нерки зависел от сезона и биотопа.

Среднее значение индекса наполнения желудка (ИНЖ, $\frac{\circ}{\text{ооо}}$) как и размах его изменений, мало отличались в разные сезоны и годы, что говорит о хорошей обеспеченности пищей молоди нерки в это время. Такая же картина характерна для коэффициента упитанности по Кларк.

Таким образом, исследованная нами разновозрастная молодь нерки питалась активно, разнообразно и не испытывала недостатка в пище. Об этом также свидетельствует отсутствие или незначительное количество особей с пустыми желудками.

Молодь **кижуча** была поймана в конце июля 2011 г. на ст. 1 в истоке р. Плотникова (8 экз. из них 4 самца) и в конце июня 2012 г. на ст. 4 (3 экз.). Возраст молоди, выловленной в 2011 г. определен как 1+. Средняя длина тела рыб составила 8,8 см (минимум 6,5; максимум 9,8). Кижуч, выловленный в литорали (2 самца, 1 самка) был крупнее. Средняя длина тела составила 10,0 см (минимум 8,6; максимум 11,7), масса тела – 11,7 г (минимум 7,5; максимум 17,1). У самки (АС – 9,6 см; W – 10,6 г) в полости тела между пилорическими придатками находились многочисленные ленточные черви.

Молодь **симы** (Приложение, рис. 1) (11 экз. из них 4 самки, остальные самцы) была поймана в конце июня 2012 г. на ст. 4 (см. рис. 2). Средняя длина тела рыб составила 10,2 см (минимум 7,0; максимум 12,6), средняя масса тела – 16,3 г (минимум 4,5; максимум 24,0).

Для симы характерно наличие карликовых жилых самцов, которые обитают в пределах реки и начинают созревать при достижении размера 10 см (Смирнов, 1975; Есин и др., 2009).

По нашим данным длина тела самцов симы варьировала в пределах 8,2–12,6 см. У самца длиной 11,1 см, массой 18,5 г гонады соответствовали 3 стадии зрелости.

В бассейне р. Большая нерестилища симы известны в р. Начилова (Есин и др., 2009). По данным из других частей ареала (Смирнов, 1975) сима на нерест заходит в мелкие притоки или поднимается в верховья рек и нерестится на участках с каменисто-песчаным грунтом и течением более сильным, чем в местах нереста горбуши и кеты. Учитывая, что в отдельных притоках оз. Начикинское изредка нерестятся кета и горбуша нельзя исключать и единичный нерест симы.

Информация о поимке в оз. Начикинское **микижи** регулярно поступает от рыбаков любителей и наблюдателей КамчатНИРО. Однако данные о ее биологии в озере приведены впервые.

В середине октября 2013 г. сетью, выставленной в пелагиали (застой 12 часов, размер ячеи 55, высота стенки 3 м) была поймана 1 самка микижи (Приложение, рис. 2). Длина тела (АС) рыбы составила 46,5 см, масса тела 1,15 кг. Стадия зрелости – 4, икра в ястыках разного размера. Рыба была хорошо упитана (коэффициент упитанности по Кларк – 1,0), с большим количеством полостного жира. Возраст рыбы составил 7+.

Мальма в оз. Начикинское представлена жилой озерно-речной и проходной формами (Есин, Маркевич, 2011). В наших сборах из пелагиали (ст. 5), проведенных в середине октября 2013 г., мальма была представлена исключительно жилой формой (Приложение, рис 3, 4), о чем свидетельствовало отсутствие «морской» зоны на отолидах (табл. 7). Среди рыб встречались как незрелые, так и созревшие и отнерестовавшие особи.

Таблица 7

Возрастная структура (%) пелагической мальмы оз. Начикинское в улове 16 октября 2013 г.

Готовность к нересту	Пол	Возрастные группы						
		3+	4+	5+	6+	7+	8+	Объем выборки, экз.
Незрелые	Самцы	8	33	17	42	–	–	12
	Самки	–	42	33	17	8	–	12
Нерестовые	Самцы	–	30	30	10	30	–	10
	Самки	–	20	40	20	–	20	5

Незрелые рыбы входили в возрастную группу 3+...7+. При этом гольцы возраста 3+ были исключительно самцами, а возраста 7+ – самками. Модальную группу формировали рыбы возраста 4+...6+ с преобладанием первой группы.

Нерестовая часть мальмы в нашей выборке имела возраст 4+...8+. Самыми старшими рыбами были самки. Большая часть рыб нерестилась в возрасте 5+.

Рыбы максимальных возрастов, как в незрелой, так и в зрелой группах были самками, поскольку, вероятно, именно самкам требуется больше времени для созревания.

Размах изменчивости длины тела (табл. 8) мальмы был незначительным, что, вероятно, явилось следствием селективности орудий лова (табл. 8, рис. 3). Самцы были покрупнее самок, среди первых была также отмечена особь максимальной длины. Масса тела изменялась в более широких пределах, укладываясь при этом без «выбросов» в зависимость длина/масса (рис. 3). Коэффициент упитанности по Кларк как у незрелых, так и нерестовых и отнерестовавших рыб составил в среднем 0,8 (0,7–0,9), что может свидетельствовать о хорошем питании гольцов в озере в летний и осенний периоды.

Соотношение полов – близко к нормальному.

Биологические показатели мальмы в нашей выборке укладываются в общие характеристики озерно-речной жилой формы, описанной ранее для оз. Начикинское (Есин, Маркевич, 2017).

Среди группы гольцов, которых относят к *Salvelinus alpinus* complex оз. Начикинское (Бугаев, Кириченко, 2008) в настоящее время выделен узкоареальный эндемик оз. Начикинское **голец Таранца** (Есин, Маркевич, 2017). В наших сборах,

Таблица 8

Биологическая структура пелагической мальмы оз. Начикинское в улове 16 октября 2013 г.

Пол	Длина тела (AC), см	Масса тела (W), г	Доля самцов, %	Объем выборки экз.
Самцы	<u>25,4</u> 20,7–37,2	<u>159</u> 83–382	52	21
Самки	<u>24,7</u> 20,3–31,5	<u>136</u> 72–273		18

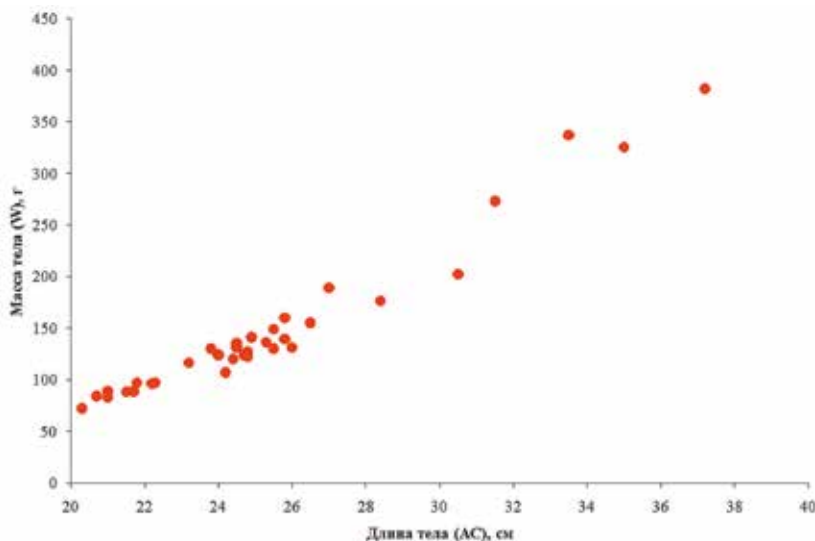


Рис. 3. Зависимость длина – масса пелагической мальмы оз. Начикинское в улове 16 октября 2013 г.

которые провели 7–15 июня 2010 г. на станциях 1 и 2 и 16 октября 2013 г. в центре озера (ст. 5) были отловлены рыбы, отнесенные к этой форме. В первом случае это были крупные рыбы (Приложение, рис. 5), тогда как особи, выловленные в пелагиали осенью, были вдвое мельче (табл. 9) (Приложение, рис. 6).

Таблица 9

Биологическая структура гольца Таранца оз. Начикинское в 2010 и 2013гг.

Дата	Пол	Длина тела (AC), см	Масса тела (W), кг	Доля самцов, %	Объем выборки экз.
Июнь 2010	Самцы	$\frac{49}{46-56}$	$\frac{1,7}{1,5-2,6}$	25	6
	Самки	$\frac{49}{43-51}$	$\frac{1,6}{1,3-1,9}$		18
Октябрь 2013	Самки	$\frac{32}{29-35}$	$\frac{0,3}{0,2-0,4}$	–	3

Средняя длина тела и самцов и самок в июньской пробе была одинакова. Различались лишь крайние значения, которые у самцов были сдвинуты в большую сторону. Средняя масса самцов и самок также практически не различалась, но размах значений массы у самок были меньше.

Длина тела рыб из октябрьской пробы была в среднем на 20 см, а масса тела чуть более в пятеро меньше, чем у рыб из июньской пробы.

Соотношение полов в улове июня 2010 г. было значительно сдвинуто в сторону преобладания самок. Примечательно, что 5 из 6 самцов были пойманы на ст. 2.

В выборке 2010 г. возраст рыб изменялся в интервале 6+...9+. Рыб младших возрастных групп было немного. Большая часть рыб имела возраст 7+...9+ (табл. 10).

Таблица 10

Возрастная структура (%) гольца Таранца оз. Начикинское в улове 7–15 июня 2010 г.

Пол	Возрастные группы				
	6+	7+	8+	9+	Объем выборки, экз.
Самцы	–	67	33	–	6
Самки	6	33	28	33	21

Возраст мелких рыб в выборке 2013 г. составил 5+ (2 экз.) и 7+ (1 экз.). По характеру окраски, форме тела и возрасту этих рыб можно отнести к старшей молодежи гольца Таранца (Есин, Маркевич, 2017).

Крупные рыбы, пойманные на ст. 1, в так называемой «горловине», питались в основном брюхоногими моллюсками, вероятно využívая их в толще воды. Дрифт крупных, около 3 см в диаметре, гастропод *Lymnaea* sp. (рис. 4) Е.В. Лепская наблюдала в «горловине» (ст. 1) в конце июля 2011 г.

Желудки рыб, выловленных на ст. 2 – литораль рядом с впадением ручьев, были заполнены рыбой.

Средний коэффициент упитанности по Кларк был равен 1,1 (0,8–1,5), и свидетельствовало о хорошей пищевой обеспеченности рыб.

Жилая **трехиглая колюшка** (Приложение, рис. 7), выловленная в конце июня 2012 г. на литорали (ст. 4) в количестве 15 экз. имела среднюю длину тела 4,4 (2,6–5,6) см, массу – 1,1 (0,1–3,1) г. Зачаточные гонады не позволили определить пол. Рыбы, пойманные в конце августа на той же станции (30 экз.) имели развитые гонады. средняя длина тела этих рыб составила 5,4 (4,5–7,0) см, масса – 1,4 (0,6–2,9) г, доля самцов – 47%.



Рис. 4. Брюхоногие моллюски *Lymnaea* sp. в дрефте в озерной части р. Плотникова

По частоте встречаемости и массе в пищевом комке колюшек из августовского улова значительную часть составляли мелкие камушки и песок (табл. 11).

Среди пищевых объектов чаще всего рыбы хватали личинок хирономид, которые по массе превалировали в пище. Значительную роль в питании колюшек играли организмы бентоса – моллюски и ракообразные. В отличие от молоди нерки (см. табл. 6), отловленной одновременно на той же станции в пище колюшки не найдены воздушные и наземные насекомые. Вероятно в данном случае сказались особенности пищедобывательного поведения. Колюшка питалась в придонном слое, а молодь нерки в толще воды и у поверхности.

В озерной части истока р. Плотникова (ст. 1) в первой половине июня, в период отлова покатной молоди нерки, в неводных уловах регулярно попадались **миноги** (*Lethenteron* sp.) длиной не более 20–25 см в состоянии трансформации и взрослые. Здесь же 20 июля 2011 г была отловлена личинка миноги (*Lethenteron* sp.) длиной около 20 см на этапе микрофталмии (табл. 2) (Приложение, рис. 8).

Таблица 11

Состав пищи трехиглой колюшки на литорали оз. Начикинское 28 августа 2012 г.

Пищевой объект	Частота встречаемости, %	Кол-во организмов в пище, экз./желудок	% от массы пищи
Ракообразные придонного комплекса			
Gammaridea	12	4 (0–40)	8 (0–93)
Harpacticoida	20	8 (0–68)	0,2 (0–1)
Ostracoda	12	5 (0–65)	2 (0–45)
Chydoridae	44	19 (0–более 100)	3 (0–35)
Моллюски			
Bivalvia	28	4 (0–26)	6 (0–94)
Gastropoda	12	2 (0–25)	1 (0–22)
Амфибиотические насекомые			
Личинки хирономид	92	57 (0–более 100)	30 (0–100)
Веснянки, нимфы	4	0,4 (0–9)	2 (0–49)
Грунт (крупный песок, мелкая галька)	76	–	48 (0–100)
ИНЖ, % _{ооо}	233 (63–536)		
Коэффициент упитанности по Кларк	0,6 (0,5–0,8)		
Объем выборки (без учета пустых желудков), экз.	25		

Результаты эхосъемок проведенных в оз. Начикинское А.С. Николаевым в августе 1987 г., и нами в октябре, ноябре 2012 г., ноябре 2013 г. позволили выявить некоторые особенности распределения рыб по изобатам в зависимости от времени суток и состояния погоды. Так было показано, что в дневное время в ветренную ясную погоду (1987 и 2012 гг.) основные скопления рыб находились, преимущественно, в придонных слоях озера. В спокойную пасмурную погоду (2013 г.) рыба распределялась разреженно в толще воды, занимая в основном горизонт от 15 до 30 м. С глубиной размер рыб увеличивался. Например, особи длиной более 20 см предпочитали придонный слой, тогда как мелкие длиной до 13 см рыбы обитали рассеянной массой по всей пелагиали. Структура пелагического мелкоразмерного ихтиоцена вероятнее всего формировалась молодью нерки и гольцов, а также, в некоторой степени, жилой трехиглой колюшкой (Коваль и др., 2013).

Заключение

Таким образом, в работе обобщены новые материалы по биологии компонентов ихтиоцена оз. Начикинское, собранные за период 1999–2013 гг. Впервые отмечено присутствие молоди симы в водоеме.

В результате анализа данных выявлены/уточнены размерно-массовые характеристики некоторых представителей ихтиофауны оз. Начикинское, их половой и возрастной состав, а также особенности питания. Впервые приведены данные о питании молоди разновозрастной нерки и трехиглой колюшки в данном водоеме.

Рассмотрены особенности некоторых аспектов их экологии. В частности распределение по станциям во время пищедобывания, распределение в водоеме в зависимости от сезона и погоды.

Благодарности

Авторы благодарны А.В. Кучерявому старшему научному сотруднику ИПЭЭ РАН за консультации по миногам; О.М. Запорожцу ведущему сотруднику КамчатНИРО за обсуждение и сделанные замечания; всем сотрудникам КамчатНИРО, которые помогали в сборе материала.

Литература

- Антонов Н.П., Бугаев В.Ф., Погодаев Е.Г. 2007. Биологическая структура и динамика численности двух стад нерки *Oncorhynchus nerka* Западной камчатки – рек Палана, Большая // Известия ТИНРО. Т. 150. С. 137–154.
- Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). М.: Колос. 464 с.
- Бугаев В.Ф. 2011. Азиатская нерка – 2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX – начале XXI вв.). Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс». 380 с.
- Бугаев В.Ф., Кириченко В.Е. 2008. Нагульно-нерестовые озера азиатской нерки (включая некоторые другие водоемы ареала). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 280 с.
- Бугаев В.Ф., Растегаева Н.А., Травина Т.Н. 2018. Вопросы сезонного роста молоди нерки *Oncorhynchus nerka* р. Большой (Западная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Докл. XVII–XVIII междунар. научн. конференций. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 42–56.
- Есин Е.В., Маркевич Г.Н. 2017. Гольцы рода *Salvelinus* азиатской части Северной Пацифики: происхождение, эволюция и современное разнообразие. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 188 с.
- Есин Е.В., Чебанова В.В., Леман В.Н. 2009. Экосистема малой лососевой реки Западной Камчатки (среда обитания, донное население и ихтиофауна). М.: Товарищество научных издательств КМК. 176 с.

- Запорожец О.М., Запорожец Г.В., Зорбиди Ж.Х. 2013.** Динамика численности и биологические характеристики тихоокеанских лососей реки Большой (Западная Камчатка) // Изв. ТИНРО. Т. 174. С. 38–68.
- Запорожец О.М., Запорожец Г.В., Фельдман М.Г. 2019.** Оценка численности производителей нерки и их распределение по нерестовым стациям в бассейне Начикинского озера ((Камчатка) в 2019 г. // Изв. ТИНРО. Т. 200. Вып. 3. С. 618–634.
- Коваль М.В., Лепская Е.В., Дубынин В.А., Шубкин С.В., Травин С.А. 2013.** Опыт гидроакустических исследований лососей в пелагиали некоторых озер Камчатки // Бюллетень № 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-центр. С. 207–225.
- Крохин Е.М., Крогнус Ф.В. 1937.** Очерк бассейна р. Большой и нерестилищ лососевых, расположенных в нем // Известия ТИНРО. Т. 9. 158 с.
- Куренков И.И. 2005.** Зоопланктон озер Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. 178 с.
- Леман В.Н., Есин Е.В. 2008.** Иллюстрированный определитель лососеобразных рыб Камчатки. М.: Изд-во ВНИРО. 100 с.
- Лосенкова К.В., Шубкин С.В., Шагинян А.Э. 2011.** Спектр питания молоди нерки оз. Начикинского и кокани Толмачевского водохранилища (Южная Камчатка) летом 2011 г. (предварительные данные) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: тезисы докладов XII международной научной конференции, посвященной 300-летию со дня рождения С.П. Крашенинникова. Петропавловск–Камчатский: Камчатпресс. С. 66–67.
- Николаев А.С., Николаева Е.Т. 1991.** Некоторые аспекты лимнологической классификации нерковых озер Камчатки // Исслед. биол. и динамики численности промысл. рыб Камч. шельфа. – Петропавловск-Камчатский. Вып. 1. Ч. 1. С. 3–17.
- Остроумов А.Г. 1999.** Нерестовое значение рек и озер Камчатской области и Корякского Автономного Округа (западное побережье) // Отчет о научно–исследовательской работе. Архив КамчатНИРО. Инв. № 6442. 122 с.
- Остроумов А.Г. 1985.** Нерестовые озера Камчатки // Вопросы географии Камчатки. вы. 9. Стр. 47–56.
- Правдин И.Ф. 1966.** Руководство по изучению рыб. М.: Изд-во «Пищевая промышленность». 376 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР (Камчатка). 1973.** Т. 20: Камчатка / Авт. М. Г. Васьяковский, Г.Н. Старков, К.Д. Степанова [и др.]; Под ред. канд. геогр. наук М.Г. Васьяковского. 367 с.
- Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. 1961.** М.: Изд-во Академии наук СССР. 264 с.
- Смирнов А.И. 1975.** Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: Изд-во МГУ. 335 с.

Приложение



Рис. 1. Сима молодь



Рис. 2. Микижа



Рис. 3. Озерно-ручьевая мальма, неполовозрелая



Рис. 4. Озерно-ручьевая мальма, нерестовая



Рис. 5. Голец Таранца



Рис. 6 А, Б. Голец Таранца молодь



Рис. 7.Трехиглая колюшка



Рис. 8. Личинка миноги

**КОРМОВАЯ БАЗА И ПИТАНИЕ МОЛОДИ КЕТЫ
(*ONCORHYNCHUS KETA* WALBAUM) БИДЖАНСКОГО
РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА В БАССЕЙНЕ Р. БИДЖАН
(ЕВРЕЙСКАЯ АВТОНОМНАЯ ОБЛАСТЬ)**

Е.А. Макаrenchенко^{1,2}, Л.М. Азмухаметова², А.В. Вихристук²

¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: makarchenko@biosoil.ru

²ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», ул. Луговая, 52Б, Владивосток, 690087, Россия

Приведены оригинальные данные по кормовой базе и спектрам питания естественным кормом молоди кеты в выростных водоемах и водотоках Биджанского лососевого рыбоводного завода, расположенного в бассейне р. Биджан Еврейской автономной области.

**FEED BASE AND NUTRITION OF JUVENILE CHUM SALMON
(*ONCORHYNCHUS KETA* WALBAUM) OF THE BIDZHAN FISH
HATCHERY IN THE BIDZHAN RIVER BASIN
(JEWISH AUTONOMOUS REGION)**

E.A. Makarchenko^{1,2}, L.M. Azmukhametova², A.V. Vikhristyuk²

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: makarchenko@biosoil.ru

²Far Eastern State Technical Fisheries University, 52b Lugovaya St., Vladivostok, 690087, Russia

Original data on the feed base and the nutritional spectra of natural food for juvenile chum salmon in the growth water bodies and streams of the Bidzhan salmon fish hatchery located in the Bidzhan River basin of the Jewish autonomous region are presented.

Осенняя кета – основная промысловая рыба бассейна Амура, искусственному разведению которой придается большое значение. В настоящее время на Амуре функционируют три завода по разведению осенней кеты: Биджанский, Тепловский и Гурский. Данные по состоянию кормовой базы мальков и закономерностям ее формирования получены только для Тепловского рыбоводного завода (ЛРЗ), который находится в бассейне р. Бира, на берегу лимнокрена «Теплое озеро» (Леванидов, Леванидова, 1962).

Однако, для заводов, находящихся не в зоне лимнокренов, а на ключах, обретенных выходами грунтовых вод, опыт, полученный В.Я. Леванидовым, И.М. Леванидовой (1962) и рыбододами нескольких поколений для Тепловского ЛРЗ должен быть адаптирован, так как видовое и количественное разнообразие кормовых объектов может быть иным и ранний выпуск мальков кеты может быть не обеспечен кормовыми ресурсами.

Одним из таких рыбоводных заводов, расположенных на ключах, является Биджанский ЛРЗ, для выростных водоемов и водотоков которого отсутствует

информация о кормовых объектах, кормовых ресурсах и кормовой базе, а также спектрах питания естественным кормом заводской молоди.

В мае 2011 г. Е.А. Макаrenchенко начаты работы по гидробиологическому изучению бассейна р. Биджан и в частности выростных водоемов и водотоков Биджанского ЛРЗ, которые находятся в бассейне этой реки. Кроме этого возникла необходимость, продиктованная практиками, изучить кормовую базу этих водотоков и водоемов, а также определить спектры питания молоди кеты, которая выращивается на этом заводе, определить ее кормовые объекты и предпочтения.

Первоочередные задачи таких исследований заключаются в бентосной съемке выростных водоемов и водотоков, выявлении структуры сообществ, выяснении роли отдельных компонентов бентоса в питании мальков, установлении основных моментов в биологии кормовых беспозвоночных, оценке запасов кормовых животных, выяснении путей увеличения этих запасов и наиболее рационального их использования при выращивании мальков, выявлении общих закономерностей в формировании кормовой фауны в выростных водоемах. Предлагаемая работа – это предварительная часть такого большого исследования, которое еще далеко от завершения.

Цель настоящей работы – изучить кормовую базу молоди кеты и определить спектры ее питания естественным кормом в выростных водоемах и водотоках Биджанского ЛРЗ, расположенного в Еврейской автономной области. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести бентосную гидробиологическую съемку основных выростных водоемов и водотоков ЛРЗ.
2. Определить структуру донных сообществ исследованных водотоков.
3. Выявить из состава бентоса доступные для мальков кеты по размерам и биологии кормовые объекты и определить их.
4. Определить и проанализировать спектры питания мальков кеты, установить долю потребления ими естественного корма.

Материал и методика

Для проведения исследований на ключах Федоткин и Большой бассейна р. Биджан было поставлено 6 станций, на которых в апреле–июне 2012 г. производился отбор количественных проб зообентоса, отлов дрейфующих донных беспозвоночных (дрифта) и мальков кеты. На каждой станции по мере возможности отлавливалось 25–30 мальков кеты.

Мальков ловили сачком и фиксировали 4%-ным формалином. Перед вскрытием у каждого малька определяли длину по Смитту и массу тела (Правдин, 1940). После вскрытия извлекали желудок; массу пищевого комка вычисляли как разницу массы наполненного и пустого желудка. Анализ пищевого комка проводили под микроскопом МБС-10. Определение компонентов проводили под микроскопом “Olympus”, для чего изготавливали препараты на предметных микроскопных стеклах, в первую очередь для идентификации хирономид.

При определении хирономид и других пресноводных беспозвоночных были использованы статьи, определители, каталоги, монографии и ревизии отечественных и зарубежных авторов (Макаrenchенко, 1985, 2006; Макаrenchенко, Макаrenchенко, 1999, 2006; Панкратова, 1970, 1977, 1983; Makarchenko, Makarchenko, 2017.). Сохранившихся животных определяли до вида, подсчитывали, обсушивали на фильтровальной бумаге и взвешивали на торсионных весах типа WT-50. Коэффициент

встречаемости и индекс наполнения желудков рассчитан с учетом пустых желудков. Индекс наполнения ($IN, \%$) определяли согласно соотношению, приведенному в Методическом пособии ... (1974), а индекс избирательности (E) вычисляли по формуле, предложенной В.С. Ивлевым (1955).

Структуру бентосного сообщества беспозвоночных и дрифта оценивали по классификации В.Я. Леванидова (1976), согласно которой доминанты составляют более 15%, субдоминанты – 5,0–14,9%, второстепенные виды – 1,0–4,9%, третьестепенные – менее 1% общей численности видов.

Результаты и обсуждение

Основной выпуск молоди кеты из цехов проходил в апреле – начале мая при повышении температуры воды в ключе Федоткин от 3,9 до 13,3 °С. В конце мая, первой половине июня мальки в ключе у цехов практически не встречались. Длина тела мальков варьировала в диапазоне от 42 до 68 мм, масса тела – от 724 до 2800 мг. По неопубликованным данным рыбоводов Биджанского ЛРЗ масса молоди кеты, выпускаемой из цехов в последние годы редко превышала 1000 мг. Учитывая весовые характеристики обследованных экземпляров, можно предположить, что в период нагула мальки достаточно хорошо адаптировались к естественному питанию в ключе, поскольку масса их тела в конце апреля увеличилась. Из 75 просмотренных желудков пустыми оказались лишь 5: из них 4 были встречены в пробе за 18 апреля и один за 23 апреля.

Средние величины индекса наполнения желудков, характеризующие накормленность и отражающие в определенной степени интенсивность питания, изменялись в период наблюдений также в сторону увеличения: максимальное значение (6.58%) зарегистрировано в конце периода исследований (см. таблицу).

Таблица

Индекс наполнения желудков (IN) молоди кеты *Oncorhynchus keta* в ключе Федоткин

Дата	IN, %		Среднее число жертв, экз.	Средняя масса жертв, мг
	средний	<i>min–max</i>		
18–19.04	1.03 ± 0.49	0.19–2.13	6	1.43
23–24.04	2.05 ± 1.54	0.38–5.04	21	1.10
30.04–1.05	2.86 ± 1.85	0.50–6.58	24	1.40

При условии питания кеты 3–4 раза в сутки суточный рацион мальков в период нагула может составлять в среднем около 12% массы их тела (Леванидов, Леванидова, 1951).

Среднее число жертв в желудках увеличивалось с 6 экз. в начале исследования до 24 экз. в его конце. Средняя масса жертв варьировала в небольшом диапазоне – от 1,10 до 1,43 мг.

В целом спектры питания мальков кеты были относительно разнообразны и включали 51 вид и группу видов беспозвоночных, главным образом представителей зообентоса и наземных насекомых. Планктонные организмы в питании встречались крайне редко. Основу питания молоди кеты составляли амфибиотические насекомые (94,1%), принадлежащие к отрядам поденки, веснянки и двукрылые. Состав пищи включал 8 таксонов поденок, 1 вид веснянок, 4 таксона отряда дву-

крылых и 34 вида и групп видов двукрылых из семейства хирономиды. Ручейники в питании молоди кеты отсутствовали.

По мере роста мальков происходило расширение видового состава их пищи. Так, 18 апреля кормовые компоненты были представлены 27 таксонами, а 23 апреля и 1 мая спектры питания слагались из представителей 40 таксонов. Увеличение разнообразия в рационе мальков происходило в основном за счет личинок поденок и хирономид. Среди всех пищевых компонентов по частоте встречаемости доминировали личинки хирономид *Pseudodiamesa stackelbergi* (Giethebuier), *Orthocladius* spp., *Eukiefferiella brevicar* (Kieffer), *E. clypeata* (Kieffer), *Paratrichocladius rufiventris* (Meigen), *Thienemanniella* sp., *Rheocricotopus effusus* (Walker). Кроме хирономид в желудках молоди кеты довольно часто встречались олигохеты, личинки двукрылых *Hexatoma* sp. и мокрецов (сем. Ceratopogonidae).

Известно, что основными источниками питания мальков служат бентос и дрейфующие в толще воды беспозвоночные животные (Леванидов, 1969). Результаты наших исследований подтверждают, что донные беспозвоночные являются одним из основных компонентов кормовой базы молоди кеты в выростных водоемах и водотоках Биджанского ЛРЗ. Об этом свидетельствует присутствие в пищевом комке кеты личинок хирономид *Diplocladius cultriger* Kieffer, *Hydrobaenus* sp., *Parachaetocladius akanoctavus* Sasa et Kamimura, личинок мошек и цератопогонид, не отмеченных в пробах дрейфа. В то же время, присутствие в желудках кеты личинок хирономид *Oliveridia? tricornis* (Oliver), которые не были зарегистрированы ни в дрейфе, ни в бентосе, указывает на сбор пищи в биотопах, не затронутых нашими исследованиями.

Результаты обработки проб за 23 апреля 2012 г. показали, что бентос характеризовался высоким видовым разнообразием. Численность организмов составляла 25048 экз/м², а биомасса 42,08 г/м². В его состав входили: хирономиды (34 вида), веснянки (2 вида), поденки (15), ручейники (7), а также мошки, цератопогониды, другие двукрылые, нематоды, водяные клещи, жуки, олигохеты. В бентосном сообществе доминанты по численности отсутствовали. К категории субдоминантов относились личинки поденок *Drunella cryptomeria* (Imanishi), *Ephemerella kozhovi* Bajkova и хирономид *Micropsectra* sp., *Stempellina tamaseptima* (Sasa), *E. brevicar*, плотность которых варьировала от 5,6 до 13,3%. Личинки хирономид *Ps. stackelbergi* при высокой частоте встречаемости в пищевых комках мальков в структуре бентосного сообщества входили в категорию третьестепенных видов, поскольку их доля в общей численности составила всего лишь 0,2%.

Вместе с тем, следует отметить, что именно для *Ps. stackelbergi*, *Diamesa* sp., *Orthocladius* spp. и *Cladotanytarsus* sp. установлен самый высокий среди представителей бентоса индекс селективности, изменяющийся в пределах 0,98–0,99. Кроме указанных видов, предпочитаемой донной пищей мальков являлись также личинки хирономид *Corynoneura* sp. и *P. akanoctavus*, индекс избирательности которых составлял 0,86.

Видовой состав дрейфа в период наших исследований (18.04–01.05.2012 г.) был представлен 81 таксоном. Доминировали личинки хирономид (47%), за ними в порядке убывания следовали поденки (21%), веснянки (11%), ручейники (9%); суммарная доля двукрылых, олигохет, водных клещей, жуков, нематод и наземных насекомых не превышала 12% общего числа видов дрейфующих животных. Пик общей численности дрейфа во время наблюдений приходился на 23 апреля. В структуре дрейфа 23–24 апреля личинки хирономид *Tanytarsus* sp. и *Sympotthastia repentina* Makarchenko доминировали по численности, составляя немногим более

15% дрейфующих организмов. В остальные даты наблюдений эти виды входили в категорию субдоминантов либо второстепенных видов.

В соответствии с рассчитанными индексами избирательности элективность *Tanytarsus* sp. и *Ps. stackelbergi* в дрефте составляла соответственно – 0,80 и 0,48. При сопоставлении индексов избирательности для *Ps. stackelbergi* в бентосе и дрефте можно заключить, что мальки кеты предпочитали питаться личинками этого вида хирономид с грунта в большей степени, чем извлекать их из потока дрейфующих организмов. Это предположение относится также и к личинкам хирономид *Diamesa* sp. и *Orthocladius* spp. Среди других дрейфующих амфибионтов наиболее предпочитаемым кормом для молоди кеты были личинки поденок *Cinygmula kurenzovi* Bajkova и хирономид *E. brevicar*, *Rheocricotopus* gr. *brunensis*.

Выводы

1. Основным компонентом кормовой базы молоди кеты в выростных водоемах и водотоках Биджанского рыбоводного завода являются организмы зообентоса. В апреле 2012 г. донные сообщества характеризовались высоким видовым разнообразием. Численность организмов составляла 25 048 экз/м², а биомасса 42,08 г/м². В их состав входили: хирономиды (152 вида), веснянки (2 вида), поденки (15), ручейники (7), а также мошки, цератопогониды, другие двукрылые, нематоды, водяные клещи, жуки, олигохеты. В бентосном сообществе доминанты по численности отсутствовали. К категории субдоминантов относились личинки поденок *D. cryptomeria*, *E. kozhovi* и хирономид *Micropsectra* sp., *S. tamaseptima*, *E. brevicar*, плотность которых в бентосе варьировала от 5,6 до 13,3%. Личинки хирономид *Ps. stackelbergi* при высокой частоте встречаемости в пищевых комках мальков в структуре бентосного сообщества входили в категорию третьестепенных видов, поскольку их доля в общей численности составила всего лишь 0,2%.

2. Спектры питания молоди кеты, выпущенной из цехов Биджанского ЛРЗ представлены 51 видом донных беспозвоночных и наземных насекомых, среди которых доминировали амфибиотические насекомые (94,1%), главным образом личинки двукрылых – хирономид, *Ps. stackelbergi*, *D. cultriger*, *Hydrobaenus* sp., *P. akanoctavus* и др., мошек, цератопогонид, а также поденок и веснянок, причем их видовое разнообразие увеличивалось по мере роста мальков. В питании мальков кеты не обнаружены личинки ручейников.

3. Самые высокие среди представителей бентоса индексы селективности установлены для личинок хирономид *Ps. stackelbergi*, *Diamesa* sp., *Orthocladius* spp. и *Cladotanytarsus* sp., изменяющиеся в пределах 0,98–0,99. Кроме указанных видов, предпочитаемой донной пищей мальков являлись также личинки хирономид *Corynoneura* sp. и *P. akanoctavus*, индекс избирательности которых составлял 0,86.

Благодарности

Авторы благодарны бывшему директору Биджанского ЛРЗ Н.В. Антиповой и работникам этого рыбоводного завода за помощь, оказанную при сборе материала. Также мы признательны сотрудникам Лаборатории пресноводной гидробиологии ФНИЦ Биоразнообразия ДВО РАН, д.б.н. Т.М. Тиуновой и к.б.н. О.В. Орел за помощь в определении личинок поденок и хирономид трибы Tanytarsini, а также д.б.н. В.А. Тесленко за консультации по методам изучения питания мальков кеты.

Литература

- Ивлев В.С. 1955.** Экспериментальная экология питания рыб. М.: Пищепромиздат. 252 с.
- Леванидов В.Я. 1969.** Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура. // Изв. ТИНРО. Т. 67. 242 с.
- Леванидов В.Я. 1976.** Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 104–122.
- Леванидов В.Я., Леванидова И.М. 1951.** Питание молоди амурской кеты в пресных водах // Изв. ТИНРО. Т. 35. С. 41–46.
- Леванидов В.Я., Леванидова И.М. 1962.** Нерестово-вырастные водоемы Тепловского рыбоводного завода и их биологическая продуктивность // Изв. ТИНРО. Т. 48. С. 3–66.
- Макаrenchенко Е.А. 1985.** Хирономиды Дальнего Востока СССР. Подсемейства Podonominae, Diamesinae и Prodiamesinae. Владивосток, Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 208 с.
- Макаrenchенко Е.А. 2006.** Сем. Chironomidae комары-звонцы // Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. VI. Двукрылые и блохи. Владивосток: Дальнаука. Ч. 4. С. 204–235.
- Макаrenchенко Е.А., Макаrenchенко М.А. 1999.** Chironomidae // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Зоол. ин-т РАН. Т. 4. С. 210–296, 670–857.
- Макаrenchенко Е.А., Макаrenchенко М.А. 2006.** Подсем. Orthocladinae // Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. 6. Ч. 4. Владивосток: Дальнаука. С. 280–372, 482–530, 623–671.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. 1974.** М.: Наука, 254 с.
- Панкратова В.Я. 1970.** Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae) // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. Вып. 102. Л.: Наука. 344 с.
- Панкратова В.Я. 1977.** Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae) // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. Вып. 112. Л.: Наука. 154 с.
- Панкратова В.Я. 1983.** Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae) // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. Вып. 134. Л.: Наука. 296 с.
- Правдин И.Ф. 1940.** Обзор исследований дальневосточных лососей // Изв. ТИНРО. Т. 18. 107 с.
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A. 2017.** Fauna and distribution of the Podonominae, Diamesinae, Prodiamesinae and Orthocladinae (Diptera, Chironomidae) of the Russian Far East and bordering territory // Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings. Vol. 7. Vladivostok: FSCEATB FEB RAS. P. 127–142.

РЕЗУЛЬТАТЫ АЛЬГОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЗЕЯ (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Л.А. Медведева

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru

Приведены результаты изучения сообществ пресноводных цианобактерий и водорослей некоторых водотоков, расположенных на участке среднего течения р. Зей. Охарактеризована альгофлора обследованных участков, выделены доминирующие виды. Аннотированный список насчитывает 309 видов (включая разновидности и формы – 330 таксонов) из 9 отделов и 140 родов. Наиболее многочисленными и разнообразными были диатомовые – 178 видов (включая разновидности и формы – 197). К числу наиболее интересных и редких видов, обладающих ограниченным распространением можно отнести цианобактерию *Nostochopsis lobatus*, диатомеи *Tetracyclus glans*, *Gomphonema pseudoaugur*. Впервые для флоры Амурской области обнаружены 38 видов, пять видов найдены впервые для Дальнего Востока, род *Nostochopsis* указывается впервые для территории Российской Федерации.

RESULTS OF THE ALGOLOGICAL SURVEY OF THE MIDDLE COURSE OF THE ZEYA RIVER (AMUR REGION)

L.A. Medvedeva

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru

The results of the study of freshwater algae communities in some watercourses located in the middle course of the Zeya River are presented. The algoflora of the surveyed areas is characterized, and the dominant species are identified. The annotated list of cyanobacteria and algae includes 309 species (including varieties and forms – 330 taxa) from 9 divisions and 140 genera. The diatoms were the most numerous and diverse – 178 species (including varieties and forms – 197). Among the most interesting and rare species with a limited distribution are cyanobacteria *Nostochopsis lobatus*, diatoms *Tetracyclus glans*, *Gomphonema pseudoaugur*. For the first time, 38 species were found for the flora of the Amur region, five species were found for the first time in the Far East, the genus *Nostochopsis* is indicated for the first time for the territory of the Russian Federation.

Первые сведения о водорослях р. Зей были получены Б.В. Скворцовым (Скворцов, 1917). В торфяных болотах, расположенных в верховьях р. Зей, обнаружены десмидиевые и диатомовые водоросли, описан новый вид *Cosmarium amurense* Skvortzow. В начале 21 века нами было проведено обследование верхнего участка бассейна р. Зей и ряда водотоков, впадающих в Зейское водохранилище (Медведева, 2008, 2010, 2016; Медведева, Семенченко, 2019).

Река Зей – крупнейший левобережный приток реки Амур. Общая протяженность реки 1242 км, площадь ее водосбора составляет 233 тыс. км² и целиком располагается в пределах Амурской области, захватывая 64% ее территории. Истоки

р. Зея находятся на южном склоне Станового хребта на высоте 1 900 м. Ее бассейн имеет горный рельеф и сложное орографическое строение. Почти все притоки р. Зея берут начало на склонах отрогов горных хребтов и в верховьях представляют собой бурные потоки, протекающие по узким ущельям. На территории Зейско-Буреинской низменности водотоки обретают спокойное течение (от 0,8 до 1,4–1,7 м/с), образуют протоки и острова. Широкие поймы изобилуют старичными озерами с заболоченными берегами. На территории Зейского бассейна широкое распространение имеет многолетняя мерзлота, речные и грунтовые наледи сохраняются местами до летнего сезона (Ресурсы..., 1966; Сиротский, Тесленко, 2010). В среднем течении долина реки расширяется до 10 км. Правые берега высокие, изрезанные долинами, заросшие лесом. Река образует излучины, протоки, острова и косы. Здесь река принимает наиболее крупные притоки: справа – Уркан, Тынду, слева – Деп. Р. Зея, после впадения в нее р. Селемджа, превращается в мощную равнинную реку. Левый берег реки низменный, с хорошо выраженной поймой, с массой временных проток, озер и болот. Пойменные земли периодически затопляются паводками. Правый берег р. Зея возвышенный, образует высокий борт долины, в отдельных местах поднимающийся над рекой более чем на 100 м.

В Амур река Зея вливается мощным широким потоком на 1 936-м км от его устья. Зея здесь шире и полноводнее Амура. Расход воды в нижнем течении у г. Благовещенск составляет 1 910 м³/с. Наибольшая глубина русла в межень – 18 м, наибольшая ширина – 4 км. Муссонный характер климата определяет основные черты водного режима. Доля дождевого питания в среднем составляет 50–70% от общего годового стока. С апреля по октябрь наблюдается четыре–пять значительных паводков, при которых уровень воды поднимается на 4–6 м, а скорость течения увеличивается до 3–4 м/с. Средняя температура воды в июле от 16 °С в верхней части среднего течения до 20 °С и более в низовьях. Химический состав воды р. Зея и ее притоков определяется как гидрокарбонатно-кальциево-магниевый второго типа по классификации О.А. Алекина (Алекин, 1970). По содержанию растворенных веществ воды реки ультрапресные с минерализацией менее 100 мг/дм³ (Шестеркина и др., 2010).

Материалы и методы исследований

При анализе был использован альгологический материал, полученный нами в сентябре 2007 г., июле 2014 г., а также собранный научным сотрудником Хинганского заповедника И.В. Балан в августе–сентябре 2015 г. Были обследованы следующие водотоки и участки среднего течения реки Зеи: 1 – р. Зея напротив пос. Мазаново, 2 – р. Зея в урочище Граматуха, 3 – р. Зея ниже пос. Чагоян, 4 – р. Зея ниже устья р. Тыгда, 5 – р. Зея ниже устья р. Деп, 6 – р. Зея выше устья р. Деп, 7 – р. Зея напротив пос. Рублевка, 8 – р. Зея ниже пос. Овсянка, 9 – устье р. Граматуха, 10 – устье р. Ту, 11 – устье р. Тыгда, 12 – устье р. Деп, 13 – р. Уркан, 14 – р. Гулик, 15 – р. Тында (см. рисунок).

Большая часть проб представляла собой обрастания камней и высших растений, обработано также несколько планктонных проб. Собранные водоросли фиксировались 4% формалином. Определение материала проводилось с помощью микроскопа Amplival (Carl Zeiss Jena) при увеличениях в 400 и 1000 раз. Для каждого вида отмечалась частота встречаемости по шестибальной шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – оч. часто, 6 – масса (Кордэ, 1956). Обработка материала проводилась по общепринятым методикам (Водоросли, 1989) с использованием отечественных и зарубежных определителей и атласов (Забелина и др., 1951;

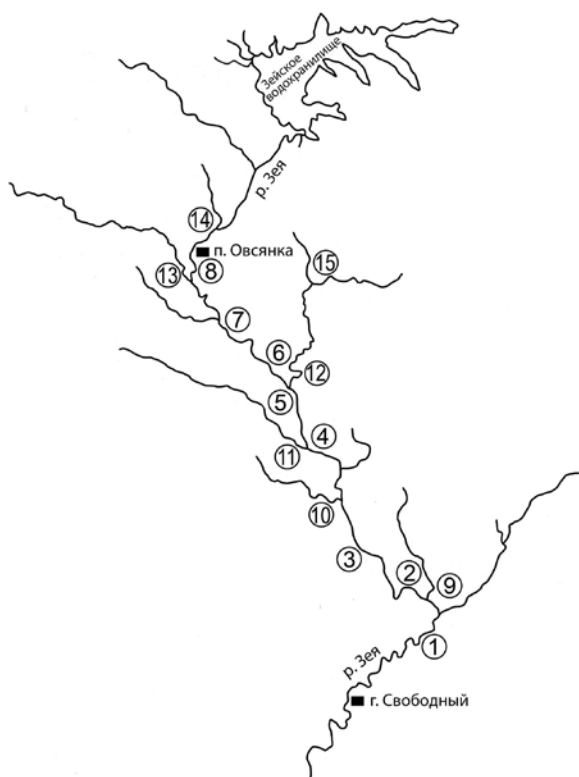


Схема расположения станций отбора проб

Голлербах и др., 1953; Коршиков, 1953; Матвиенко, 1954; Косинская, 1960; Дедусенко-Щеголева, Голлербах, 1962; Диатомовые водоросли СССР, 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; Krammer, 2000, 2002).

Список цианобактерий и водорослей составлен в соответствии с порядком, установленным на крупнейшем мировом альгологическом сайте AlgaeBase и принятом нами в опубликованном Каталоге пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России (Медведева, Никулина, 2014; Guiry, Guiry, 2016). Внутри отделов роды и виды водорослей расположены в алфавитном порядке.

Результаты и обсуждение

По результатам исследований в обследованных водотоках было обнаружено 309 видов цианобактерий и водорослей (включая внутривидовые таксоны – 330) из 140 родов девяти отделов: Cyanobacteria – 33 вида (учитывая формы – 34), Bacillariophyta – 178 (197), Cryptophyta – 1, Heterokontophyta – 7, Charophyta – 37, Chlorophyta – 44 (45), Rhodophyta – 1, Euglenozoa – 5, Myxozoa – 3 (табл. 1).

В таблице 2 приводится список цианобактерий и водорослей обследованных участков и притоков р. Зея с указанием частоты встречаемости. Водоёмы и водотоки обозначены цифрами, их названия соответствуют порядку и описанию в разделе Материалы и методы исследований.

Чаще всего среди водорослей обследованных водотоков как по обилию в обрастаниях, так и по видовому разнообразию преобладали диатомовые водоросли. Наиболее обычными видами, играющими основную роль в сложении сообществ, можно назвать *Achnanthes minutissimum*, *Cocconeis placentula*, *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*, *Epithemia adnata*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Hannaea arcus*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Ulnaria ulna* и некоторые другие.

Ниже приводится характеристика сообществ цианобактерий и водорослей обследованных участков.

Р. Зея напротив пос. Мазаново. Была отобрана только одна планктонная проба. Обнаружены диатомеи *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Asterionella formosa*, единичные клетки зеленой водоросли *Monoraphidium griffithii*. Присутствовали

также створки бентосной диатомеи *Hippodonta capitata*, видимо, случайно оказавшейся в пробе (табл. 2).

Р. Зея в урочище Граматуха. В планктоне реки найдены только диатомовые водоросли *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* и *Ulnaria ulna*.

Р. Зея ниже пос. Чагоян. Обрастания камней на этом участке были представлены цианобактериями *Lyngbya* sp., *Phormidium limosum*, *Schizothrix vaginata*, нитчаткой *Spirogyra* sp., а также бентосными диатомеями *Achnanthydium minutissimum*, *Hannaea arcus* и другими видами. В планктоне вегетировали, главным образом, диатомеи *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* и *Ulnaria ulna*.

Р. Зея ниже устья р. Тыгда. Планктонное сообщество здесь было сходно по составу с предыдущими участками: *Stephanodiscus hantzschii*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* и *Ulnaria ulna*. Изредка встречались отдельные фрагменты нитей *Spirogyra* sp.

Р. Зея ниже устья р. Деп. В планктонной пробе были обнаружены *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*. В обрастаниях отмечены цианобактерия *Calothrix*, нитчатки *Spirogyra* и *Oedogonium*, диатомовые водоросли *Epithemia adnata*, *Rhopalodia gibba*, *Fragilaria capucina* и другие виды.

Р. Зея выше устья р. Деп. Сообщества водорослей на этом участке характеризовались значительным видовым богатством. **Обрастания водорослей на вышних растениях были сформированы разнообразными диатомеями:** *Cocconeis placentula*, *Fragilaria capucina*, *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*, *Eunotia bilunaris*, *Diatoma moniliforme*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Ulnaria ulna*. **В группировках перифитона на камнях у берега доминировали** *Achnanthydium minutissimum*, *Hannaea arcus*, *Gomphonema parvulum*, *G. truncatum* и многие другие виды диатомовых водорослей. Также здесь в больших количествах встречались нитчатки *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix zonata*, а также представитель отдела красных водорослей *Audouinella chalybaea*. В планктонных пробах наряду с отмеченными выше диатомеями *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* и *Asterionella formosa* присутствовали также цианобактерии *Microcystis pulvereae*, *Merismopedia tenuissima* и разнотрутовиковые *Dinobryon divergens* и *D. sertularia*.

Р. Зея напротив пос. Рублевка. В данной локации также отмечены весьма богатые по видовому составу сообщества: перифитонные с преобладанием диатомей *Achnanthydium minutissimum*, *Hannaea arcus* и красной водоросли *Audouinella chalybaea*; планктонные – с доминированием *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*. Вид *Ulnaria ulna* с успехом вегетировал и в планктоне, и в обрастаниях.

Таблица 1

Таксономический состав обнаруженных
цианобактерий и водорослей

Отделы	Количество		
	родов	видов	включая внутривидовые таксоны
1. Cyanobacteria	24	33	34
2. Bacillariophyta	63	178	197
3. Cryptophyta	1	1	1
4. Heterokontophyta	4	7	7
5. Charophyta	15	37	37
6. Chlorophyta	28	44	45
7. Rhodophyta	1	1	1
8. Euglenozoa	2	5	5
9. Myzozoa	2	3	3
Всего	140	309	330

<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen						1												1	
<i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen			1			3	1		2	5									
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross*						2	1												
<i>Brebissonia boeckii</i> (Ehrenberg) E.O'Meara			2			4	1	3	2	3								2	
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve						2			1	3								2	
<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg									1										
<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> (Hustedt) Mann et Stickley						1													
<i>C. pusio</i> (Cleve) Lange-Bertalot*																		2	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg			2			4	2	2	6	6	5	6	2	4	4				
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann f. <i>cuspidata</i>										2									
<i>C. cuspidata</i> f. <i>craticula</i> (Van Heurck) M. Peragallo										1									
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt			1				1												
<i>C. meneghiniana</i> Kützing						1		2		1									
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith										2									
<i>Cymbella affinis</i> Kützing			2				3											2	
<i>C. amplificata</i> Krammer							2			2									
<i>C. aspera</i> (Ehrenberg) H. Peragallo						3				2									
<i>C. cymbiformis</i> C. Agardh*							1												
<i>C. neocistula</i> Krammer			1							3		1	5						
<i>C. tumida</i> (Brébisson) Van Heurck var. <i>tumida</i>					2	1	2		4	3		3	3					1	
<i>C. tumida</i> var. <i>borealis</i> (Grunow) Cleve									1										
<i>C. turgidula</i> Grunow			1						3	2	4	3							
<i>Cymboppleura cuspidata</i> (Kützing) Krammer						1	1			2									
<i>C. naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	1					1	1		1	2									
<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngbye) Heiberg									3									1	
<i>D. mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing			2			1	1	4	2	3								2	
<i>D. moniliforme</i> Kützing						5	3												
<i>D. tenue</i> C. Agardh								4			1	2	2						
<i>D. vulgare</i> Bory			2		1	2	2	4		3									1
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M. Schmidt			1			1	1		1	1			4					1	
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli) Ross									1										
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grunow) Houk et Klee			1																
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) Mann			2			4	2		2	2									
<i>E. gracile</i> Ehrenberg						1			1	1									
<i>E. minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) Mann			2			5	2		4	4	4	4	3	3					
<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann			2			5	4	5	3	4	4	3	4	5	4				
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson var. <i>adnata</i>			2		4	2	2		5	6	6			1					
<i>E. adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) Ross									5	6	6		2						
<i>E. turgida</i> (Ehrenberg) Kützing var. <i>turgida</i>							2			6	4								
<i>E. turgida</i> var. <i>granulata</i> (Ehrenberg) Brun										5									
<i>Eucoconeis flexella</i> (Kützing) Cleve			1			2	1	3										4	
<i>Eunotia bidens</i> Ehrenberg						2													
<i>E. bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills			2			5	1		2	2		2	3						
<i>E. diadema</i> Ehrenberg*						1													
<i>E. diodon</i> Ehrenberg										1									
<i>E. flexuosa</i> (Brébisson) Kützing							1												
<i>E. formica</i> Ehrenberg						1			1										
<i>E. hexaglyphis</i> Ehrenberg*						1													
<i>E. incisa</i> W. Smith ex Gregory						2	1	2		3	2	2	3						
<i>E. minor</i> (Kützing) Grunow								1					3						

<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) Patrick var. <i>arcus</i>			4		5	5	5	3	5	3	4	4	3	3
<i>H. arcus</i> var. <i>rectus</i> (Cleve) M. Idei					5					3			2	
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow					2			2	2	1		1		
<i>H. vivax</i> (W. Smith) Tempere var. <i>vivax</i>								1	2	1				
<i>H. vivax</i> var. <i>hyperborea</i> (Grunow) Lange-Bertalot									2					
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski	4								2					
<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Round et Bukhtiyarova*					1	2								
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) Mann					2			1		1				
<i>L. mutica</i> (Kützing) Mann						1		1						
<i>Martyana martyi</i> (Héribaud) Round								1	2					
<i>Melosira undulata</i> (Ehrenberg) Kützing									1					
<i>M. varians</i> C. Agardh			2		1	1		5	4	3	3	4		
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. Agardh var. <i>circulare</i>					1		2	2	3			2	4	
<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck			2						2					
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain									1					
<i>N. cari</i> Ehrenberg					2									
<i>N. cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs								3						
<i>N. concentrica</i> Carter et Bailey-Watts									3	3				
<i>N. cryptocephala</i> Kützing					3	3			3					
<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot								3	3	3				
<i>N. eidgeiana</i> Carter									4					
<i>N. radiosa</i> Kützing			2		3	2		3	4		1	2		
<i>N. rhynchocephala</i> Kützing					2	3			2					
<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg					1			2		2				
<i>Naviculadicta tridentula</i> (Krasske) Lange-Bertalot									2					
<i>Neidium amphigomphus</i> (Ehrenberg) Pfitzer									2					
<i>N. ampliatus</i> (Ehrenberg) Krammer					3	4		1	3			1		
<i>N. dubium</i> (Ehrenberg) Cleve f. <i>dubium</i>									3					
<i>N. dubium</i> f. <i>constrictum</i> Hustedt									3					
<i>N. productum</i> (W. Smith) Cleve											1			
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow								3				1	1	
<i>N. fonticola</i> Grunow										2				
<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow					2	1								
<i>N. gracilis</i> Hantzsch*					1									
<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith					2	1		3	3		2			
<i>N. perminuta</i> (Grunow) M. Peragallo										1				
<i>Parlibellus crucicula</i> (Smith) Witkowski, Lange-Bertalot et Metzeltin									2					
<i>Pinnularia biceps</i> Gregory									1					
<i>P. borealis</i> Ehrenberg								1						
<i>P. brauniana</i> (Grunow) Mills						1								
<i>P. divergens</i> W. Smith var. <i>media</i> Krammer														
<i>P. divergens</i> var. <i>parallela</i> (Brun) Patrick									2					
<i>P. divergens</i> var. <i>undulata</i> (Peragallo et Héribaud) Hustedt									2					
<i>P. erratica</i> Krammer				1										
<i>P. gentilis</i> (Donkin) Cleve					1							1		
<i>P. grunowii</i> Krammer					2									
<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve								1	2					
<i>P. neomajor</i> Krammer						1			2					

<i>P. septentrionalis</i> Krammer						1				2				
<i>P. socialis</i> (Palmer) Hustedt var. <i>debessii</i> (Hustedt) Krammer										2				
<i>P. spitsbergensis</i> Cleve						1								
<i>P. stomatophora</i> (Grunow) Cleve									1	1				
<i>P. subgibba</i> Krammer						2	1		1	2			2	
<i>P. viridiformis</i> Krammer						1			1	2				
<i>Placoneis clementioides</i> (Hustedt) Cox						1					1			
<i>P. clementis</i> (Grunow) Cox													1	
<i>P. constans</i> (Hustedt) Cox										3				
<i>P. elginensis</i> (Gregory) Cox										4				
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot			2				2	2	3	3	3	2		4 5
<i>P. peragallii</i> (Brun et Heribaud) Round et Bukhtiyarova							1			1				
<i>P. rostratum</i> (Oestrup) Round*									3					
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek et Stoermer f. <i>sinuata</i>						2	2	4		1	2	2	4	5 5
<i>R. sinuata</i> f. <i>antiqua</i> (Grunow) Kociolek et Stoermer*												2		
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot													2	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller					3	3	4		1	5	6	3	1	
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) Mann									1	3				
<i>S. laevis</i> (Kützing) Mann						2			1	3				
<i>S. parapupula</i> Lange-Bertalot										3				
<i>Stauroneis acuta</i> W. Smith										2				
<i>S. anceps</i> Ehrenberg			1			3	2		1	3			2	
<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg							2			2				1
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg f. <i>venter</i> (Ehrenberg) Bukhtiyarova*							2							
<i>Staurosirella berolinensis</i> (Lemmermann) Bukhtiyarova										2				
<i>S. leptostauron</i> (Ehrenberg) Williams et Round						1								
<i>S. pinnata</i> (Ehrenberg) Williams et Round										1				
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow			4		4	2	3					2		
<i>Surirella angusta</i> Kützing var. <i>angusta</i>						2	1		3	3			2	
<i>S. angusta</i> var. <i>constricta</i> Hustedt*						2								
<i>S. biseriata</i> Brébisson							2		1	1	1			
<i>S. gracilis</i> (W. Smith) Grunow						2								
<i>S. minuta</i> Brébisson						2	1			2				
<i>S. robusta</i> Ehrenberg							1			1				
<i>S. splendida</i> (Ehrenberg) Kützing										1				
<i>S. tenera</i> Gregory									2	1			1	
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	3	4	6		5	6	6	5	4	3	1	4		2
<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kützing	2	2	6		3	6	6	4	2	3	2	4	5	1
<i>Tabularia tabulata</i> (C. Agardh) Snoeijjs										2				
<i>Tetracyclus glans</i> (Ehrenberg) Mills						3								
<i>Tryblionella angustata</i> W. Smith*							1							
<i>T. gracilis</i> W. Smith										2				
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal*											2			
<i>U. danica</i> (Kützing) Compère et Bukhtiyarova										1				
<i>U. delicatissima</i> var. <i>angustissima</i> (Grunow) Aboal et Silva*						1	4							

<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	4	5		3	5	6	5	4	6	5	3	6	1	4
Phylum Cryptophyta Cavalier-Smith														
<i>Cryptomonas</i> sp.					1									
Phylum Heterokontophyta Moestrup														
<i>Chrysococcus</i> sp.							1							
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof						2					1			
<i>D. divergens</i> Imhof				3	3				2		4			
<i>D. sertularia</i> Ehrenberg					3	2								
<i>Tribonema affine</i> (Kützing) G.S. West									3					
<i>Tribonema</i> sp.						1								
<i>Vaucheria</i> sp. (стерильная форма)				1					2					
Phylum Charophyta Cavalier-Smith														
<i>Closterium acerosum</i> (Schra									2			2		
<i>C. cynthia</i> De Notaris									1					
<i>C. diana</i> e Ehrenberg						1		1						
<i>C. ehrenbergii</i> Meneghini								1						
<i>C. leibleinii</i> Kützing									2					
<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehrenberg								1	1			3		
<i>C. tumidulum</i> Gay		1												
<i>C. tumidum</i> Johnson									1					
<i>Cosmarium arctoum</i> Nordstedt		1												
<i>C. blyttii</i> Wille						1								
<i>C. botrytis</i> Meneghini						1								
<i>C. formosulum</i> Hoff					2				2					
<i>C. laeve</i> Rabenhorst									1					
<i>C. obtusatum</i> Schmidle						2								
<i>C. portianum</i> Archer						1								
<i>C. punctulatum</i> Brébisson		1			1	1			2	1				
<i>C. pygmaeum</i> Archer									1					
<i>C. quadratulum</i> (Gay) De Toni*					1									
<i>C. quadrum</i> Lundell						1								
<i>C. sphagnicolum</i> W. West et G.S. West									2					
<i>C. subprotumidum</i> Nordstedt						1								
<i>C. subtumidum</i> Nordstedt									2					
<i>Cosmoastrum punctulatum</i> (Brébisson) Palamar-Mordvintseva		1												
<i>Desmidium baileyi</i> (Ralfs) Nordstedt					1									
<i>Docidium</i> sp.*						1								
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hindák*		1												
<i>Euastrum germanicum</i> (Schmidle) Krieger*						1								
<i>E. turneri</i> W. West										1				
<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary		1												
<i>Hyalotheca dissiliens</i> (G.M. Smith) Brébisson					1				1					
<i>Mougeotia</i> sp. (стерильная форма)		2			2				5	4	4			
<i>Penium margaritaceum</i> (Ehrenberg) Brébisson									1					
<i>Spirogyra</i> sp. (стерильная форма)		5		4	5	1		2	5	3				
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. West et G.S. West						2								
<i>Staurostrum gracile</i> Ralfs						1								
<i>S. margaritaceum</i> (Ehrenberg) Meneghini		1				1								
<i>Teilingia granulata</i> (Roy et Bisset) Bourrelly									1					
Phylum Chlorophyta Pascher														
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda ex Korschikov		2				1			3					

<i>Aphanochaete repens</i> A. Braun									3				
<i>Bulbochaete</i> sp. (стерильная форма)						1							
<i>Chaetophora elegans</i> (Roth) C. Agardh					1								
<i>Ch. tuberculosa</i> (Roth) C. Agardh												6	
<i>Cladophora rivularis</i> (Linnaeus) Hoek*									6				
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli									4	1			
<i>Coenochloris pyrenoidosa</i> Korschikov									2				
<i>Coenococcus polycoccus</i> (Korschikov) Hindák									2				
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) W. West et G.S. West					1								
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) Hegewald										1		1	
<i>D. denticulatus</i> (Lagerheim) An, Friedl et Hegewald var. <i>denticulatus</i>									2	2			
<i>D. denticulatus</i> var. <i>linearis</i> (Hansgirg) Hegewald f. <i>costato-granulatus</i> (Hortobagy) Uherkovich**									1				
<i>D. maximus</i> (W. West et G.S. West) Hegewald									2				
<i>D. perforatus</i> (Lemmermann) Hegewald**					1								
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli									1				
<i>D. pulchellum</i> Wood		1			2	3			3				
<i>Draparnaldia plumosa</i> (Vaucher) C. Agardh												4	
<i>Gongrosira</i> sp.*							1						
<i>Gonium pectorale</i> O. Müller							1						
<i>Klebsormidium rivulare</i> (Kützing) Starmach*									2				
<i>Klebsormidium</i> sp.								2					
<i>Lagerheimia chodatii</i> Bernard						1							
<i>Microspora stagnorum</i> (Kützing) Lagerheim						2							
<i>Microspora</i> sp.				2									
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korschikov) Hindák		1							2				
<i>M. contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová						2			2				
<i>M. griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	1			1									
<i>Oedogonium</i> sp. 1 (стерильная форма)		1		4	4	3		1	6				
<i>Oedogonium</i> sp. 2 (стерильная форма)								5		6			
<i>Oocystis parva</i> W. West et G.S. West									2				
<i>Oocystis</i> sp.					1								
<i>Pandorina morum</i> (Mu							1						
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini									2	1			
<i>P. tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs		1											
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> (C. Agardh) Kützing												3	
<i>Scenedesmus apiculatus</i> (W. West et G.S. West) Chodat					2								
<i>S. ellipticus</i> Corda					1	1			2				
<i>S. granulatus</i> W. West et G.S. West		1											
<i>Stigeoclonium tenue</i> (C. Agardh) Kützing		2			3				1	2			
<i>Tetrae</i>					2								
<i>Tetraspora gelatinosa</i> (Vaucher) Desvaux												6	
<i>Ulothrix mucosa</i> Thuret									1				
<i>U. oscillarina</i> Kützing		3											
<i>U. zonata</i> (Weber et Mohr) Kützing					5	4	2						
Phylum Rhodophyta Wettstein													
<i>Audouinella chalybaea</i> (Roth) Bory		2			4	6	1	3	2		3	2	1
Phylum Euglenozoa Cavalier-Smith													
<i>Strombomonas acuminata</i> (Schmarda) Deflandre var. <i>verrucosa</i> Teodoresco									1				

<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein emend. Deflandre										2					
<i>T. verrucosa</i> A. Stokes*						2									
<i>T. volvocina</i> Ehrenberg						1		1							
<i>Trachelomonas</i> sp.								1							
Phylum Myzozoa Cavalier-Smith et Chao															
<i>Ceratium cornutum</i> (Ehrenberg) Claparède et Lachmann*								3							
<i>C. hirundinella</i> (O. Müller) Dujardin								3							
<i>Peridinium</i> sp.								2							

Условные обозначения: 1 – р. Зея напротив пос. Мазаново, 2 – р. Зея в урочище Граматуха, 3 – р. Зея ниже пос. Чагоян, 4 – р. Зея ниже устья р. Тыгда, 5 – р. Зея ниже устья р. Деп, 6 – р. Зея выше устья р. Деп, 7 – р. Зея напротив пос. Рублевка, 8 – р. Зея ниже пос. Овсянка, 9 – устье р. Граматуха, 10 – устье р. Ту, 11 – устье р. Тыгда, 12 – устье р. Деп, 13 – р. Уркан, 14 – р. Гулик, 15 – р. Тында.
Знаком * обозначены виды, впервые обнаруженные нами на территории Амурской области, знаком ** – впервые обнаруженные на территории Дальнего Востока России, знаком *** – указываемые впервые для России.

Р. Зея ниже пос. Овсянка. Видовой состав перифитонных сообществ отличался от описанных выше. Здесь в массе были отмечены *Homoeothrix janthina* (цианобактерии), *Achnantheidium minutissimum*, виды родов *Diatoma* и *Gomphonema*, *Encyonema silesiacum*, *Fragilaria capucina* вместе с var. *vaucheriae*, *Gomphonopsis olivaceum* и *Hannaea arcus* из диатомей. В планктоне по-прежнему господствовали *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* и *Ulnaria ulna*.

Устье р. Граматуха. Обрастания камней в устье реки были сформированы по большей части нитчатыми представителями цианобактерий: *Calothrix* sp., *Homoeothrix janthina*, *Nostoc verrucosum*, *Oscillatoria* sp. и зеленых водорослей: *Oedogonium* sp. Вместе с ними вегетировали диатомеи *Cocconeis placentula*, *Epithemia adnata*, *Melosira varians* и другие виды. Состав планктона остался неизменным: *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* и *Ulnaria ulna*. В этой локации обнаружен *Nostochopsis lobatus*, впервые указываемый для Дальнего Востока России.

Устье р. Ту. Интересной особенностью группировок этого участка является присутствие разнообразных как одноклеточных, так и нитчатых представителей отдела цианобактерий. Основу сообщества составляли *Nostoc verrucosum* и *Heteroleibleinia kuetzingii*, были обнаружены также виды родов *Aphanothece*, *Chroococcus*, *Gomphosphaeria*, *Snowella*, *Aulosira*, *Tolypothrix* и некоторые другие (табл. 2). В значительной степени были представлены также диатомеи: *Aulacoseira italica*, *Cocconeis placentula*, *Epithemia adnata*, *E. turgida*, *Rhopalodia gibba*, *Ulnaria ulna*. Видимые скопления водорослей были сформированы нитчатками *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp., *Oedogonium* sp., *Cladophora rivularis*. Кроме того, здесь присутствовали разнообразные харовые водоросли, главным образом, из родов *Closterium* и *Cosmarium*.

Устье р. Тыгда. Интересно отметить, что здесь, как и в устье р. Ту, наблюдалась группировка, состоящая из цианобактерий. Доминировал по-прежнему *Nostoc verrucosum*, а вот сопутствующие виды изменились: *Tolypothrix distorta*, *Calothrix fusca*, *Microchaete tenera*. Состав диатомей был не столь разнообразен, хотя в массе были обнаружены *Cocconeis placentula*, *Epithemia adnata*, *Rhopalodia gibba*, *Ulnaria ulna*.

Устье р. Деп. Скопления водорослей на камнях в устье реки были образованы типично речными видами-обрастателями из диатомовых водорослей: *Cocconeis*

placentula, *Encyonema minutum*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema parvulum*, *Hannaea arcus*. Неизменно присутствовали также виды рода *Tabellaria*.

Р. Уркан. Сообщества водорослей на обследованном участке реки можно назвать типично речными. В группировке, образованной диатомовыми водорослями, доминировали *Cymbella neocistula*, *Didymosphenia geminata*, *Ulnaria ulna*, представители родов *Encyonema* и *Gomphonema*. Отмечены также скопления зеленых водорослей: *Chaetophora tuberculosa*, *Draparnaldia plumosa*, *Tetraspora gelatinosa* с присутствием разнообразных диатомей.

Р. Гулик. В этой реке была найдена своеобразная группировка водорослей, хотя и обедненная по видовому составу. В обрастаниях камней вегетировали *Cocconeis placentula*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema parvulum*, *Meridion circulare*, *Planothidium lanceolatum*, *Reimeria sinuata*.

Р. Тында. Сообщество водорослей здесь также было не слишком разнообразным по видовому богатству. Преобладали типично речные виды-обрастатели из диатомей: *Achnanthes minutissimum*, *Cocconeis placentula*, *Encyonema silesiacum*, *Eucocconeis flexella*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema angustatum*.

В целом необходимо отметить, что планктонные сообщества характеризуются значительной однородностью состава с преобладанием диатомей *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* и *Ulnaria ulna*.

Группировки водорослей-обрастателей гораздо более разнообразны по видовому составу и сложены представителями разных отделов: цианобактерий, диатомовых, зеленых, харовых и, реже, красных водорослей.

По результатам исследований в обследованных водотоках было обнаружено 309 видов цианобактерий и водорослей (включая внутривидовые таксоны – 330) из 140 родов девяти отделов. На первом месте по видовому разнообразию стоят диатомовые водоросли, насчитывающие 178 видов (включая разновидности и формы – 197). Доля всех остальных отделов не слишком велика. Цианобактерии представлены 33 видами, зеленые водоросли – 44, харовые – 37, разнотелые – 7, эвгленовые – 5, мизозоевые – 3, криптофитовые и красные – по 1.

Спектр доминирующих родов выглядит следующим образом: на первом месте находится род *Gomphonema* – 17 видов (с разновидностями – 18), на втором месте *Pinnularia* – 15 видов (17), третье место делят *Eunotia* – 14 видов (с разновидностями – 16) и *Cosmarium* – 14 видов. Четвертое и пятое места занимают роды *Navicula* – 10 видов и *Closterium* – 8 видов.

Впервые для флоры Амурской области обнаружены 38 видов, пять видов найдены впервые для Дальнего Востока: цианобактерия *Nostochopsis lobatus* Wood, диатомеи *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot, *Gyrosigma kuetzingii* (Grunow) Cleve, а также два представителя рода *Desmodesmus* из зеленых водорослей: *D. denticulatus* var. *linearis* f. *costato-granulatus* (Hortobagy) Uherkovich и *D. perforatus* (Lemmermann) Hegewald. Вид *Nostochopsis lobatus* указывается нами как впервые отмеченный для территории Российской Федерации.

Литература

- Алекин О.А. 1970. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 444 с.
Виноградова К.Л., Голлербах М.М., Зауер Л.М., Сдобникова Н.В. 1980. Зеленые, красные и бурые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Л.: Наука. Вып. 13. 248 с.
Водоросли. Справочник. 1989. Киев: Наукова думка. 608 с.
Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. 1953. Синезеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука. Вып. 2. 652 с.

- Дедусенко-Щеголева И.Т., Голлербах М.М. 1962. Желтозеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР. Вып. 5. 272 с.
- Диаомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). 1988. Л.: Наука. Т. II, вып. 1. 116 с.; 1992. СПб: Наука. Т. II, вып. 2. 125 с.
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1951. Диаомовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука. Вып. 4. 619 с.
- 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.
- Коршиков А.А. 1953. Подкласс Протококковые (Protococcineae). Вакуольные (Vacuolales) и Протококковые (Protococcales). Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР. Киев: Изд-во АН УССР. Вып. V. 440 с. На укр. яз.
- Косинская Е.К. 1960. Десмидиевые водоросли. Конъюгаты, или сцеплянки (2). Флора споровых растений СССР. М. – Л.: Изд-во АН СССР. Т. 5, вып. 1. 706 с.
- Матвиенко А.М. 1954. Золотистые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука. Вып. 3. 188 с.
- Медведева Л.А. 2008. Сообщества перифитонных водорослей водотоков бассейна Зейского водохранилища // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 72–88.
- Медведева Л.А. 2010. Альгологические исследования водотоков бассейна реки Зей и Зейского водохранилища // Гидробиологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: Дальнаука. С. 45–92.
- Медведева Л.А. 2016. Особенности сообществ перифитонных водорослей реки Зей после плотины Зейской ГЭС (Амурская область) // Жизнь пресных вод. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 116–127.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В. 2014. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 271 с.
- Медведева Л.А., Семенченко А.А. 2019. Структурные особенности водорослей перифитона в водотоках бассейна реки Зей (Амурская область) // Биология внутренних вод. Т. 12, № 1. С. 23–30.
- Мошкова И.А., Голлербах М.М. 1986. Зеленые водоросли. Класс улотриковые (1). Определитель пресноводных водорослей СССР. Л.: Наука. Вып. 10. 360 с.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. 1982. Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые (2). Определитель пресноводных водорослей СССР. Л.: Наука. Вып. 11. Ч. 2. 620 с.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. 1984. Мезотениевые – *Mesotaeniales*, гонатоциговые – *Gonatozygales*, десмидиевые – *Desmidiaceae*. Конъюгаты – *Conjugatophyceae*. Ч. 1. Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР. Киев: Наукова думка. Вып. VIII. 512 с. На укр. яз.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. 1966. Дальний Восток. Т. 18. Верхний и Средний Амур. Вып. 1. Л.: Гидрометеоздат. 781 с.
- Сиротский С.Е., Тесленко В.А. 2010. Физико-географическая характеристика бассейна реки Зей 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.
- Царенко П.М. 1990. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наукова думка. 208 с.
- Шестеркина Н.М., Таловская В.С., Сиротский С.Е., Шестеркин В.П., Ри Т.Д. 2010. Условия формирования и качество воды реки Зей и ее притоков в пределах Зейско-Селемджинской и Амуро-Зейской возвышенных равнин // Гидробиологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: Дальнаука. С. 23–35.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2016. AlgaeBase / Ryan Institute, National University of Ireland, University Road, Galway, Ireland, 1996–2018. URL: <http://www.algaebase.org>; (searched on 15.12.2016).
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R. 1996. An Atlas of British Diatoms. Bristol: Biopress Ltd. 601 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. Naviculaceae. Su

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОД Р. ВТОРАЯ РЕЧКА ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ПЕРИФИТОННЫХ ДИАТОМОВЫХ СООБЩЕСТВ (ВЛАДИВОСТОК, ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Т.В. Никулина¹, Т.С. Вшивкова¹, Д.С. Чебан², В.П. Невельская²

¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия

E-mail: nikilinatv@mail.ru; nikilina@ibss.dvo.ru; vshivkova@biosoil.ru

²Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, 690014, Россия. E-mail: cheband@bk.ru; lerok125rus@mail.ru

Получены данные о составе флоры цианобактерий и водорослей р. Вторая Речка, которая представлена – 88 видами (92 таксонами внутривидового ранга, учитывая номенклатурный тип вида) из шести отделов: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Rhodophyta и Euglenozoa. К числу доминантов и субдоминантов отнесены 12 видов: *Navicula lanceolata*, *Nitzschia palea*, *N. inconspicua*, *Nitzschia* sp., *Diatoma vulgare*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Ulnaria ulna*, *Craticula subminuscula*, *Sellaphora obesa*, *Phormidium uncinatum*. Проведена оценка качества вод р. Вторая Речка методом Пантле-Бук по составу водорослей – индикаторов сапробности. Установлено, что воды реки относятся к олиго- и бетамезосапробной зонам и соответствуют II–III классу чистоты. Для корректировки полученных данных по качеству вод Второй Речки планируется уточнение видовой идентификации одного из основных доминантов и доработка индивидуальных индексов сапробности (s) доминирующих видов.

ESTIMATION OF WATER QUALITY OF THE VTORAYA RECHKA RIVER ACCORDING TO ANALYSIS OF PERIPHYTON DIATOM COMMUNITIES (VLADIVOSTOK, PRIMORSKY TERRITORY)

T.V. Nikulina¹, T.S. Vshivkova¹, D.S. Cheban², V.P., Nevelskaya²

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: nikilinatv@mail.ru; nikilina@ibss.dvo.ru; vshivkova@biosoil.ru

²Vladivostok State University of Economics and Service, 41 Gogolya Street, Vladivostok, 690014, Russia. E-mail: cheband@bk.ru; lerok125rus@mail.ru

Data on the composition of the flora of cyanobacteria and algae Vtoraya Rechka River were obtained; it is represented by 88 species (92 species, variety, form) from six divisions: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Rhodophyta, and Euglenozoa. Twelve species were classified as dominants and subdominants: *Navicula lanceolata*, *Nitzschia palea*, *N. inconspicua*, *Nitzschia* sp., *Diatoma vulgare*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Ulnaria ulna*, *Craticula subminuscula*, *Sellaphora obesa*, *Phormidium uncinatum*. The assessment of the water quality of the Vtoraya Rechka River using the Pantle-Buck's method. It was found that the river waters belong to the oligo- and betamezosaprobic zones and correspond to the II–III class of water quality. Clarification of species identification of one of the main dominants, correction of individual indices of saprobity (s) of dominant species will be performed to correct the obtained data on Vtoraya Rechka River water quality.

Введение

Высокие темпы разрастания городов, увеличение площадей застроенных (урбанизированных) территорий представляют собой неизбежный исторический процесс. Отсутствие политики по безопасности жизнедеятельности и санитарно-эпидемиологическому благополучию населения, должного внимания к благоустройству, очищению и сохранению водных объектов, являющихся неотъемлемой частью городского ландшафта, приводят к их деградации в связи с значительным усилением антропогенной нагрузки. Качество воды в реках и ручьях на урбанизированных территориях ухудшается из-за увеличения содержания физических, химических или биологических загрязнителей, вызывающих усиление факторов стресса на водосборные бассейны водотоков.

Видовой состав и численность водорослей перифитона в ручьях и реках являются важным показателем их состояния (Davies, Jackson, 2006). Как правило, диатомовые водоросли составляют наиболее обычную и разнообразную группу в водной среде (Jones, 1996), они чувствительны к воздействиям, вызванным изменением стока и загрязняющих веществ, и используются в качестве биоиндикаторов при мониторинге водных ресурсов, в том числе, и по государственным программам в Европе, США, Канаде, Южной Америке и Австралии (Kelly, Whitton, 1995; Lowe, Pan, 1996; Lobo et al., 2004; Szczepocka et al., 2009; Stevenson, 2014; Poikane et al., 2016 и др.).

Для нашего исследования в качестве модельной нарушенной речной экосистемы выбрана одна из рек города Владивостока – Вторая Речка. Река берёт своё начало на западных склонах Центрального хребта и впадает в Бухту Кирпичного Завода (Амурский залив) между мысами Фирсова и Калузина. Речной бассейн Второй Речки почти полностью расположен на территории города, исключение составляет незначительный участок в верховьях реки. Детальное описание водотока и его бассейна приведено в работе Т.С. Вшивковой с соавторами (наст. сб.).

Изучение альгофлоры городской реки проводится в рамках научно-общественного проекта «Ревитализация Второй Речки». Этот проект создан для наиболее полной оценки экологического состояния, контроля за благополучием водного объекта и решения проблем загрязнения водотоков урбанизированных территорий. В комплексном исследовании принимают участие сотрудники ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, студенты и преподаватели ВГУЭС (г. Владивосток).

Цель нашего исследования: выявление таксономического состава альгофлоры и изменения структуры сообществ водорослей перифитона от истока к устью р. Вторая Речка, оценка биологического состояния обследуемого водотока по составу видов – индикаторов органического загрязнения. Получение исходных данных об альгофлоре и сообществах от истока к устью реки полезны для сравнения экологической ситуации в будущем.

Сведения о диатомовой флоре р. Вторая Речка были изложены в двух тезисных и студенческой дипломной работах (Медведь, Черепанова, 2004; Cherepanova, Medved, 2004). В период с весны 2000 г. по осень 2003 г. авторами были отобраны 15 проб в нижнем течении реки, и в результате их обработки выявлена структура диатомовых сообществ в различные сезоны года, а также проведена оценка качества вод водотока по методу DAIPo (Watanabe et al., 1986). За весь период исследования к числу доминантов отнесены семь таксонов; в весенний период доминировали *Encyonema silesiacum* (в оригинале *Cymbella silesiaca*), *Navicula subrhynchocephala*, в зимний – *Gomphonema parvulum*, *Nitzshia palea*, *Navicula gregaria*, *Melosira varians*,

в осенний – *Ulnaria ulna* (в оригинале *Fragilaria ulna*), *N. palea*, *M. varians*. Кроме того, отмечаются виды, также имевшие высокие оценки обилия в разные периоды исследования: *Navicula lanceolata*, *Surirella minuta* и *Rhoicosphenia abbreviata*. Значения индекса DAIPo, рассчитанные для перифитонных сообществ варьировали от 34,0 (осень) до 68,1 (весна).

Материал и методы исследований

Для реализации проекта «Ревитализация Второй Речки» и осуществления комплексных исследований по оценке экологического состояния реки были установлены 7 станций отбора проб, расположенных вдоль русла модельного водотока. В осенний период (октябрь 2020 г.) был проведен отбор альгологических проб на четырех станциях: 1 – верховье левого составляющего истока р. Вторая Речка (140 м ниже точки истока); 3 – микрорайон «Снеговая падь»; 5 – ниже моста трассы А-370 в районе парка «Фантазия» и автобусной остановки «Парк Победы»; 6–20 м выше ж/д моста. Полное описание этих станций и характеристика условий среды на них описаны и приведены на рис. 2 и 4 (а–ж) в статье Т.С. Вшивковой с соавторами (наст. сб.).

Альгологические пробы отбирали, обрабатывали, фиксировали и идентифицировали согласно общепринятым методикам (Swift, 1967; Вассер и др., 1989). При идентификации организмов использовали световой микроскоп «Axioskop 40» (Carl Zeiss Jena), электронный микроскоп EVO 40 (Carl Zeiss Jena) в Центре коллективного пользования «Биология и генетическая инженерия» ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН.

Видовая принадлежность цианобактерий и водорослей определена согласно современным систематическим данным (Голлербах и др., 1953; Попова, 1955; Косинская, 1960; Виноградова и др., 1980; Паламарь-Мордвинцева, 1982; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991; Hartley et al., 1996; Lange-Bertalot, 2001; Krammer, 2002 и др.). Частота встречаемости диатомей установлена с использованием шестибалльной шкалы (Кордэ, 1956).

При проведении экологической характеристики флоры водорослей использовали литературные данные об экологии и отношении водорослей к сапробности: 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 Сладечека (Сладечек, 1967), основанного на выявлении видов водорослей – индикаторов органического загрязнения вод.

Список цианобактерий и водорослей составлен согласно системе, предложенной на мировом альгологическом сайте AlgaeBase и принятом нами в Каталоге пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России (Медведева, Никулина, 2014; Guiry, Guiry, 2016). Внутри отделов роды и виды водорослей расположены в алфавитном порядке.

Результаты и обсуждение

Таксономический состав флоры водорослей и цианобактерий р. Вторая Речка в ноябре 2020 г. представлен 88 видами (92 таксонами внутривидового ранга, учитывая номенклатурный тип вида) из шести отделов: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Rhodophyta и Euglenozoa (табл. 1, 2). Высокое видовое богатство отмечено для отдела Bacillariophyta, объединяющего 80,4% от общего числа идентифицированных видов. В систематической структуре альгофлоры наибольшее

Таблица 1

Таксономический состав цианобактерий и водорослей р. Вторая Речка (октябрь 2020 г.)

Отдел	Класс	Поря- док	Семей- ство	Род	Вид	Вид, разновидность, форма	Процентное соотношение
Cyanobacteria	1	1	2	2	3	3	3,3
Bacillariophyta	3	12	20	33	71	74	80,4
Chlorophyta	2	4	4	5	5	5	5,4
Charophyta	1	1	3	3	3	4	4,4
Rhodophyta	1	1	1	1	1	1	1,1
Euglenozoa	1	1	1	2	5	5	5,4
Итого	9	20	31	46	88	92	100

Таблица 2

Видовой состав диатомовых цианобактерий и водорослей перифитона р. Вторая Речка (октябрь 2021 г.)

№	Вид	р. Вторая Речка				Сапроб- ная характери- стика	Индекс сапроб-но- сти, s
		ст.1	ст. 3	ст. 5	ст. 6		
	CYANOBACTERIA						
	Класс Cyanophyceae						
	Порядок Oscillatoriales						
	Семейство Homoeotrichaceae						
1	<i>Homoeothrix varians</i> Geitler	2	2	3	–	о	1,0
	Семейство Phormidiaceae						
2	<i>Phormidium autumnale</i> (C. Agardh) Trevisan ex Gomont	–	–	–	2	β	2,1
3	<i>Ph. uncinatum</i> (C. Agardh) Gomont ex Gomont	–	2-3	2	5-6	β	2,1
	Bacillariophyta						
	Класс Coscinodiscophyceae						
	Порядок Aulacoseirales						
	Семейство Aulacoseiraceae						
4	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	–	1	–	–	α-β	2,6
5	<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	–	1	–	–	β-α	2,4
6	<i>A. subarctica</i> (O. Mu	–	–	–	1	о	1,3
	Порядок Thalassiosirales						
	Семейство Thalassiosiraceae Lebour						
7	<i>Thalassiosira bramaputrae</i> (Ehrenberg) Håkansson et Locker	–	–	–	1	о-α	2,0
	Порядок Melosirales						
	Семейство Melosiraceae						
8	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	–	1	–	1	α-β	2,7
	Класс Fragilariophyceae						
	Порядок Fragilariales						
	Семейство Diatomaceae						
9	<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützinger) Williams et Round	–	–	–	1	о	1,3
10	<i>Diatoma tenue</i> C. Agardh	1	–	–	–	β-α	2,5
11	<i>D. vulgare</i> Bory	1	1	5-6	2-4	β	2,4
12	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) Patrick var. <i>rectus</i> (Cleve) M. Idei	–	1-3	–	1	о	1,0

13	<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. Agardh	1-2	1	–	–	о-β	1,5
	Семейство Fragilariaceae						
14	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>capucina</i>	1	1-2	–	–	χ-β	1,0
15	<i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	1-2	3	–	–	о-β	1,5
16	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg var. <i>construens</i> f. <i>venter</i> (Ehrenberg) Bukhtiyarova	–	1	–	–	χ-о	0,5
17	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	–	1	–	–	β	2,3
18	<i>U. inaequalis</i> (H. Kobayasi) M. Idei	1	2	1	1	–	–
19	<i>U. oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal	–	1	–	–	–	–
20	<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	1	4-6	4	1	о-α	1,9
	Порядок Tabellariales Round						
	Семейство Tabellariaceae Kützing						
21	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	1	1	–	–	о-α	1,9
	Класс Bacillariophyceae						
	Порядок Eunotiales						
	Семейство Eunotiaceae						
22	<i>Eunotia implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot et Alles	1	–	–	–	–	–
23	<i>E. praeurupta</i> Ehrenberg	–	–	–	1	о-α	2,0
	Порядок Cymbellales						
	Семейство Cymbellaceae						
24	<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	1	3	2-3	1	χ	0,2
25	<i>Cymboplectra naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	–	1	–	–	β-о	1,6
26	* <i>Encyonema cespitosum</i> Kützing var. <i>comensis</i> Krammer	–	–	1	–	–	–
27	<i>E. minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) Mann	–	1	–	–	о-β	1,4
28	<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann	5	5-6	1	1	χ-о	0,5
	Семейство Gomphonemataceae						
29	<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Hornemann) Dawson ex Ross et Sims	1	–	–	–	β-α	2,5
30	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	5	3	2-3	1	β	2,0
31	<i>G. angustum</i> C. Agardh	2-3	1-2	1	–	о	1,4
32	<i>G. brebissonii</i> Kützing	1	–	–	–	–	–
33	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	1	–	1-2	–	χ	0,1
34	<i>G. truncatum</i> Ehrenberg var. <i>truncatum</i>	1	–	–	–	β-α	1,8
35	<i>G. truncatum</i> var. <i>capitatum</i> (Ehrenberg) Patrick	–	1	–	–	–	–
36	<i>Gomphonema</i> cf. <i>clevei</i> Fricke	–	1	–	–	–	–
37	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek et Stoermer	1-2	2-3	2	1	–	–
	Семейство Rhoicospheniaceae						
38	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	1-3	1-2	5	2-3	χ-о	0,5
	Порядок Achnanthales						
	Семейство Achnanthidiaceae						
39	<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	1	2	1-2	–	о-β	1,5
40	<i>Achnanthidium</i> sp.	–	–	2	2	–	–
41	<i>Planothidium ellipticum</i> (Cleve) Edlund	–	–	1	–	–	–

42	<i>P. haynaldii</i> (Schaarschmidt) Lange-Bertalot	2	1	–	–	–	–
43	<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot Bre	3-4	1-2	1	–	β - α	2,5
44	<i>Rossithidium linearis</i> (W. Smith) Round et Bukhtiyarova	1	–	–	–	χ -o	0,4
	Семейство Cocconeidaceae						
45	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>placentula</i>	1	–	1	1	o- β	1,4
46	<i>C. placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	1	1	2-3	3	–	–
	Порядок Naviculales						
	Семейство Amphipleuraceae						
47	<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	–	1-2	1	–	χ - β	0,9
	Семейство Pinnulariaceae						
48	<i>Pinnularia biceps</i> Gregory	–	–	–	1	β -o	1,7
49	<i>P. cf. subanglica</i> Krammer	1	–	–	–	–	–
50	<i>Pinnularia</i> sp.	–	–	–	1	–	–
	Семейство Naviculaceae						
51	<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	3-4	5-6	6	5	χ - β - α -p	0,9-3,4
52	<i>N. cryptocephala</i> Kützing	–	1	1	1	χ	0,2
53	<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	1	–	1	–	o- β	1,4
54	<i>N. radiosa</i> Kützing	1	–	1	–	o	1,1
55	<i>N. rostellata</i> Kützing	–	–	1	1	β -o	1,7
56	<i>N. slesvicensis</i> Grunow	–	1	–	–	–	–
	Семейство Stauroneidaceae Mann						
57	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann	–	–	–	1	χ - β	1,0
58	* <i>C. subminuscule</i> (Manguin) C.E. Wetzel and Ector	–	–	5	2	–	–
	Семейство Sellaphoraceae						
59	* <i>Sellaphora obesa</i> Mann and Bayer	–	–	–	5	β	–
	Порядок Bacillariales						
	Семейство Bacillariaceae						
60	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	–	1	–	1-2	β -o	1,7
61	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	–	–	2-3	–	o	1,3
62	<i>N. dissipata</i> (Kützing) Grunow	1	1	–	–	χ	0,2
63	<i>N. fonticola</i> Grunow	–	1	1-2	–	o- β	1,5
64	<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow	–	–	2-3	2-3	–	–
65	<i>N. linearis</i> (C. Agardh) W. Smith	1	–	–	–	χ	0,0
66	<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	1	1-2	1-3	4-5	α - β	2,75
67	<i>N. pellucida</i> Grunow	–	2	–	–	–	–
68	<i>N. inconspicua</i> Grunow	1	1	6	4	–	–
69	<i>Nitzschia</i> sp. (<i>Nitzschia</i> cf. <i>recta</i> Hantzsch)	–	5-6	6	4-5	–	–
70	<i>N. sublinearis</i> Hustedt	–	–	1	1	–	–
71	<i>N. umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	–	–	–	1	β -o	1,7
	Порядок Rhopalodiales						
	Семейство Rhopalodiaceae						
72	<i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer	–	–	1	1	–	–
73	<i>Rh. gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	–	–	1	–	χ -o	0,4
	Порядок Surirellales						
	Семейство Surirellaceae						
74	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	–	–	1	1-3	β	2,35
75	<i>Surirella angusta</i> Kützing	–	1-2	1	1	o	1,1

76	<i>S. brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	1	4	1	1	–	–
77	<i>S. minuta</i> Brébisson	–	1-2	–	–	о-α	–
	CHLOROPHYTA						
	Класс Chlorophyceae						
	Порядок Chaetophorales						
	Семейство Chaetophoraceae						
78	<i>Stigeoclonium</i> sp.	–	1	1	–	–	–
	Порядок Oedogoniales						
	Семейство Oedogoniaceae						
79	<i>Oedogonium</i> sp. ster.	–	–	1	–	–	–
	Класс Ulvophyceae						
	Порядок Cladophorales						
	Семейство Cladophoraceae						
80	<i>Chaetophora</i> sp.	–	–	–	2	–	–
81	<i>Cladophora fracta</i> (Müller ex Vahl) Kützing	–	–	–	2	о-α	1,9
	Порядок Ulotrichales						
	Семейство Ulotrichaceae						
82	<i>Ulothrix zonata</i> (Weber et Mohr) Kützing	–	1	–	–	о-α	1,8
	CHAROPHYTA						
	Класс Zygnematophyceae						
	Порядок Zygnematales						
	Семейство Closteriaceae						
83	<i>Closterium acerosum</i> (Schra	–	–	–	2	α-β	2,6
84	<i>C. acerosum</i> var. <i>elongatum</i> Brébisson	–	–	–	1	α-β	2,6
	Семейство Desmidiaceae						
85	<i>Cosmarium subcrenatum</i> Hantzsch	–	1-2	1	–	о	1,1
	Семейство Zygnemataceae						
86	<i>Spirogyra</i> sp. ster.						
	RHODOPHYTA						
	Класс Florideophyceae						
	Порядок Acrochaetiales						
	Семейство Acrochaetiaceae						
87	<i>Audouinella chalybaea</i> (Roth) Bory	–	1	–	–	о-χ	0,5
	EUGLENOZOA						
	Класс Euglenophyceae						
	Порядок Euglenales						
	Семейство Euglenaceae						
88	<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	–	–	–	2	β	2,2
89	<i>E. deses</i> Ehrenberg	–	–	–	2-3	ι	5
90	<i>E. proxima</i> Dangeard	–	–	–	2	ρ-α	3,9
91	<i>E. viridis</i> Ehrenberg	–	–	–	2-3	ρ	4,1
92	<i>Lepocinclis fusiformis</i> (Carter) Lemmermann	–	–	–	1	β	2,2

Примечание: ст. 1 – верховье р. Вторая Речка, ст. 3 – микрорайон «Снеговая падь»; ст. 5 – ниже моста трассы А-370 в районе остановки «Парк Победы»; ст. 6-20 м выше ж/д моста. Частота встречаемости организмов указана по шестибальной шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – очень часто, 6 – масса (Кордэ, 1956). «–» – нет данных. 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 – бетамезосапробионт, β-α – бета-альфамезосапробионт, α-β – альфа-бетамезосапробионт, ρ-α – поли-альфамезосапробионт, ρ – полисапробионт, ι – изосапробионт. «*» – вид впервые указывается для южной части Дальнего Востока России.

количество видов, разновидностей и форм содержат семейства *Bacillariaceae* (12 видов и разновидностей) и *Gomphonemataceae* (9); роды *Nitzschia* (11), *Gomphonema* (7) и *Navicula* (6).

Впервые для южной части российского Дальнего Востока указаны диатомовые водоросли *Encyonema cespitosum* Kützing var. *comensis* Krammer, *Sellaphora obesa* Mann and Bayer и *Craticula subminuscula* (Manguin) C.E. Wetzel and Ector.

В перифитонных альгосообществах Второй Речки 12 видов диатомей и цианобактерий находятся в статусе доминантов и субдоминантов. Основными доминантами в альгосообществах реки можно назвать два вида – *Navicula lanceolata* (см. рисунок, 1–5) и *Nitzschia* sp. (точная видовая принадлежность в настоящее время не установлена). Вид *N. lanceolata* выявлен в перифитоне на всей протяженности реки, входит в состав преобладающих видов в среднем и нижнем течении водотока и доминирует в диатомовых сообществах на 3 и 5 станциях. *Nitzschia* sp. также развивается в массе на 3 и 5 станциях, а в нижнем течении его частота встречаемости оценивается как «очень часто».

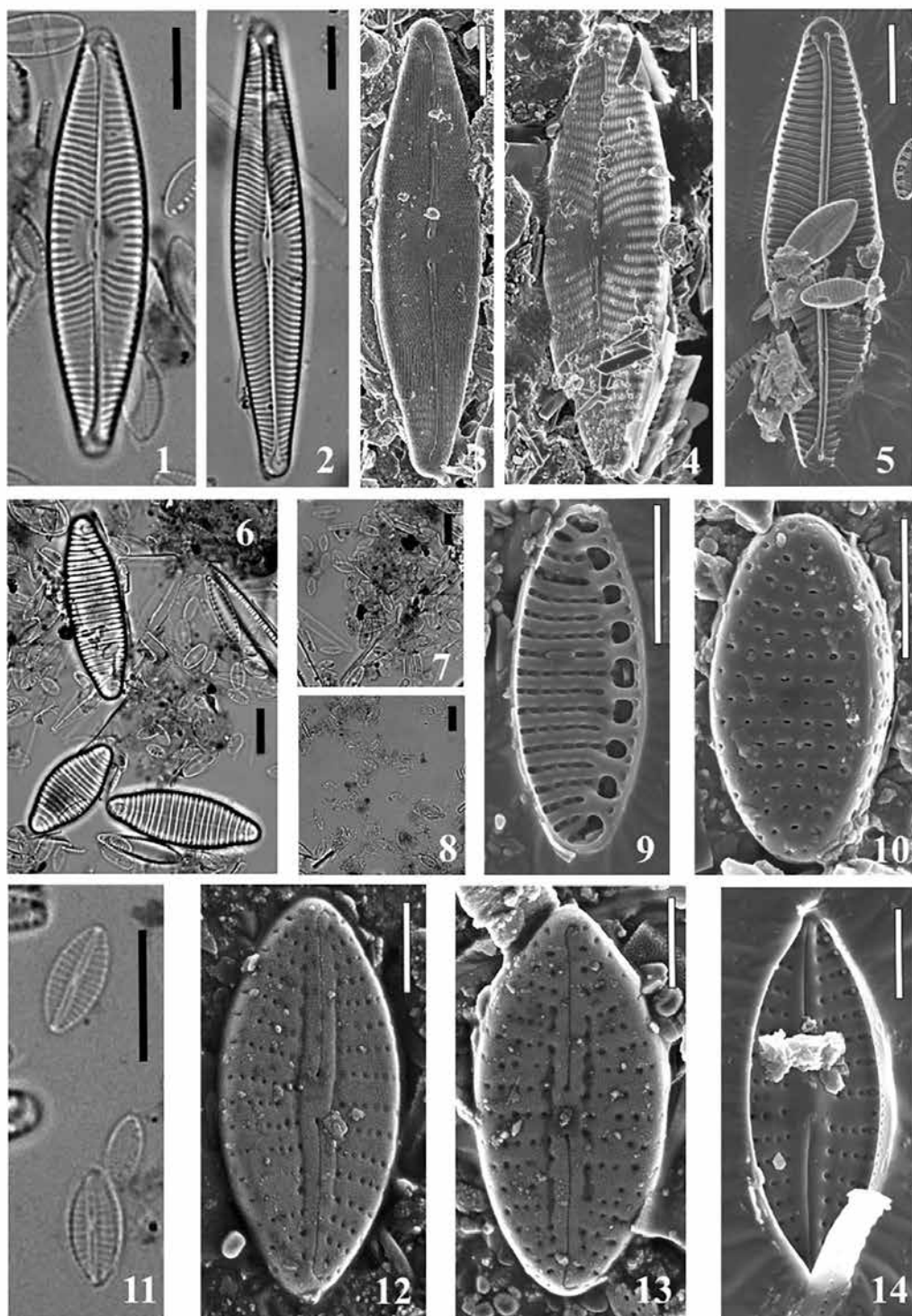
В верхнем течении реки (ст. 1) отмечено 34 вида и разновидности цианобактерий и водорослей, из них к преобладающим отнесены *Encyonema silesiacum* и *Gomphonema angustatum*, с частотой встречаемости «очень часто», все остальные имели оценку обилия «единично» – «часто».

В обрастаниях твердых субстратов на ст. 3 зарегистрированы 47 видов и разновидностей водорослей из отделов *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta* и *Rhodophyta* и один вид цианобактерий. Кроме *N. lanceolata* и *Nitzschia* sp., к числу доминантов отнесены диатомеи *Ulnaria ulna* и *E. silesiacum*.

Водорослевые сообщества перифитона в нижнем течении Второй Речки (ст. 5) характеризуются вегетированием 41 вида цианобактерий, диатомовых, зеленых и харовых водорослей и обильным развитием шести видов диатомей. Доминировали *N. lanceolata*, *Nitzschia* sp., *N. inconspicua* (см. рисунок, 7–10), *Diatoma vulgare* (см. рисунок, 6), в сочетании с субдоминантами *Craticula subminuscula* (см. рисунок, 11–14) и *Rhoicosphenia abbreviata*.

На самом загрязненном, предустьевом участке водотока (ст. 6, выше железнодорожного моста) видовой состав водорослей, развивающихся на поверхности ила, камней и твердых искусственных субстратов, был представлен цианобактериями, диатомовыми, зелеными, харовыми и эвгленовыми водорослями (всего 47 видов и разновидностей). Высокие показатели численности имели доминант *Phormidium uncinatum* (цианобактерии) и субдоминанты *N. lanceolata*, *Nitzschia* sp., *N. palea* и *Sellaphora obesa* (диатомовые водоросли).

Оценка качества вод р. Вторая Речка методом Пантле-Бук в модификации Сладечека (1967) показала, что в осенний период 2020 г. значения индексов сапробности (*S*) изменялись от 1,49 до 2,32 (табл. 3). Согласно полученным значениям *S*, воды обследованного водотока в верхнем течении относятся к олигосапробной зоне (степень сапробности α - β) и II классу чистоты воды, в среднем и нижнем течении – к бетамезосапробной зоне (степень сапробности (α - β , β - α) и III классу чистоты, классифицируются как чистые и умеренно загрязненные воды. Индекс *S* = 2,32, полученный для участка реки в районе ст. 6, скорее всего, не отражает картину сильного органического загрязнения (толстый слой иловых отложений, резкий запах сероводорода и гниющей органики, нефтяные разводы у берегов), подтвержденного бурным развитием эвгленовых водорослей (*Euglena acus*, *E. deses*, *E. proxima*, *E. viridis*, *Lepocinclis fusiformis*), имеющих индексы сапробности от 2,2



Navicula lanceolata Ehrenberg (1–5): 1–4 – наружная сторона створки, 5 – внутренняя сторона створки; 1–2 – СМ, 3–5 – СЭМ; линейка 10 мкм; *Diatoma vulgare* Bory (6): клетки, СМ; линейка 10 мкм; *Nitzschia inconspicua* Grunow (7–10): 7–8 – клетки, СМ; 9 – внутренняя сторона створки, 10 – наружная сторона створки, СЭМ; линейка 2 мкм; *Craticula subminuscula* (Manguin) C.E. Wetzel and Ector (11–14): 11 – клетки, СМ; 12, 13 – наружная сторона створки, СЭМ; 14 – внутренняя сторона створки, СЭМ; линейка 2 мкм.

Таблица 3

Сапробные показатели вод р. Вторая Речка (октябрь 2020 г.)

Место отбора проб	Индекс сапробности (S)	Зона сапробности	Степень сапробности	Класс чистоты воды
ст. 1	1,49	Олигосапробная	о-β	II
ст. 3	1,54	Бетамезосапробная	β-о	III
ст. 5	1,67	Бетамезосапробная	β-о	III
ст. 6	2,32	Бетамезосапробная	β	III

до 5, являющихся полисапробионтами и эусапробионтами, показателями V и VI класса вод.

Таким образом, полученные данные для нижнего участка Второй Речки не вполне соответствуют очевидной действительности и требуют дальнейших дополнительных мониторинговых исследований, уточнения видовой идентификации одного из основных доминирующих видов (*Nitzschia* sp.), а также получения дополнительных данных и корректировки видовых индексов сапробности как для преобладающих в альгосообществах (*Craticula subminuscule*, *Sellaphora obesa*, *Nitzschia inconspicua*), так и для некоторых второстепенных видов. Например, в справочной литературе вид *Navicula lanceolata* характеризуется только как олигосапробионт с $s=0,9$, и только в одном литературном источнике дано более широкое описание спектра экологических и сезонных условий развития вида. Указывается, что *N. lanceolata* произрастает одинаково активно в солоноватых водах и в пресных источниках и с уровнями загрязнения от олиго- до β-мезо- и α-мезосапробного. Скорость воспроизводства *N. lanceolata* заметно снижается в разгар лета, поскольку водоросли этого вида предпочитают низкие температуры. Популяционный взрыв происходит с зимы до весны, когда он встречается даже в α-мезосапробных водах и, таким образом, значительно более устойчив к сильным загрязнениям (Lange-Bertalot, 2001).

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.
- 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.
- Вшивкова Т.С., Никулина Т.В., Клышевская С.В., Дроздов К.А., Жарикова Е.В. 2021. Проблемы загрязнения водотоков урбанизированных территорий и пути их решения на примере реки Вторая Речка (Владивосток, Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. (наст. издание).
- Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. 1953. Синезеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. М.: Советская наука. 652 с.
- 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.
- Косинская Е.К. 1960. Десмидиевые водоросли. Конъюгаты, или сцеплянки. Флора споровых растений СССР. Т. 5, вып. 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 706 с.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В. 2014. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 271 с.
- Медведь В.А., Черепанова М.В. 2004. Экологический мониторинг сообществ диатомовых водорослей – индикаторов органического загрязнения воды (на примере водоемов городов Южного

- Приморья) // Проблемы экологии и рационального природопользования Дальнего Востока: матер. Регион. конф. молодых ученых. С. 124–127.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. 1982.** Десмидиевые водоросли Украинской ССР (Морфология, систематика, филогения, пути эволюции, флора и географическое распространение). Киев: Наукова думка. 237 с.
- Попова Т.Г. 1955.** Эвгленовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 7. М.: Советская наука. 282 с.
- Сладечек В. 1967.** Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидро-биология. М.: Наука. С. 26–31.
- Bukhtiyarova L.N. 1999.** Diatoms of Ukraine. Inland waters. Kyiv. 133 p.
- Cherepanova M.V., Medved V.A. 2004.** Diatoms as indicators of organic pollution of the ponds and rivers in the Vladivostok urbanized zone // Abstracts of IV International Congress “Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology”, Isparta, Turkey, September 13–18, 2004. P. 37–38.
- Davies S.P., Jackson S.K. 2006.** The biological condition gradient: a descriptive model for interpreting change in aquatic ecosystems // Ecological Applications. V. 16, N4. P. 1251–1266. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1251:TBCGAD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1251:TBCGAD]2.0.CO;2)
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2016.** AlgaeBase / Ryan Institute, National University of Ireland, University Road, Galway, Ireland, 1996–2018. URL: <http://www.algaebase.org/>; (searched on 15.12.2016).
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R. 1996.** An atlas of British diatoms. England: Biopress Ltd. 601 p.
- Jones J. 1996.** The diversity, distribution and ecology of diatoms from Antarctic inland waters // Biodiversity and Conservation. N511. P. 1433–1449.
- Kelly M.G., Whitton B.A. 1995.** The Trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J. // Journal of Applied Phycology. N7. P. 433–444.
- Krammer K. 2002.** *Cymbella* // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 3. Ruggell: A.R.G. Ganter Verlag K.G. 584 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. 1991.** 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.
- Lobo E.A., Callegaro V.L.M., Hermany G., Gomez N., Ector L. 2004.** Review of the use of microalgae in South America for monitoring rivers, with special reference to diatoms // Life and Environment, Observatoire Océanologique. V. 54. P. 105–114.
- Lowe R.L., Pan Y. 1996.** Benthic algal communities and biological monitors // Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. San Diego, California, USA: Academic Press. P. 705–739.
- Pantle F., Buck H. 1955.** Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas – und Wasserfach. Bd 96, N18. 604 S.
- Poikane S., Kelly M., Cantonati M. 2016.** Benthic algal assessment of ecological status in European lakes and rivers: Challenges and opportunities // Science of the Total Environment. N568. P. 603–613. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.027>
- Sládeček V. 1986.** Diatoms as indicators of organic pollution // Hydrochim. hydrobiol. V. 14, N5. P. 555–566.
- Stevenson R.J. 2014.** Ecological assessments with algae: a review and synthesis // J. Phycol. V. 50. P. 437–461.
- Swift E. 1967.** Cleaning diatoms frustules with ultraviolet radiation and peroxide // Phycologia. V. 6, N2/3. P. 161–163.
- Szczepocka S., Szczepocka E., Szulc B. 2009.** The use of benthic diatoms in estimating water quality of variously polluted rivers // Oceanol. Hydrobiol. Stud. V. 38, N1. P. 17–26.
- 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, N28. P. 117–133.
- Watanabe T., Asai K., Houki A. 1986.** Numerical estimation of organic pollution of flowing water by using the epilithic diatom assemblage – Diatom Assemblage index (DAI_{po}) // The science of the Total Environment. N55. P. 209–218.

ДИАТОМОВАЯ ФЛОРА Р. ФАЛЬШИВАЯ (КАМЧАТКА)

Т.В. Никулина¹, Ю.В. Сорокин²

¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия.

E-mail: nikilinatv@mail.ru; nikilina@ibss.dvo.ru;

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, ул. Верхняя Красносельская, д. 17, г. Москва, 107140, Россия. E-mail: sorokura@yandex.ru

Получены данные о составе флоры диатомовых водорослей р. Фальшивая, которая представлена – 113 видами (122 таксонами внутривидового ранга) из классов Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae и Bacillariophyceae. К числу доминантов и субдоминантов отнесены 12 видов: *Diatoma hyemalis*, *D. mesodon*, *Fragilaria vaucheriae*, *Meridion circulare* var. *constrictum*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *G. parvulum*, *Planothidium lanceolatum*, *Pinnularia acidojaponica*, *Amphora pediculus*, *Nitzschia nana* и *N. palea*. Показателями степени сапробности воды являются 80 видов и разновидностей диатомей (65,6%), наиболее представлены олиго- и бетамезосапробионты – 26,2 и 22,1% соответственно.

DIATOM FLORA OF THE FALSHIVAYA RIVER (KAMCHATKA)

T.V. Nikulina¹, Yu.V. Sorokin²

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: nikilinatv@mail.ru; nikilina@ibss.dvo.ru

²Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 17 V. Krasnoselskaya St., Moscow, 107140, 690022, Russia. E-mail: sorokura@yandex.ru

Data on the diatom flora composition of the Falshivaya River (Kamchatka Peninsula) received; it is represented by 113 species (122 intraspecific rank taxa) from the classes Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae and Bacillariophyceae. Species *Diatoma hyemalis*, *D. mesodon*, *Fragilaria vaucheriae*, *Meridion circulare* var. *constrictum*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *G. parvulum*, *Planothidium lanceolatum*, *Pinnularia acidojaponica*, *Amphora pediculus*, *Nitzschia nana* и *N. palea* are dominant and subdominant in river's communities. Eighty species and varieties of diatoms (65.6%) are indicators of the degree of water saprobity, the most represented are oligo- and betamezosaprobionts – 26,2 and 22,1% respectively

Введение

Мутновское геотермальное месторождение является одним из самых крупных в мире, расположено на северном склоне Мутновского вулкана. Активность вулкана выражена фумарольной деятельностью, при которой выделяется огромное количество энергии в виде выбросов вулканических газов и образования множества горячих источников. Недалеко от вулкана, в верховье р. Фальшивая, действует уникальная Мутновская ГеоЭС, построенная в 2001 г. Сброс неочищенного теплоносителя (геотермальных вод) с Мутновской ГеоЭС в Фальшивую проводится с 2006 г.

Цель нашего исследования – получить первичную информацию о составе диатомовой флоры верхнего и среднего течения р. Фальшивая, выявить структуру сообществ водорослей перифитона и провести анализ альгофлоры для оценки наличия видов – индикаторов органического загрязнения.

Информация о флоре цианобактерий и водорослей юго-восточной Камчатки изложена в ряде научных работ (Калитина и др., 2015; Никулина и др., 2015, 2016; Никулина, Грищенко, 2017; Nikulina, Sorokin, 2016; Nikulina et al., 2019). Авторами в летний и осенний периоды 2011–2013 и 2015 гг. обследованы 14 горячих источников из четырех термопроявлений: Малкинского, Начикинского, Паратунского (источники Горячая сопка, Карымшинские) и Мутновского (источники Верхне-Вилучинские, Дачные – Активная и Медвежья группы) геотермальных районов. Выявлено, что диатомовая флора представлена 177 видами, разновидностями и формами водорослей. Основными доминантами в термах названы виды *Pinnularia acidojaponica*, *Achnanthyidium exiguum*, *Caloneis bacillum*, *Nitzschia amphibia*, *Rhopalodia acuminata* и *Gomphonema parvulum*. Во флоре преобладают бентосные, индифферентные к солености, алкалифильные, олиго- и бетамезосапробные, широко распространенные виды.

Река Фальшивая является основной водной артерией в районе Мутновского месторождения, она берет начало со склонов Мутновского вулкана и близлежащих сопкок, впадает в одноименную бухту Тихого океана. Площадь водосбора Фальшивой – 191,8 км², длина – 31 км, крупнейший приток – р. Левая Фальшивая (12 км), всего притоков более 60, их общая совокупная длина – 113 км, а речной системы в целом – 155 км. Течение в реке быстрое, бурное. Благодаря большому количеству осадков, выпадающих на слабоустойчивые грунты, в летне-осеннее время в период обильных дождей со склонов сопкок возможны сходы селевых потоков, которые перегораживают всю речную долину. Последний крупный сел сошел в 1996 г. по руч. Куропатка (правый приток р. Фальшивая).

На нерест в р. Фальшивая заходят четыре вида тихоокеанских лососей и два вида гольцов, в связи с этим, она включена в Перечень водных объектов, имеющих значение для воспроизводства лососевых рыб, и относится к высшей рыбохозяйственной категории.

По гидрологическому режиму Фальшивая и ее притоки относятся к рекам Тянь-Шаньского типа с продолжительной зимней меженью и половодьем в теплую часть года. Средний многолетний расход воды р. Фальшивой составляет 0,62 м³/с (пределы колебаний от 0,05 до 3,54 м³/с), средний годовой расход воды 95%-ной обеспеченности – 0,31 м³/с. Максимальные средние месячные расходы приходятся на июль (до 3,43 м³/с), минимальные отмечаются в январе-феврале (0,05 м³/с). Средняя месячная температура воды большую часть года близка к 4–5 °С и только в августе–сентябре поднимается до 10–11 °С (Васильев, Шмидт, 1987; Сорокин, 2008, 2014; Ермакова, 2009).

Сток реки Фальшивой в районе месторождения формируется за счет подземных (в том числе термальных) и поверхностных вод, стекающих по поверхности водосбора и по первичной русловой сети после выпадения осадков, таяния снежников и ледников. При выпадении дождей вода очень быстро достигает русловой сети, поэтому в теплое время высока суточная изменчивость речного стока. Зимой сток полностью определяется поступлением подземных вод, изменчивость которого достаточно низка. В эти месяцы из-за малого разбавления подземных вод следует ожидать наиболее высокие концентрации растворенных в воде веществ.

Регулирующая роль бассейна реки Фальшивой проявляется в перераспределении зимних осадков в сток теплого периода, из-за чего средние месячные расходы воды летом в 3–4 раза больше, чем зимой. За период с июня по сентябрь проходит больше 70% всего годового стока (Васильев, Шмидт, 1987; Сорокин, 2008, 2014; Ермакова, 2009).

Материал и методы исследований

Пробы водорослей перифитона были отобраны в летний период (август) 2011 и 2018 гг. на восьми станциях р. Фальшивая, в верхнем (ст. 1, 1А, 2, 4, 6, 7, 9) и среднем (ст. 12) течении реки. Фоновая точка отбора проб (ст. 1) расположена вне зоны антропогенного воздействия, в 0,2–0,3 км выше нахождения Мутновской ГеоЭС и сброса отработанных геотермальных вод (сепарат) из скважин электростанции. Следующие точки отбора проб находятся в удалении от места сброса сепарата в 0,2; 0,7; 1,5; 2; 3,5 и 5,5 км. Нижняя станция отбора проб (ст. 12) удалена на 10 км от ГеоЭС.

На всей протяженности обследованного участка реки отмечены гравийно-галечные грунты, в сочетании со средними и крупными камнями, изредка – с валунами. Скорость течения в водотоке от истока к среднему течению увеличивалась от 0,35 до 1,5 м/с. Температура воды в реке в 2011 г. изменялась от 8,4 °С (ст. 1) до 18,1 °С (ст. 1А), в 2018 г. перепады были не столь значительными – в пределах 3,6–6,5 °С. За весь период исследования разница значений водородного показателя кислотности среды (рН) варьировала от 6,3 до 9,1; воды слабоминерализованные (табл. 1). Более полное описание и схема расположения точек отбора проб

Таблица 1

Абиотические данные р. Фальшивая на станциях отбора альгологических проб в летний период 2011 и 2018 гг.

Станция	Год отбора проб	Описание	t° C		pH		v _{теч.} , м/сек	h, м	ppt
			2011	2018	2011	2018			
1	2011 2018	фоновая, 0,2–0,3 км выше сброса сепарата из скважин ГеоЭС	8,4	3,6	7,7	7,7	0,35	0,15	0,02
сепарат			42,2	–	9,1	–	–	–	–
1А	2011 2018	0,2 км ниже места сброса сепарата	18,1	3,6	9,1	7,9	0,35	0,15	0,02
2	2018	0,7 км ниже места сброса сепарата	–	3,8	–	7,35	0,76	0,15	0,02
4	2018	1,5 км ниже места сброса сепарата, ниже впадения руч. Медвежий	–	6,5	–	7,25	–	0,2	0,02
6	2011 2018	2 км ниже места сброса сепарата, ниже впадения безымянного ручья из термальных источников Дачные	16,0	6,7	8,5	7,25	1,1	0,2	0,02
7	2018	3,5 км ниже места сброса сепарата	–	5,3	–	7,1	–	0,2	0,02
9	2018	5,5 км ниже места сброса сепарата	–	6,3	–	6,3	–	0,2	0,04
12	2011	10 км ниже места сброса сепарата ГеоЭС и ниже впадения руч. Куропатка	11,7	–	6,7	–	1,5	0,2–0,5	–

приведены в работах, посвященных изучению зообентоса р. Фальшивая (Сорокин, 2008, 2014).

Пробы водорослей перифитона отбирали по общепринятым методикам (Васер и др, 1989). Для определения видовой принадлежности диатомовых водорослей готовили постоянные препараты методом прокалывания створок диатомей в перекиси водорода (Swift, 1967). При идентификации водорослей использовали световые микроскопы «Axioskop 40» (Zeiss, объективы 40x/0,65 и 100x/1,25 oil) и «Alphaphot-2 YS-2» (Nikon, объективы 40x/0,65 и 100x/1,25 oil).

Частоту встречаемости (оценку обилия) видов водорослей определяли по шестибалльной шкале (Кордэ, 1956). При описании структуры альгосообществ выделяли преобладающие комплексы видов, к которым были отнесены доминанты – таксоны с частотой встречаемости 6 («масса»), субдоминанты – с оценкой обилия 5 («часто»). Все водоросли с частотой встречаемости от 1 («единично») до 4 («очень часто») классифицированы как второстепенные виды. В случае отсутствия в водорослевом сообществе реального доминирования вида к доминантам относили таксоны, имеющие максимально высокую частоту встречаемости. Выявление водорослей – индикаторов органического загрязнения проведено на основании литературных данных об экологии водорослей (Sladeček, 1986; Van Dam et al., 1994; Bukhtiyarova, 1999; Баринаева и др., 2006). Видовую принадлежность водорослей идентифицировали с использованием определителей и справочной литературы (Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991; Hartley et al., 1996; Lange-Bertalot, 2001; Krammer, 2002 и др.). Список диатомовых водорослей составлен согласно системе, предложенной на мировом альгологическом сайте AlgaeBase и принятом нами в Каталоге пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России (Медведева, Никулина, 2014; Guiry, Guiry, 2016). Внутри отделов роды и виды водорослей расположены в алфавитном порядке.

Результаты и обсуждение

Диатомовая флора реки Фальшивой, обследованной в летний период 2011 г. и 2018 г., представлена 122 видами, разновидностями и формами водорослей из классов Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae и Bacillariophyceae (табл. 2, 3). Класс Bacillariophyceae включает 79,5% от общего числа идентифицированных видов, наибольшее количество видов, разновидностей и форм содержат семейства *Fragilariaceae* (20), *Pinnulariaceae* (15) и *Bacillariaceae* (12); роды *Pinnularia* (15), *Nitzschia* (11), *Gomphonema* (7) и *Cymbella* (7).

Перифитонные сообщества обследованных нами восьми участков р. Фальшивая включают умеренное количество видов. В перифитоне на верхней, фоновой станции обнаружено 53 (2011 г.) и 60 (2018 г.) видов диатомовых водорослей. В альгосообществах выявлены доминирующие и субдоминирующие по численности виды: алкалифилы *Gomphonema angustatum*, *Planothidium lanceolatum*, *Meridion circulare* var. *constrictum* и индифферентные к изменениям pH среды *Diatoma hyemalis* и *Encyonema silesiacum*. Сходный видовой состав имеет диатомовое сообщество реки на станции 1А (табл. 3), расположенной в 0,2 км ниже сброса отработанных геотермальных вод с Мутновской ГеоЭС, структура преобладающих видов также не изменилась. Отличие состоит в том, что частота встречаемости всех видов, в том числе доминирующих, значительно уменьшилась, появилось большое количество деформированных и пустых створок.

Ниже по течению реки (ст. 2) отмечено резкое падение числа таксонов – 28 видов и разновидностей диатомей, из них к преобладающим отнесен единственный

Таблица 2

Таксономический состав диатомовых водорослей р. Фальшивая (Камчатка)

Класс	Порядок	Семей- ство	Род	Вид	Вид, разновид- ность и форма	Процентное соотношение
Coscinodiscophyceae	2	2	2	4	4	3,3
Fragilariophyceae	2	2	7	15	21	17,2
Bacillariophyceae	8	14	28	94	97	79,5
Всего	12	18	37	113	122	100

Таблица 3

Видовой состав диатомовых водорослей р. Фальшивая (Камчатка)

[illegible]

19	<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh var. <i>circulare</i>	1	1	–	1	–	1	1	1	1	1	1	о-χ
20	<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	4	4-6	2-3	4-5	–	5	2	4-5	1	2-3	1	χ-о
21	<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Compère et Bukhtiyarova	–	1	–	1	–	–	–	1	–	–	–	–
22	<i>U. delicatissima</i> (W. Smith) Aboal et Silva	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
23	<i>U. oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–
25	<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	–	–	–	1	1	1	2	2	1	1	1	о-α
	Порядок Tabellariales Round												
	Семейство Tabellariaceae Kützing												
25	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	–	–	–	2	–	1	–	–	–	–	–	о-α
	Класс Bacillariophyceae												
	Порядок Eunotiales												
	Семейство Eunotiaceae												
26	<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	χ-β
27	<i>E. bidens</i> Ehrenberg	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
28	<i>E. bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	–	–	–	–	–	1	1	1	–	–	–	о
29	<i>E. exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	–	1	1	1-2	–	–	–	1	–	–	–	β-о
30	<i>E. implicata</i> Nörpel, Lange- Bertalot et Alles	1	1	1	–	1	1	–	1	1	1	–	–
31	<i>E. praerupta</i> Ehrenberg	–	1	1	1	–	–	1	–	–	–	–	β
	Порядок Cymbellales												
	Семейство Cymbellaceae												
32	<i>Cymbella amplificata</i> Krammer	2-3	1	–	–	–	1	1	–	1	1	–	–
33	<i>C. arctica</i> (Lagerstedt) Schmidt	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–
34	<i>C. cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	1	–	1	1	–	–	–	–	1	–	–	о
35	<i>C. parva</i> (W. Smith) Kirchner	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–
36	<i>C. aff. proxima</i> Reimer	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–
37	<i>C. tumida</i> (Brébisson) Grunow	–	–	1	1	–	–	–	1	–	–	–	χ
38	<i>C. subaspera</i> Krammer	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
39	<i>Cymboplectra naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	о
40	<i>Encyonema gracile</i> Ehrenberg	2	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
41	<i>E. minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) Mann	2	1-2	1	–	1	2	–	1	1	–	1	о
42	<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann	4-6	5-6	4	5	1	5	2	3-4	2	4	1	χ-о
	Семейство Gomphonemataceae												
43	<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Hornemann) Dawson ex Ross et Sims	1	1-2	–	–	–	–	–	1	–	–	–	β
44	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst var. <i>angustatum</i>	6	6	6	2-3	3-4	3	6	1-3	1-3	4-5	5	β
45	<i>G. angustatum</i> var. <i>undulata</i> Grunow	1	1	2-3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
46	<i>G. angustum</i> C. Agardh	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	о-β
47	<i>G. coronatum</i> Ehrenberg	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	β
48	<i>G. gracile</i> Ehrenberg	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
49	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	2	1	1	2	3	3	1-2	3	5	2-3	1-2	β

50	<i>G. sarcophagus</i> Gregory	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
51	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek et Stoermer	–	1	–	1	–	1	–	1	–	–	–
	Порядок Achnanthales											
	Семейство Achnanthidiaceae											
52	<i>Achnanthidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
53	<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	1	1	2	1	1	1	–	–	–	1	1 β
54	<i>A. saprophilum</i> (Kobayasi et Mayama) Round et Bukhtiyarova	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
55	<i>Planothidium ellipticum</i> (Cleve) Edlund	2	–	2-3	1-3	2	2	2	2	1	1	2 –
56	<i>P. haynaldii</i> (Schaarschmidt) Lange-Bertalot	3	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2 β-α
57	<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	3-4	5-6	5	5	4	5	3	4	2-3	2	2-3 χ-ο
58	<i>P. rostratum</i> (Oestrup) Round et Bukhtiyarova	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
59	<i>Psammothidium helveticum</i> (Hustedt) Bukhtiyarova et Round	2-3	1-2	–	1	–	–	–	–	–	–	–
60	<i>Rossithidium linearis</i> (W. Smith) Round et Bukhtiyarova	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	χ-ο
	Семейство Cocconeidaceae											
61	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	1	1	–	1	–	1	–	1	1	1	– –
	Порядок Naviculales											
	Семейство Amphipleuraceae											
62	<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow) Cleve-Euler	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	– –
63	<i>F. rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	–	1	–	1	–	1	–	1	1	–	– χ-β
64	<i>F. vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	1	1	1	–	–	–	1	1	1	–	– χ-β
	Семейство Diadesmidaceae											
65	<i>Diadesmis contenta</i> (Grunow) Mann f. <i>biceps</i> (Grunow) Hustedt	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
66	<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann	–	1	–	1	–	1	–	–	–	–	ο
	Семейство Neidiaceae											
67	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	ο
68	<i>N. ampliutum</i> (Ehrenberg) Krammer	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	– –
69	<i>N. bisulcatum</i> (Lagerstadt) Cleve	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	ο-β
	Семейство Sellaphoraceae											
70	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mann	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	β
	Семейство Pinnulariaceae											
71	<i>Pinnularia acidojaponica</i> Idei et Kobayasi	1	1	–	–	–	1	3-5	1	1	1	2 –
72	<i>P. acoricola</i> Hustedt	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–
73	<i>P. appendiculata</i> (C. Agardh) Cleve	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	χ
74	<i>P. biceps</i> Gregory	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	β-ο
75	<i>P. borealis</i> Ehrenberg	1	1	1	1	–	1	1	1	1	–	ο-β
76	<i>P. lata</i> (Brébisson) W. Smith	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–

77	<i>P. marchica</i> I. Schonfelder	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
78	<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>microstauron</i>	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	χ
79	<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>rostrata</i> Krammer	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
80	<i>P. neomajor</i> Krammer	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	о-χ
81	<i>P. obscura</i> Krasske	–	–	–	1	–	–	–	1	–	–	–	–
82	<i>P. subgibba</i> Krammer var. <i>undulata</i> Krammer	1	–	–	–	1	1	1-2	–	–	–	1	о
83	<i>P. viridiformis</i> Krammer	1	–	–	–	–	1	1	–	1	1	–	о
84	<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	–	–	–	1	–	1	–	1	–	–	–	о-χ
85	<i>Pinnularia</i> sp.	–	1	–	–	–	–	–	1	1	1	–	–
	Семейство Diploneidaceae												
86	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	о-α
87	<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cleve	1	1	1	1		1	1	1	1	1		β
	Семейство Naviculaceae												
88	<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	–	–	1	–	–	1	1	–	–	–	–	χ
89	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	2	1	–	1	1	1	–	–	–	–	–	χ
90	<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	1	1	–	1	1	–	–	–	1	–	–	о-β
91	<i>N. integra</i> (W. Smith) Ralfs	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–
92	<i>N. lanceolata</i> (C. Agardh) Kützing	1	1	–	1	–	1	–	1	1	–	–	χ-β
93	<i>N. rhynchocephala</i> Kützing	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	α
94	<i>N. slesvicensis</i> Grunow	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
95	<i>N. tripunctata</i> (O. Müller) Bory	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	β
	Семейство Stauroneidaceae												
96	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	χ
97	<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	χ-о
	Порядок Thalassiophysales												
	Семейство Catenulaceae												
98	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	–	1	1	1	–	–	1	–	–	–	–	–
99	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing	1	–	1	–	1	1	1	1	–	–	–	β-о
100	<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunow	1	1	2	–	4-5	–	–	–	1	–	–	о-β
101	<i>A. veneta</i> Kützing	–	–	1-2	–	1	1	1	–	–	1	–	о
	Порядок Bacillariales												
	Семейство Bacillariaceae												
102	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	β-о
103	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	1	1	1	–	–	–	–	1	–	–	1	χ
104	<i>N. fonticola</i> Grunow	–	1	–	–	–	1	–	–	–	–	1	о
105	<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
106	<i>N. linearis</i> (Agardh) W. Smith	–	1	1	–	–	1	1-2	1	–	–	–	χ
107	<i>N. nana</i> Grunow	2	1	1	1	1	1	4-5	1	1	–	1	–
108	<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	4	4	4-5	–	1	2	2	2	1	2	1	α-β
109	<i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow	1	2	2-3	1	1	3	–	–	1	–	–	β
110	<i>N. pusilla</i> Grunow	2	–	3-4	–	–	–	–	–	–	–	–	χ
111	<i>N. aff. tubicola</i> Grunow	3	4	1	3-4	2	2	1	2	3	2	1	–
112	<i>N. umbonata</i> (Ehrenberg) Lange- Bertalot	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	β-о
113	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	о

Порядок Rhopalodiales													
Семейство Rhopalodiaceae													
114	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	β-α
115	<i>E. sorex</i> Kützing	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	о-α
116	<i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer	–	–	–	1	–	–	–	–	1	–	–	–
117	<i>Rh. gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	–	1	–	1	–	–	1	–	1	–	–	χ-о
118	<i>Rh. musculus</i> (Kützing) O. Müller	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
Порядок Surirellales													
Семейство Surirellaceae													
119	<i>Surirella angusta</i> Kützing	1-2	1	2	1	–	1	1	1	1	1	–	о
120	<i>S. brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>	1	1	1	1	1	1	–	1	1	3	–	χ
121	<i>S. brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	1	1	–	–	–	–	1-2	–	1	–	–	–
122	<i>S. minuta</i> Brébisson	4	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	о-α
	Всего таксонов	53	60	50	46	28	51	47	56	51	37	27	

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. Номера станций: 1 – 0,2–0,3 км выше места сброса сепарата ГеоЭС; 1А – 0,2 км ниже; 2 – 0,7 км ниже; 4 – 1,5 км ниже; 6 – 2 км ниже; 7 – 3,5 км ниже; 9 – 5,5 км ниже; 12 – 10 км ниже места сброса сепарата ГеоЭС. 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 – бетамезосапробионт, β-α – бета-альфамезосапробионт, α-β – альфа-бетамезосапробионт.

вид *Amphora pediculus* с частотой встречаемости «очень часто», все остальные имели оценку обилия «единично» – «часто» (табл. 3); здесь также присутствует много поврежденных и ломаных створок диатомовых водорослей. На этом участке реки – ниже сброса и до ст. 2 – прослеживается максимальное воздействие на водоток от сбрасываемых техногенных вод за счет продолжительности и постоянства сброса и минимального разбавления из-за отсутствия притоков; все эти факторы могут быть причиной разительных изменений в структуре альгосообщества и численности его состава.

В обрастаниях каменистых субстратов Фальшивой на нижерасположенных участках (ст. 4–9) основными доминантами можно назвать два вида – *Diatoma mesodon* и *D. hyemalis*, которые в сочетании с субдоминирующими *M. circulare* var. *constrictum*, *E. silesiacum*, *Gomphonema parvulum*, *G. angustatum*, *P. lanceolatum* и *Nitzschia nana* создают основу перифитонных диатомовых сообществ.

На станциях 9 и 12 вновь происходит резкое уменьшение числа видов в альгосообществах – 37 и 27 соответственно. Единственный вид *Gomphonema angustatum* зафиксирован с максимальной частотой встречаемости «очень часто», все остальные имели оценку обилия «единично» – «часто». Можно предположить, что причина таких изменений – «нагрузка» от крупных притоков р. Правая Фальшивая (на ст. 9) и руч. Куропатка (на ст. 12). Эти притоки несут в своих водах концентрации разных металлов (Al, Cu, Fe и др.) многократно превышающие ПДК, имеют кислый pH (меньше 5), и понижают значения водородного показателя воды р. Фальшивая до 6,3–6,7 (табл. 1).

Таким образом, в перифитонных сообществах р. Фальшивая нами отмечены двенадцать видов диатомей, отнесенных к разряду доминантов и субдоминантов: *Diatoma hyemalis*, *D. mesodon*, *Fragilaria vaucheriae*, *Meridion circulare*

var. *constrictum*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *G. parvulum*, *Planothidium lanceolatum*, *Pinnularia acidojaponica*, *Amphora pediculus*, *Nitzschia nana* и *N. palea*.

Показателями степени сапробности воды являются 80 видов и разновидностей диатомей, что составляет 65,6% от общего числа диатомовой флоры р. Фальшивая. Распределение по сапробиологическим группам выглядит следующим образом: наиболее значительными являются две сапробиологические группы – олигосапробионты (26,2%) и бетамезосапробионты (22,1%), на долю ксеносапробионтов и альфамезосапробионтов приходится 14,0% и 3,3% от общего числа видов диатомей соответственно (табл. 3, 4).

Таблица 4

Соотношение индикаторных видов водорослей по степени сапробности
(р. Фальшивая, Камчатка)

Сапробиологическая группа	Степень сапробности видов-индикаторов	Количество таксонов		% от общего числа таксонов
Ксеносапробионты (S = 0 – 0,50)	χ	11	17	14,0
	χ-ο	6		
Олигосапробионты (S = 0,51 – 1,50)	ο-χ	3	32	26,2
	χ-β	4		
	ο	17		
	ο-β	8		
Бетамезосапробионты (S = 1,51 – 2,50)	β-ο	6	27	22,1
	ο-α	5		
	β	13		
	β-α	3		
Альфамезосапробионты (S = 2,51 – 3,50)	α-β	3	4	3,3
	β-ρ	–		
	α	1		
	α-ρ	–		
Полисапробионты (S = 3,51 – 4,50)	ρ-α	–	–	–
	ρ	–		
Нет данных		42	42	34,4
Всего:		122	122	100

Литература

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

Васильев А.В., Шмидт С.В. 1987. Водно-технические изыскания. Л.: Гидрометеиздат. 360 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.

Ермакова А.С. 2009. Руслые процессы на реках Камчатк: автореф. дис... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 26 с.

Калитина Е.Г., Никулина Т.В., Харитоновна Н.А., Вах Е.А. 2015. Материалы к изучению разнообразия микроорганизмов в термальных источниках Камчатк (Россия) // Материалы Всеросс. конф. с междунар. участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. 23–27 ноября 2015 г. Томск, Россия. С. 510–513.

Кордз 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.

Медведева Л.А., Никулина Т.В. 2014. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 271 с.

- Никулина Т.В., Грищенко О.В. 2017. Флора диатомовых водорослей Дачных термальных источников (Камчатка, Россия) // Чтения памяти профессора Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 7. Владивосток: ФНИЦ Биоразнообразия ДВО РАН. С. 185–193.
- Никулина Т.В., Калитина, Вах Е.А., Харитонов Н.А. 2015. Бактерии и диатомовые водоросли Малкинских, Начикинских и Верхне-паратунских термальных источников (Камчатка, Россия) // Всеросс. научная конф. с междунар. участием «Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоемов», посвященная 100-летию со дня рождения Игоря Ивановича Куренкова, 7–9 октября 2015 г., Петропавловск-Камчатский, Россия. С. 104–110.
- Никулина Т.В., Калитина Е.Г., Вах Е.А., Харитонов Н.А. 2016. Список диатомовых водорослей трех термальных источников Камчатки – Малкинских, Начикинских и Верхне-паратунских (Россия) // Жизнь пресных вод. Т. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 108–115.
- Сорокин Ю.В. 2008. Реакция речной бентофауны на изменение температуры и химизма воды в ходе долговременного эксперимента по сбросу геотермальных вод (р. Фальшивая, юго-восточная Камчатка) // Чтения памяти профессора Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 4. Владивосток: Дальнаука. С. 636–642.
- Сорокин Ю.В. 2014. Воздействие высоких концентраций металлов на бентофауну р. Фальшивая и ее притоков, стекающих со склонов Мутновского вулкана (юго-восточная Камчатка) // Чтения памяти профессора Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 636–642.
- Bukhtiyarova L.N. 1999. Diatoms of Ukraine. Inland waters. Kyiv. 133 p.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2016. AlgaeBase / Ryan Institute, National University of Ireland, University Road, Galway, Ireland, 1996–2018. URL: <http://www.algaebase.org>; (searched on 15.12.2016).
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R. 1996. An atlas of British diatoms. England: Biopress Ltd. 601 p.
- Krammer K. 2002. *Cymbella* // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 3. Ruggell: A.R.G. Ganter Verlag K.G. 584 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. 1991. 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.
- Nikulina T.V., Kalitina E.G., Kharitonova N.A., Chelnokov G.A., Vakh E.A., Grishchenko O.V. 2019. Chapter 14. Diatoms from hot springs of the Kamchatka Peninsula (Russia) // Diatoms: Fundamentals & Applications. J. Seckbach and R. Gordon (eds.). Wiley-Scrivener, Beverly, MA, USA. Vol. 1. P. 311–333.
- Nikulina T.V., Sorokin Yu.V. 2016. Features of periphyton diatom communities from the stream of volcanic region (Falshivaya River, South-Eastern Kamchatka, Russia) // 3rd Intern. Symposium of Benthological Society of Asia. Vladivostok, Russian Federation. August 24–27, 2016: Abstract Book. Vladivostok: Dalnauka. P. 92.
- 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. N2/3. 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, N28. P. 117–133.

**БЕЗЗУБКИ РОДА *SINANODONTA* (UNIONIDAE, BIVALVIA)
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ЗООМУЗЕЯ ДВФУ**

Е.М. Саенко

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: sayenko@ibss.dvo.ru*

Обсуждаются конхологические характеристики хранящихся в Зоологическом музее ДВФУ (г. Владивосток) раковин пресноводных двустворчатых моллюсков рода *Sinanodonta* из Юго-Восточной Азии, проводится сравнение с опубликованными данными по азиатским и по европейским популяциям синанодонт. Находка *Sinanodonta* на о-ве Боракай (Филиппины) ранее в литературе не отмечена.

**SOUTH-EAST ASIAN ANODONTINS OF THE GENUS *SINANODONTA*
STORED IN THE ZOOLOGICAL MUSEUM OF FAR EASTERN
FEDERAL UNIVERSITY**

Е.М. Sayenko

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS,
159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: sayenko@ibss.dvo.ru*

Collection of the shells of freshwater bivalve mollusks of the genus *Sinanodonta* from Southeast Asia stored in the Zoological Museum of the Far Eastern Federal University (Vladivostok) is under discussion. A comparison of conchological features of the collected shells with published data on Asian and European *Sinanodonta* populations is made. *Sinanodonta* from Boracay Island (Philippines) has not been previously reported in the literature.

Введение

Семейство Unionidae – одно из наиболее разнообразных семейств пресноводных двустворчатых моллюсков, насчитывающее порядка 700 видов из Северного полушария и Африки. Среди унионид представители азиатского рода *Sinanodonta* Modell, 1945 занимают особое положение, как широко инвазивные моллюски.

Природное местообитание синанодонт – бассейн р. Янцзы (Китай) (Kantor et al., 2010), бассейн р. Амур и юг Приморья (Старобогатов и др., 2004; Богатов, 2007; Graf, 2007; и др.), кроме того в Азии моллюск известен из водоемов Кореи (Kwon et al., 1993) и Японии (Higo, Goto, 1993; Kondo et al., 2006). Начав в 1980-х годах освоение европейских водоемов с территорий Румынии (Sárkány-Kiss, 1986) и Венгрии (Petró, 1984), в настоящее время синанодонты отмечены по крайней мере в 19 европейских странах. За последние десятилетия эти моллюски распространились за пределы Евразии, появившись на островных территориях Юго-Восточной Азии, кроме того они уже отмечены в Центральной Америке и островах Карибского моря (Watters, 1997).

Первоначально род *Sinanodonta* был создан с целью выделить азиатские виды из состава рода *Anodonta* Lamarck, 1799 (Modell, 1945). Москвичева (1973) разделила синанодонт на три подрода: *Sinanodonta* s.l., *Anemina* Haas, 1969 и *Cristariopsis* Moskvicheva, 1973. Позже *Anemina* выделили в отдельный род (Затравкин, Богатов, 1987), однако ряд зарубежных исследователей долгое время рассматривали и *Sinanodonta*, и *Anemina* в качестве подродов в составе рода *Anodonta* (Higo, Goto, 1993; Kamburska et al., 2013; и др.). Описанные с юга Приморского края новые виды *S. ovata* и *S. manchurica*, отличающиеся от других синанодонт формой раковины, были объединены в подрод *Ellipsanodon* в составе рода *Sinanodonta* (Богатов, Старобогатов, 1996).

Со времени выделения рода *Sinanodonta* его видовой состав претерпел существенные изменения, однако до недавнего времени не существовало единого мнения относительно количества и идентичности видов в пределах рода (Богатов, Саенко, 2002; Старобогатов и др., 2004; Богатов, 2007; Kondo, 2008; He, Zhuang, 2013; Graf, Cummings, 2019). Проведенные в последнее время молекулярные исследования показывают наличие нескольких таксономических единиц в составе рода (Vikhrev et al., 2017; Kondakov et al., 2018; Wu et al., 2018; Lopes-Lima et al., 2020). Статус наиболее широко распространенного вида *S. woodiana* (Lea, 1834) также остается под вопросом. До начала применения генетических методов многие исследователи принимали широкую концепцию вида *S. woodiana*, особенно в отношении инвазивных моллюсков, считая, например, все европейские популяции конспецифичными (Nagel et al., 1998). Нередко малакологи называли вид условно (обычно как *S. woodiana*), ссылаясь на незавершенность ревизии азиатских синанодонт и недостаточность признаков для их надежной идентификации (Юришинец, Корнюшин, 2001; Kondo et al., 2006).

Начатые в последнее время генетические исследования показали наличие внутри вида *S. woodiana* по крайней мере семи сильно расходящихся линий мтДНК (Bolotov et al., 2016), некоторые виды с территории российского Дальнего Востока были сведены в синонимы (Саенко и др., 2017). Согласно последним ревизиям (Bolotov et al., 2016; Саенко и др., 2017; Bolotov et al., 2020; Lopes-Lima et al., 2020), подтверждена валидность 5-ти видов. Для территории Японии отмечены *S. tumens* (Haas, 1910) и *S. calipygos* (Kobelt, 1879), оба вида с о-ва Хонсю. Вид *S. lauta* (Martens, 1877) кроме Японии (острова Кюсю, Хонсю и Хоккайдо) встречается на юге и востоке Корейского полуострова, далее в прибрежных водоемах северо-западного побережья Приморского края вплоть до Владивостока. Вид *S. schrenkii* (Lea, 1870) отмечен в бассейне Амура и в западной части Корейского полуострова. Вид *S. ogurae* (Kuroda & Habe, 1987) сведен в синонимы с *S. tumens* (Lopes-Lima et al., 2020). Статус видов *S. cf. woodiana* и *S. cf. elliptica* (Heude, 1878) остается под вопросом, необходимо продолжить исследования с анализом данных из типовых мест.

Особого внимания заслуживают синанодонты Вьетнама. Для севера страны указывали виды *S. lucida* (Heude, 1877), *S. elliptica*, *S. jourdyi* (Morlet, 1886) (Đặng et al., 1980) и *S. hunganhi* Thach, 2016, при этом последний вид сейчас считают синонимом вида *S. jourdyi* (Do et al., 2018). Генетические данные свидетельствуют о наличии на севере Вьетнама двух таксонов, отличных от *S. woodiana* и *S. elliptica* из Китая (Do et al., 2018 со ссылкой на личное сообщение Lopes-Lima). Кроме того, для Вьетнама упоминают *S. woodiana*, рассматривая его как комплекс видов, внутри которого выделяют линии *S. cf. elliptica* и *S. lucida* (Do et al., 2018 со ссылкой на личное сообщение Lopes-Lima).

Доказано, что изменчивость формы раковин унионид, в т.ч. синанодонт, зависит от условий среды обитания и связана с различной скоростью увеличения таких параметров как высота и выпуклость раковины. Сведения о морфологической изменчивости *Sinanodonta* Юго-Восточной Азии крайне скудны, поэтому мерные характеристики раковин из Зоомузея ДВФУ отчасти восполняют этот пробел. Зоологический музей (часть научно-образовательного музея Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток) обладает одной из крупнейших в России коллекций моллюсков Дальневосточного региона.

Материал и методы

В настоящее время в коллекции Зоологического музея ДВФУ хранятся сборы *Sinanodonta* cf. *woodiana* из провинций Цзянсу и Юньнань (КНР), о-ва Суматра (Индонезия), о-ва Боракай (Филиппины), окрестностей Нячанга (Вьетнам), центрального Хонсю (Япония); *Sinanodonta* cf. *elliptica* (Heude, 1878) из окрестностей Ханоя (Вьетнам); *S. tumens* (Haas, 1910) (= *S. ogurae*) из центральных районов о-ва Хонсю (Япония).

У всех раковин были измерены следующие основные характеристики: L – длина раковины; $H_{\max}$ – максимальная высота раковины с учетом высоты крыла; H_u – высота раковины у макушки; В – выпуклость раковины (при отсутствии одной из створок бралась двойная величина выпуклости имеющейся створки).

Морфологические признаки оценивались с помощью дискриминантного анализа, для расчетов использован пакет программ STATISTICA ver. 8.

Результаты и обсуждение

Все проанализированные экземпляры *Sinanodonta* можно разделить на несколько размерных классов, которые соответствуют разным возрастным группам (Afanasjev et al., 2001; Саенко, Холин, 2013): *мелкие* (5–10 см), *средние* (10–15 см) и *крупные* (более 15 см). В коллекции Зоомузея полностью отсутствует ювенильная группа, с раковинами менее 5 см длиной. Сборы с островов Хонсю (Япония) и Боракай (Филиппины) относятся исключительно к мелким раковинам, крупные раковины только в пробе из оз. Эрхай (Китай). Основная часть сборов включает экземпляры двух возрастных групп – мелкие и средние (Табл. 1).

Многие пресноводные двустворчатые моллюски характеризуются аллометрическим ростом, т.е. форма раковины моллюска с возрастом меняется, следовательно, с возрастом меняются и индексы, описывающие форму раковины (Алимов, 1981). Однако для синанодонт из природных ареалов Дальнего Востока России наличие аллометрического роста не было показано: по результатам дискриминантного анализа индексов, описывающих форму раковин, все изученные популяции формировали единое поле в пространстве первых двух канонических переменных, без разделения на возрастные подгруппы (Саенко и др., 2014). Данный вывод об отсутствии аллометрического роста у синанодонт можно экстраполировать на все популяции из естественных мест обитания, что позволяет сравнить между собой весь объем мерных признаков раковин.

Предполагается, что при равных климатических условиях особи как из естественного ареала, так и из колонизованных территорий не отличаются между собой скоростью роста (Spyra et al., 2012; Guarneri et al., 2014). Это также позволяет провести сравнение морфологических признаков раковин из разных популяций, т.к. собранные на территории Китая и Японии экземпляры относятся к естественному

Таблица 1

Промеры раковин *Sinanodonta* из коллекции Зоологического музея ДВФУ (в см)

Вид	Место сбора	L длина ракови- ны	Hu высота ра- ковины у макушки	Hmax высота раковины с учетом крыла	B выпу- клость раковины
<i>S. cf. woodiana</i>	руч. Гион, бассейн р. Асахи, о-в Хонсю, префектура Окаяма (Япония)	6,8–9,0	3,7–4,9	4,8–5,3	2,3–3,7
	оз. Эрхай, провинция Юньнань (КНР)	16,5	10,2	10,7	5,5
	уезд Шэян, провинция Цзянсу (КНР)	13	7,8–8,8	8–9	4,6–5,4
	окрестности Нячанга (Вьетнам)	11,5– 12,6	7,1–8,5	8,6–9,1	3,8–4,2
	о-в Боракай (Филиппины)	5,3–8,3	2,8–4,5	3,7–5,5	1,9–3,2
	о-в Суматра, провинция Западная Суматра (Индонезия)	6,4–13,5	3,8–8,2	4,2–8,7	2,1–5,2
<i>S. tumens</i> (= <i>S. ogurae</i>)	р. Эдо, г. Хираката, префектура Осака, о-в Хонсю (Япония)	7,0	4,9	5,1	2,7
<i>S. elliptica</i>	окрестности Ханоя (Вьетнам)	8,2–11,1	4,4–6,2	5,1–7	2,8–3,8

ареалу синанодонт, в то время как моллюски из Вьетнама и с островов Боракай и Суматра относятся к тропической инвазивной линии.

Среди раковин из коллекции Зоомузея ДВФУ наибольшие показатели индекса удлинённости раковины (отношение длины раковины к высоте у макушки, L/H_u) отмечены для некоторых экземпляров *S. cf. woodiana* из Японии (бассейн р. Асахи), Филиппин (о-в Боракай) и *S. cf. elliptica* из Вьетнама (окрестности Ханоя) (Табл. 1), при этом полученные значения соответствуют индексу удлинённости раковины у голотипа *S. elliptica* из Китая (Табл. 2).

Кроме индекса удлинённости оценивался также индекс выпуклости (B/L) раковин. Наименьший индекс выпуклости раковин оказался у мелких экземпляров с о-ва Суматра (Индонезия) (Табл. 1).

Ранее анализ морфологической изменчивости раковин *Sinanodonta* проводился для природных популяций синанодонт с территории российского Дальнего Востока (Саенко и др., 2014, 2017), а также инвазивных популяций из Сибири (Kondakov et al., 2020a), Украины (Mezhzherin et al., 2014), Польши (Afanasjev et al., 2001; Soroka, Zdanowski, 2001) и Италии (Guarneri et al., 2014).

В результате сравнения индексов раковин коллекционных экземпляров с опубликованными данными (Табл. 2) с помощью дискриминантного анализа получилось равномерное распределение всех данных. Полученные результаты подтверждают ранее установленный факт (Саенко и др., 2014, 2017), что с помощью морфологических признаков невозможно определить к какому бассейну относится та или иная раковина *Sinanodonta*.

Цвет перламутра на внутренней стороне раковин у разных популяций отличается (Рис. 1–3): очень светлый (голубовато-белый, бледно-розовый или желтовато-голубой) у экземпляров из Японии и Китая; изумрудный с голубыми и лиловыми пятнами у особей с Филиппин; насыщенный оранжевый или малиновый с зеленоватыми или голубыми участками у раковин из Вьетнама. Такое разнообразие

Сравнение мерных индексов раковин *Sinapodonta*

Вид	Место сбора	H_{max}/L	H_u/L	B/L	L/H_u	Источник
<i>S. cf. woodiana</i>	бассейн р. Асахи, о-в Хонсю (Япония)	0,59–0,71	0,54–0,56	0,33–0,41	1,80–1,84	коллекция Зоомузея ДВФУ
	оз. Эрхай, провинция Юньнань (КНР)	0,65	0,62	0,33	1,62	
	уезд Шэян, провинция Цзянсу (КНР)	0,62	0,60	0,35	1,67	
	окрестности Нячанга (Вьетнам)	0,72–0,75	0,62–0,68	0,30–0,35	1,47–1,62	
	о-в Боракай (Филиппины)	0,66–0,70	0,53–0,56	0,36–0,40	1,78–1,89	
<i>S. tumens</i> (= <i>S. oguriae</i>)	о-в Суматра, провинция Западная Суматра (Индонезия)	0,60–0,66	0,55–0,61	0,23–0,39	1,65–1,82	
	р. Эдо, г. Хиракага, префектура Осака, о-в Хонсю (Япония)	0,73	0,70	0,39	1,43	
<i>S. elliptica</i>	окрестности Ханоя (Вьетнам)	0,59–0,67	0,54–0,61	0,32–0,35	1,64–1,86	
<i>S. elliptica</i> , голотип	рисовые чеки в горах района Kien-te (КНР)	–	0,54	0,38	1,86	Heude, 1878
<i>S. lucida</i> , голотип	бассейны рек Сянцзян (Xiang) и Ло, провинция Хунань (КНР)	–	0,53	0,27	1,88	Heude, 1877
<i>S. cf. woodiana</i>	дельта р. Дунай (Украина)	–	0,53–0,74	0,31–0,47	–	Павлюченко и др., 2007
<i>S. cf. woodiana</i>	реки Волга, Обь, Енисей (Россия)	0,59–0,66	–	0,34–0,42	–	Kondakov et al., 2020a
<i>S. cf. woodiana</i>	влхр. Капчагай (Казахстан)	0,59–0,64	–	0,30–0,35	–	Kondakov et al., 2020b
<i>S. cf. woodiana</i>	риабные пруды, Верхняя Силезия (Польша)	0,61–0,75	0,60–0,72	0,26–0,42	1,39–1,68	Spyra et al., 2012, 2016
<i>S. cf. woodiana</i>	бассейн р. По (Италия)	0,69–0,73	0,65–0,71	0,33–0,40	1,38–1,72	Guarneri et al., 2014
<i>S. cf. woodiana</i>	оз. Лаго-Маджоре (Италия)	0,65–0,67	0,60–0,61	0,35–0,40	1,58–1,64	
<i>S. cf. woodiana</i>	оз. Лаго-Маджоре (Италия)	0,57–0,65	–	0,32–0,39	–	Kamburska et al., 2013
<i>S. cf. woodiana</i>	рыбный пруд южнее Гётеборга (Швеция)	0,73	0,73	–	1,37	von Proschwitz, 2008

Прочерком отмечено отсутствие данных; курсивом выделены расчеты индексов на основе опубликованных в статьях промерах.

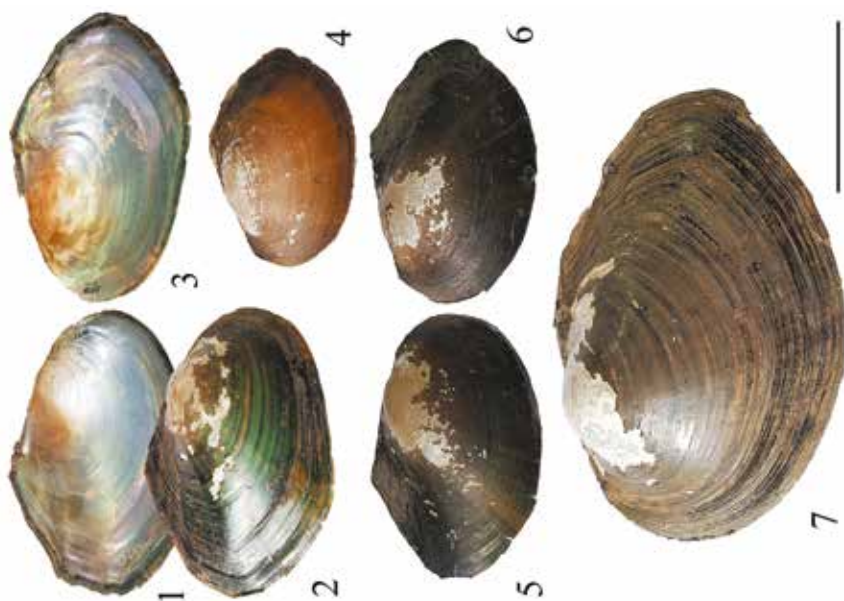


Рис. 2. Внешний вид раковин *Sinanodonta woodiana* с островов Боракай, Филиппины (1-3) и Суматра, Индонезия (4-7): 1-3 – створки из озера с о-ва Боракай; 4-6 – створки из оз. Манинджау, Западная Суматра; 7 – створка из рисовых чеков в окрестностях г. Букиттинги (Западная Суматра). Масштабная линейка 5 см

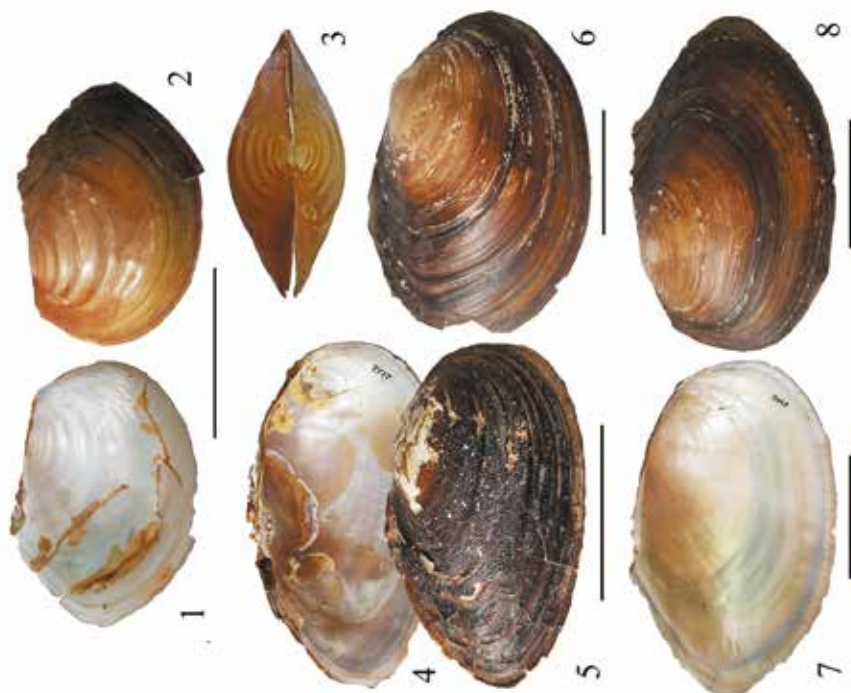


Рис. 1. Внешний вид раковин *Sinanodonta* из Японии (1-3, 4-5) и Китая (6-8): 1, 2 – створка *S. timens* из р. Эдо (о-в Хонсю, Япония); 3 – макушечная скульптура раковины *S. timens*; 4, 5 – створки *S. woodiana* из р. Гюн (о-в Хонсю, Япония); 6-8 – створки *S. woodiana* из провинции Цзянсу (КНР). Масштабные линейки 5 см

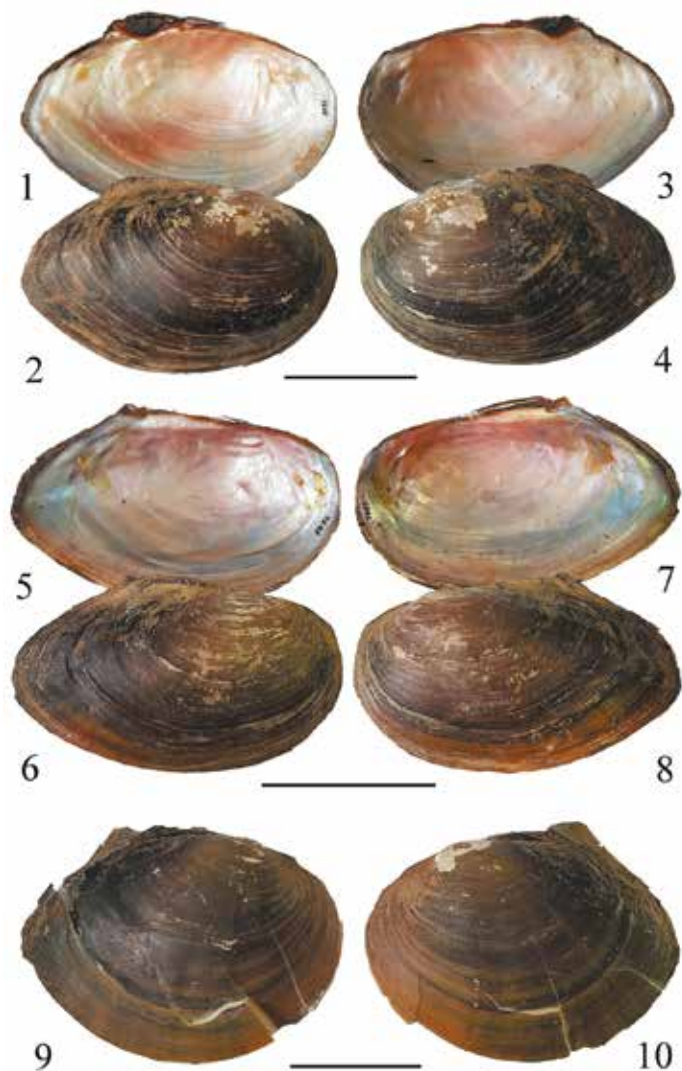


Рис. 3. Внешний вид раковин *Sinanodonta* из Вьетнама: 1–4, 5–8 – створки из окрестностей г. Ханой; 9, 10 – створки из окрестностей г. Нижний Новгород. Масштабные линейки 5 см

вместе с большой вариабельностью морфологических индексов свидетельствует о существующей географической изменчивости между моллюсками.

В настоящее время выделяют две основные линии инвазии *Sinanodonta*, с разными источниками происхождения. Одна из них относится к умеренным широтам и охватывает очень широкий ареал в Европе, а ее источником считают бассейн Янцзы (Watters, 1997; Bolotov et al., 2016). По территории России инвазия синанодонтов идет уже с запада на восток, судя по всему, из Казахстана, в бассейны рек Волга, Обь, Енисей, и включает два вида – *S. woodiana* и *S. lauta* (Kondakov et al., 2020).

Другая инвазивная линия – тропическая, охватывающая всю Юго-Восточную Азию, включая Малайский полуостров, Филиппины, Индонезию и Зондские острова (Bolotov et al., 2016; Vikhrev et al., 2017; Lopes-Lima et al., 2020). На основании анализа интродуцированных рыб источником данной инвазии считают Тайвань либо южные регионы континентального Китая (Djajasasmita, 1982; Watters, 1997;

Bolotov et al., 2016). Именно с Тайваня в 1969 г. сначала на остров Яву, а чуть позже с Явы на Суматру завезли карповых рыб для разведения (Djajasasmita, 1982; Watters, 1997).

При всем разнообразии формы и цвета раковин синанодонт, многочисленные данные говорят о том, что, используя только признаки раковин, практически невозможно идентифицировать виды *Sinanodonta*. Полученные на основе анализа коллекции данные соответствуют результатам изучения морфологических признаков раковин двух инвазивных линий – тропической (Юго-Восточная Азия) и умеренных широт (Сибирь, Европа), которые конхологически между собой не различаются (Болотов, устное сообщение).

Основным источником инвазии *Sinanodonta* считают завоз рыб, зараженных личинками (глохидиями) моллюсков. На территории Филиппин *Sinanodonta* отмечены на наиболее крупных островах: Минданао (Bautista, 1991; Demayo et al., 2012; Superales et al., 2013; Uy et al., 2015), Миндоро и Лейта (Fornillos et al., 2020), Бикольском регионе о-ва Лусон (AnimalBase, 2005–2021). Как и в остальной части Юго-Восточной Азии, инвазия моллюсков связана с интродукцией рыбы в крупные вулканические озера, откуда моллюски стали распространяться по речным бассейнам. Ранее в публикациях находки синанодонт в озерах острова Боракай не отмечались. Вполне возможно что хранящиеся в коллекции Зоологического музея ДВФУ раковины (сбор в марте 2014 г.) – на данный момент первое свидетельство инвазии синанодонт на остров Боракай.

Исходя из последних исследований, можно предположить, что территория Вьетнама является естественным ареалом по крайней мере для двух видов *Sinanodonta*, также там обитают особи, попавшие в страну путем тропической инвазивной линии, эти моллюски на данный момент следует относить к комплексу *S. cf. woodiana*.

Одной из причин успешной инвазии синанодонт является их толерантность к условиям среды, эти беззубки могут заселять и проточные, и стоячие водоемы, исключая лишь холодные горные речки. Это подтверждают и хранящиеся в коллекции Зоомузея раковины, т.к. сборы проведены из совершенно разных по экологическим условиям водоемов. Например, бассейны достаточно крупных рек Асахи и Эдо на острове Хонсю (Япония) входят в число водотоков, периодически подверженных наводнениям. Горное озеро Эрхай (расположено на высоте 1857 м над уровнем моря) является вторым крупнейшим озером провинции Юньнань и седьмым по величине пресноводным озером Китая: его длина составляет порядка 42 км, ширина с востока на запад 9 км, площадь озера 256,5 км², средняя глубина 10 м, самая большая глубина составляет 20 м. Вулканическое озеро Манинжау на о-ве Суматра образовалось почти 52 миллиона лет назад после извержения. Это тоже достаточно крупное и глубокое озеро, длиной до 16 км и шириной 7 км, площадь озера 99,5 км², средняя глубина около 100 м. В отличие от крупных озер Эрхай и Манинжау, мелкие озера в центральной части о-ва Боракай (Филиппины) не более 300 м длиной, источник инвазии синанодонт в эти пресноводные озера остается под опросом.

Благодарности

Выражаю свою благодарность за помощь в работе сотрудникам Зоологического музея ДВФУ, в особенности к.б.н. И.Е. Волвенко. Данная публикация не состоялась бы без общения с к.б.н. О.К. Клишко (ИПРЭК СО РАН, г. Чита), которой я признательна за стимул и идею.

Литература

- Алимов А.Ф. 1981.** Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Труды Зоологического института АН СССР, Л.: Наука. Т. 96. 248 с.
- Богатов В.В. 2007.** Беззубки рода *Sinanodonta* (Bivalvia, Anodontinae) бассейна Амура и Приморья // Зоологический журнал. Т. 86, № 2. С. 147–153.
- Богатов В.В., Саенко Е.М. 2002.** История изучения Anodontinae и Pseudanodontinae российского Дальнего Востока // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 6. С. 102–114.
- Богатов В.В., Старобогатов Я.И. 1996.** Беззубки (Bivalvia, Anodontinae) восточного и южного Приморья // Зоологический журнал. Т. 75, вып. 9. С. 1326–1335.
- Затравкин М.Н., Богатов В.В. 1987.** Крупные двустворчатые моллюски пресных вод Дальнего Востока СССР. Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 153 с.
- Москвичева И.М. 1973.** Моллюски подсемейства Anodontinae (Bivalvia, Unionidae) бассейна Амура и Приморья // Зоологический журнал. Т. 52, № 6. С. 822–834.
- Павлюченко О.В., Мельниченко Р.К., Гарбар А.В. 2007.** Морфология раковины, распространение и некоторые особенности экологии моллюска *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia, Unionidae) в водоемах дельты Дуная // Вестник зоологии. Т. 41, № 3. С. 241–250.
- Саенко Е.М., Сорока М., Холин С.К. 2017.** Сравнение видов *Sinanodonta amurensis* Moskvicheva, 1973 и *Sinanodonta primorjensis* Bogatov et Zatravkin, 1988 (Bivalvia: Unionidae: Anodontinae) на основе анализа изменчивости *cox1* гена митохондриальной ДНК и конхологических признаков // Известия РАН. Серия биологическая. № 3. С. 250–261.
- Саенко Е.М., Холин С.К. 2013.** Новые данные о редких моллюсках жемчужницах (Bivalvia: Margaritiferidae) // X ДВ конференция по заповедному делу: материалы конференции. Благовещенск: Изд-во БГПУ. С. 270–274.
- Саенко Е.М., Холин С.К., Балан И.В. 2014.** Оценка морфологической изменчивости раковин *Sinanodonta* (Bivalvia: Unionidae: Anodontinae) // Чтения памяти проф. В.Я. Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 594–599.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. 2004.** Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины / Под ред. Богатова В.В., Цалолихина С.Я. СПб.: Наука. С. 9–491.
- Юришинец В.И., Корнюшин А.В. 2001.** Новый для фауны Украины вид двустворчатых моллюсков *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia, Unionidae), его диагностика и возможные пути интродукции // Вестник зоологии. Т. 35, № 1. С. 79–84.
- Afanasjev S.A., Zdanowski B., Kraszewski A. 2001.** Growth and population structure of the mussel *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia, Unionidae) in the heated Konin lake system // Archives of Polish Fisheries. V. 9, N1. P. 123–13.
- AnimalBase Project Group. 2005–2021.** Thumbnails for *Sinanodonta woodiana*. <http://www.animalbase.org>
- Bautista A.P. 1991.** A zooarchaeological perspective on the Ambangan site, a prehistoric settlement in Butuan, Agusan del Norte, Southern Philippines // Indo-Pacific Prehistory Association Bulletin. V. 10. P. 161–170.
- Bolotov I.N., Bepalaya Y.V., Gofarov M.Y., Kondakov A.V., Konopleva E.S., Vikhrev I.V. 2016.** Spreading of the Chinese pond mussel, *Sinanodonta woodiana*, across Wallacea: one or more lineages invade tropical islands and Europe // Biochemical Systematics and Ecology. V. 67. P. 58–64.
- Bolotov I.N., Kondakov A.V., Konopleva E.S., Vikhrev I.V., Aksenova O.V., Aksenov A.S., Bepalaya Y.V., Borovskoy A.V., Danilov P.P., Dvoryankin G.A., Gofarov M.Y., Kabakov M.B., Klishko O.K., Kolosova Y.S., Lyubas A.A., Novoselov A.P., Palatov D.M., Savvinov, G.N., Solomonov, N.M., Spitsyn V.M., Sokolova S.E., Tomilova A.A., Froufe E., Bogan A.E., Lopes-Lima M., Makhrov A.A., Vinarski M.V. 2020.** Integrative taxonomy, biogeography and conservation of freshwater mussels (Unionidae) in Russia // Scientific Reports. V. 10, N3072. P. 1–20.
- Đặng N.T., T.B. Thái, Pham V.M. 1980.** Identification of freshwater invertebrates of North Vietnam. Hanoi: Sciences and Technology Publishing Co, 573 p. [In Vietnamese].
- Demayo C.G., Cabacaba C., Anthony M., Torres J.A.C. 2012.** Shell shapes of the Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) from Lawis Stream in Iligan City and Lake Lanao in Mindanao, Philippines // Advances in Environmental Biology. V. 6, N4. P. 1468–1473.
- Djajasasmita M. 1982.** The occurrence of *Anodonta woodiana* Lea, 1837 in Indonesia (Pelecypoda: Unionidae) // Veliger. V. 25, N2. P. 175.
- Do V.T., Tuan L.Q., Bogan A.E. 2018.** Freshwater mussels (Bivalvia: Unionida) of Vietnam: diversity, distribution, and conservation status // Freshwater Mollusk Biology and Conservation. V. 21, N1. P. 1–18.

- Fornillos R.J.C., Que G.C.L., Mendoza R.V.D., Fontanilla I.K.C., Ong P.S. 2020. Molecular identification of the Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) from Mindoro and Leyte Islands, Philippines // Science Diliman. V. 32, N2. P. 77–96.
- Graf D. 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, N1. P. 71–88.
- Graf D.L., Cummings K.S. 2019. The MUSSEL Project Database. Accessed 19.10.2019. <http://mussel-project.uwsp.edu/db/>
- Guarneri I., Popa O.P., Gola L., Kamburska L., Lauceri R., Lopes-Lima M., Popa L.O., Riccardi N. 2014. A morphometric and genetic comparison of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) populations: does shape really matter? // Aquatic Invasions. V. 9, Issue 2. P. 183–194.
- He J., Zhuang Z. 2013. The freshwater bivalves of China. Harxheim: Conchbooks, 198 p.
- Heude R.P. 1877. Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale. 3. Paris: Librairie F. Scvy. Pls. 17–24.
- Heude R.P. 1878. Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale. 4. Paris: Librairie F. Scvy. Pls. 25–32.
- Higo S., Goto Y. 1993. A systematic list of molluscan shells from the Japanese Is. and the adjacent areas. Osaka: Kairu shuppansha, 148 p.
- Kamburska L., Lauceri R., Riccardi N. 2013. Establishment of a new alien species in Lake Maggiore (Northern Italy): *Anodonta* (*Sinanodonta*) *woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) // Aquatic Invasions. V. 8, Issue 1. P. 111–116.
- Kantor Y.I., Vinarski M.V., Shileiko A.A., Sysoev A.V. 2010. Catalogue of the continental mollusks of Russia and adjacent territories. Version 2.3.1. <http://www.ruthenica.com/categorietr-8.html>
- Kondakov A.V., Beshpalaya Yu.V., Vikhrev I.V., Konopleva E.S., Gofarov M. Yu., Tomilova A.A., Vinarski M.V., Bolotov I.N. 2020a. The Asian pond mussel rapidly colonize Russia: successful invasions of two cryptic species to the Volga and Ob rivers // BioInvasion Records. V. 9, Issue 3. P. 504–518.
- Kondakov A.V., Konopleva E.S., Vikhrev I.V., Beshpalaya Yu.V., Gofarov M. Yu., Kabakov M.B., Tomilova A.A., Vinarski M.V., Bolotov I.N. 2020b. Phylogeographic affinities, distribution and population status of the non-native Asian pond mussels *Sinanodonta lauta* and *S. woodiana* in Kazakhstan // Ecologica Montenegrina. V. 27. P. 22–34.
- Kondakov A.V., Palatov D.M., Rajabov Z.P., Gofarov M.Y., Konopleva E.S., Tomilova A.A., Vikhrev I.V., Bolotov I.N. 2018. DNA analysis of a non-native lineage of *Sinanodonta woodiana* species complex (Bivalvia: Unionidae) from Middle Asia supports the Chinese origin of the European invaders // Zootaxa. V. 4462, N4. P. 511–522.
- Kondo T. 2008. Monograph of Unionoida in Japan (Mollusca: Bivalvia). Special publication of the Malacological Society of Japan, N3. P. 1–69.
- Kondo T., Tabe M., Fukuhara Sh. 2006. Morphological differences of glochidia between two genetic types of *Anodonta* «*woodiana*» (Bivalvia: Unionidae) // Venus (Japanese Journal of Malacology). V. 65, N3. P. 241–245. [In Japanese with English summary]
- Kwon O.-K., Park G.-M., Lee J.-S., Song H.-B. 1993. Scanning electron microscope studies of the minute shell structure of glochidia of three species of Unionidae (Bivalvia) from Korea // Malacological Review. V. 26, N1–2. P. 63–70.
- Lopes-Lima M., Hattori A., Kondo T., Lee J.H., Kim S.K., Shirai A., Hayashi H., Usui T., Sakuma K., Toriya T., Sunamura Y., Ishikawa H., Hoshino N., Kusano Y., Kumaki H., Utsugi Y., Yabe S., Yoshinari Y., Hiruma H., Tanaka A., Sao K., Ueda T., Sano I., Miyazaki J.-I., Gonçalves D., Klishko O.K., Konopleva E.S., Vikhrev I.V., Kondakov A.V., Gofarov M. Yu., Bolotov I.N., Sayenko E.M., Soroka M., Zieritz A., Bogan A.E., Froufe E. 2020. Freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from the rising sun (Far East Asia): phylogeny, systematics, and distribution // Molecular Phylogenetics and Evolution. V. 146, N106755. P. 1–27.
- Mezhzherin S.V., Yanovich L.M., Zhalay E.I., Vasilieva L.A., Pampura M.M. 2014. Genetic and morphological variability and differentiation of freshwater mussels (Bivalvia, Unionidae, Anodontinae) in Ukraine // Vestnik zoologii. V. 48, N2. P. 99–110.
- Modell H. 1945. Die Anodontinae, Ortm. emend. (Najad., Mollusca). Eine Studie über die Zusammenhänge von Klimazonen und Entwicklungsgeschichte. (Klimazonentheorie) // Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaft. Bd 78, N1. S. 58–100.
- Nagel K.-O., Badino G., Celebrano G. 1998. Systematics of European naiads (Bivalvia: Margaritiferidae and Unionidae): A review and some new aspects // Malacological Review. Suppl. 7. P. 83–105.

- Petró E. 1984.** The occurrence of *Anodonta woodiana* in Hungary // Állattani Közlemények. V. 71. P. 189–191. [In Hungarian]
- Sárkány-Kiss A. 1986.** *Anodonta woodiana woodiana* (Lea, 1834) a new species in Romania (Bivalvia: Unionacea) // Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa». V. 28. P. 15–17.
- Spyra A., Strzelec M., Lewin I., Krodkiewska M., Michalik-Kucharz A., Gara M. 2012.** Characteristics of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) populations in fish ponds (Upper Silesia, Southern Poland) in relation to environmental factors // International Review of Hydrobiology. V. 97, Issue 1. P. 12–25.
- Superales J.B., Zafaralla M.T., Sacala J.M.A., Nabasca J.S. 2013.** Water quality and fish fauna in Lake Wood Lake Zamboanga del Sur, Philippines // IPCBEE – International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering. V. 54 (3rd International Conference on Energy and Environmental Science). Singapore: IACSIT Press. P. 36–42.
- Uy W.H., De Guzman A.B., Acuña R.E., Roa R.L. 2015.** Aquatic biodiversity of Lake Mainit, Southern Philippines // Journal of Environmental Science and Environment. V. 3. P. 1–14.
- Vikhrev I.V., Konopleva E.S., Gofarov M.Y., Kondakov A.V., Chapurina Y.E., Bolotov I.N. 2017.** A tropical biodiversity hotspot under the new threat: Discovery and DNA barcoding of the invasive Chinese pond mussel *Sinanodonta Woodiana* in Myanmar // Tropical Conservation Science. V. 10. P. 1–11.
- von Proschwitz T. 2008.** Faunistical news from the Göteborg Natural History Museum 2007 – snails, slugs and mussels // Göteborgs Naturhistoriska Museum Årstryck. P. 51–78.
- Watters G.T. 1997.** A synthesis and review of the expanding range of the Asian freshwater mussel *Anodonta woodiana* (Bivalvia, Unionidae) // Veliger. V. 40, N2. P. 152–156.
- Wu R.-W., Liu Y.-T., Wang S., Liu X.-J., Zanatta D.T., Roe K.J., Song X.-L., An C.-T., Wu X.-P. 2018.** Testing the utility of DNA barcodes and a preliminary phylogenetic framework for Chinese freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from the middle and lower Yangtze River // PLoS ONE. 13 (8), e0200956.

**НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЛОХИДИЯМ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ
БЕЗЗУБОК *BERINGIANA* И *KUNASHIRIA*
(UNIONIDAE, BIVALVIA)**

Е.М. Саенко

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: sayenko@ibss.dvo.ru*

Приводятся новые данные о микроскульптуре наружной поверхности личиночных раковин (глохидиев) ряда дальневосточных пресноводных беззубок, полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии.

**NEW DATA ON GLOCHIDIA OF ANODONTINS *BERINGIANA*
AND *KUNASHIRIA* (UNIONIDAE, BIVALVIA)**

Е.М. Sayenko

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: sayenko@ibss.dvo.ru*

Microsculpture of the outer surface of larval shells (glochidia) of some Far Eastesrn freshwater anodontins were obtained using scanning electron microscopy.

Введение

В 1983 году М.Н. Затравкиным было опубликовано выполненное Я.И. Старобогатовым описание дальневосточных родов *Beringiana* и *Kunashiria*, которые первоначально относились к разным подсемействам (Anodontinae и Pseudanodontinae), но позже *Kunashiria* перевели в состав Anodontinae (Богатов и др., 2002). Считалось, что на территории России берингианы обитают в Якутии, Магаданской обл., на Чукотке, Камчатке, о-ве Парамушир (северные Курилы), а кунаширии – в Приморье в водоемах восточного склона Сихотэ-Алиня, на Сахалине и южных Курильских островах (Итуруп, Кунашир, Зелёный, Танфильева, Юрий) (Затравкин, 1983; Затравкин, Богатов, 1987; Саенко, Богатов, 1998; Bogatov et al., 1999; Богатов, Старобогатов, 2001; Богатов и др., 2002; Старобогатов и др., 2004; Саенко и др., 2009). В зарубежной литературе представителей обоих родов долгое время включали в состав рода *Anodonta* Lamarck, 1799 (Iwakawa, 1919; Clarke, 1973; Burch, 1975; Higo, Goto, 1993; Graf, Cummings, 2007; Kondo, 2008).

До начала применения генетических методов описания видов основывались на особенностях морфологических признаков раковин. На тот период для *Beringiana* указывали 9 видов (из них 6 для российского ДВ), в состав *Kunashiria* входили 10 видов (табл. 1). В 2020 г. коллективом авторов была проведена ревизия азиатских двустворок, включая *Beringiana* и *Kunashiria*, с применением генетических методов (Lopes-Lima et al., 2020). По итогам ревизии кунаширии были сведены в синонимы

с берингианами, при этом в составе рода указано всего 4 вида (из них 2 новых): *Beringiana beringiana* (Middendorff, 1851), *B. japonica* (Clessin, 1874), *B. fukuharai* Sano, Hattori & Kondo, 2020 и *B. gosannensis* Sano, Hattori & Kondo, 2020.

Для территории Дальнего Востока России было отмечено наличие только одного вида *Beringiana beringiana* (Lopes-Lima et al., 2020), скорее всего этот вывод преждевременный, т.к. беззубки островных территорий (Сахалина и Курил) изучены недостаточно. Так, в анализе были использованы экземпляры лишь из одного местообитания на севере Сахалина (оз. Медвежье, Охинский р-он) и из одного местообитания на территории Курильских островов (оз. Алигер, о-в Кунашир). Если же сравнить с ближайшими к Курильским островам и Сахалину территориями, то для о-ва Хоккайдо (Япония) авторами указаны 2 вида – *B. beringiana* и *B. fukuharai*, всего же для островов Японии в работе отмечены все 4 вида берингиан. Следует отметить одну неточность в работе Лопес-Лимы с соавт. (Lopes-Lima et al., 2020): часть проанализированных экземпляров нового для территории Японии вида *Beringiana fukuharai* была взята на о-ве Хоккайдо из реки Ишикари (Ishikari) – типового места для вида *Kunashiria iwakawai* (Suzuki, 1939), первоначально описанного в составе *Anodonta* и позже отнесенного в состав рода *Kunashiria* (Bogatov et al., 1999). Вид *K. iwakawai* в работе Лопес-Лимы с соавт. (Lopes-Lima et al., 2020) вообще не упоминается.

Таким образом, видовой статус беззубок, обитающих на южных Курильских островах и юге Сахалина и относимых до работы Лопес-Лимы с соавт. (Lopes-Lima et al., 2020) к роду *Kunashiria*, остается под вопросом.

Раковины беззубок морфологически очень изменчивы, при этом, как правило, не имеют признаков, позволяющих четко их идентифицировать. В отличие от взрослых пресноводных двустворчатых моллюсков, раковины зрелых личинок (глохидиев) дают дополнительные морфологические характеристики для таксономических исследований. Последние данные все больше говорят в пользу того, что микро-скульптура наружной поверхности личиночных раковин имеет видоспецифичный характер (Hoggarth, 1999; Саенко, 2016; Sayenko et al., 2021).

Первые характеристики глохидиев для моллюсков *Kunashiria* с о-вов Кунашир, Итуруп (южные Курильские о-ва) и Хоккайдо (Япония) можно найти в работах японского исследователя Инаба (Inaba, 1941, 1964). Позже к ним добавились публикации, расширившие сведения о морфологии личинок (Антонова, Старобогатов, 1988; Мартынов, Чернышев, 1992; Sayenko, Ôhara, 2001; Богатов и др., 2002; Саенко, 1999, 2003, 2006, 2012; и др.). Первые сведения по морфологии глохидиев *Beringiana* опубликованы в работе Л.А. Антоновой и Я.И. Старобогатова (1988). Позже изучение морфологии и анализ мерных характеристик личиночных раковин были продолжены, большинство работ проводилось с использованием световой микроскопии (Hoggarth, 1999; Саенко и др., 2001; Саенко, 2006; Данилин, 2010). Сканирующая электронная микроскопия поставила исследования морфологии глохидиев на качественно новый уровень (Sayenko, Ôhara, 2001; Саенко и др., 2001, 2009; Саенко, 2016), однако подробное изучение наружной микроскульптуры было невозможно в силу недостаточности разрешения использовавшихся на тот момент сканирующих электронных микроскопов (Topcon ABT-60, EVO40). Отсутствие или недостаточность данных по микроскульптуре глохидиальных раковин у обсуждаемых беззубок определили цель данной работы.

Материал и методы

В работе использованы пробы глохидиев, хранящиеся в коллекции лаборатории пресноводной гидробиологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (г. Владивосток). Морфология глохидиев беззубок, ныне относимых к виду *B. beringiana*, изучена для моллюсков из водоемов Парамушира (северные Курилы), Камчатки, Чукотки и Сахалина. Морфология глохидиев беззубок, ранее относимых к роду *Kunashiria*, исследована для моллюсков с территории южных Курил (острова Итуруп, Кунашир, Зелёный) (табл. 2).

Пробы на Курильских островах были собраны в ходе международного Курильского проекта / International Kuril Island Project (1994–1999 гг.).

Для подготовки к работе на сканирующем электронном микроскопе личиночные раковины очищали от мягких тканей в 5%-ном КОН. Напыление проводили сразу после подсушивания пробы на столике, чтобы предотвратить вероятность деформации наружного слоя раковин. Для получения полной картины микроскульптуры каждой личиночной раковины смотрели в трех точках – ближе к вентральному концу (т.е. к крючку), в центре створки (район аддуктора) и у лигамента.

Фотографии глохидиев получены на сканирующем микроскопе Zeiss Merlin в Центре коллективного пользования «Биология и генетическая инженерия» ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. Для удобства сравнения фотографии сделаны в центральной части створок (район аддуктора), в 2-х увеличениях.

Результаты и обсуждение

Зрелые личинки обсуждаемых беззубок имеют округло-треугольные раковины с прикрепительным аппаратом в виде крупного крючка (Антонова, Старобогатов, 1988; Hoggarth, 1999; Саенко, 2006; и др.).

Для всех изученных беззубок, как относимых ранее к роду *Beringiana*, так и к *Kunashiria*, наружная микроскульптура сетчатого (петлевидного) типа, с толщиной линий 0,05–0,11 мкм. Отмечены различия в характере петлевидного рисунка.

Глохидии северных популяций беззубок (Чукотка и Парамушир) имели одинаковый рисунок микроскульптуры по всей наружной поверхности раковин. Микроскульптура состояла из настолько плотных петель, что тип рисунка скорее напоминал вермикулярный (рис. 1, 2, 5, 6); о том, что это плотно-петлевидный рисунок, можно было судить лишь по скульптуре внутри пор (рис. 2) при использовании большого разрешения.

Микроскульптура глохидиев беззубок Камчатки варьировала от свободно-петлевидной до плотно-петлевидной (рис. 3, 4).

Микроскульптура глохидиев беззубок южных Курильских островов в разных частях личиночных створок также имела некоторые различия. Промежуточная между петлевидным и вермикулярным типами рисунка микроскульптура отмечена только по краям створок, в то время как в центральной части створок она четкого петлевидного типа, с хаотичными не структурированными петлями (рис. 7–11).

Глохидии беззубок из водоемов Сахалина имели плотно-петлевидный рисунок микроскульптуры по всей поверхности створок (рис. 12), наиболее близкий к микроскульптуре в центральной части створок глохидиев беззубок о-ва Итуруп (рис. 11).

Полученные данные по микроскульптуре глохидиев свидетельствуют о большой изменчивости данного признака. Наибольшие различия оказались между северными (Чукотка и Парамушир) и южными популяциями (южные Курилы). Особого внимания заслуживает неоднородность данного признака среди беззубок островных территорий.

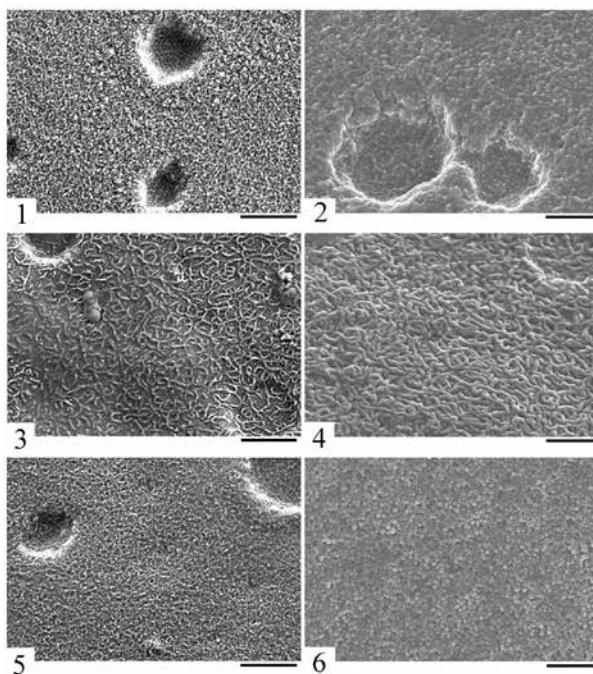


Рис. 1–6. Микроскульптура наружной поверхности глохидиев *Beringiana beringiana* из северной части ареала на территории российского Дальнего Востока: 1, 2 – оз. Элэргыттын, бас.р. Хатырка, Чукотка; 3, 4 – оз. Азабачье Камчатка; 5, 6 – оз. Пернатое, о-в Парамушир, северные Курильские о-ва. Масштабные линейки 2 мкм (1, 3, 4) и 1 мкм (2, 5, 6)

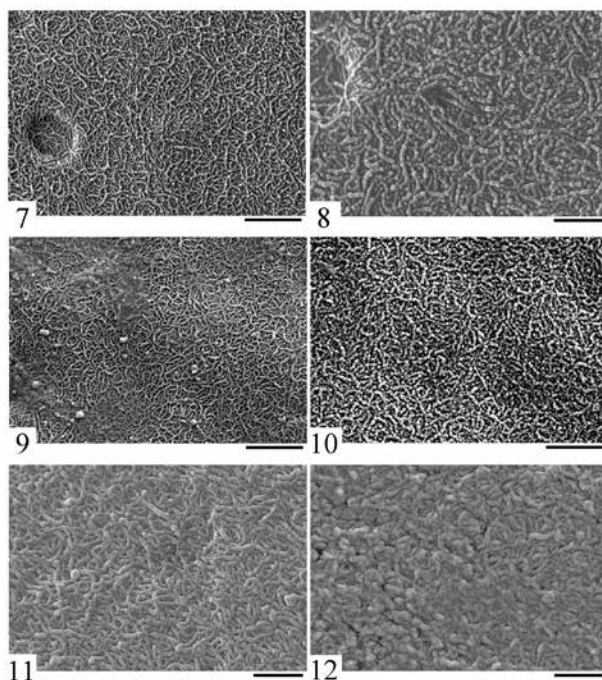


Рис. 7–12. Микроскульптура наружной поверхности глохидиев *Beringiana beringiana* (=Kunashiria) из южной части ареала на территории российского Дальнего Востока: 7, 8 – оз. Песчаное, о-в Кунашир, южные Курильские о-ва; 9 – оз. Каменское, о-в Зелёный, южные Курильские о-ва; 10 – оз. Серебряное, о-в Кунашир, южные Курильские о-ва; 11 – оз. Доброе, о-в Итуруп, южные Курильские о-ва; 12 – оз. Сладкое, север Сахалина. Масштабные линейки 2 мкм (7, 9, 11) и 1 мкм (8, 10, 12)

Опубликованные данные свидетельствуют о большой изменчивости мерных признаков глохидиев *Beringiana* и *Kunashiria*. Мелкие личиночные раковины берингиан из оз. Азабачье (Камчатка) достоверно отличались по всем 4 признакам (длина глохидия, высота глохидия, длина лигамента, длина крючка) от личинок из оз. Пернатое (о-в Парамушир), однако при сравнении индексов оказывалось, что популяции исследованных берингиан между собой не различались (Саенко и др., 2001). При сравнении материковых и островных популяций беззубок, относимых к роду *Kunashiria*, было показано, что для островных беззубок характерны более крупные личинки (Саенко, 2003).

Изменчивость в рисунке наружной микроскульптуры глохидиев также можно объяснить длительной географической изоляцией популяций беззубок Курильских островов и Сахалина. С другой стороны, нельзя исключать вероятность присутствия на южных Курилах и юге Сахалина другого вида *Beringiana*, из списка выявленных на территории Японии. Дальнейшие исследования беззубок с применением генетических методов и привлечением широкого коллекционного материала позволят снять вопросы о видовом статусе беззубок Сахалина и южных Курил.

Литература

- Антонова Л.А., Старобогатов Я.И. 1988. Родовые различия глохидиев наяд (*Bivalvia Unionioidea*) фауны СССР и вопросы эволюции глохидиев / Систематика и фауна брюхоногих, двустворчатых и головоногих моллюсков. Труды Зоологического института АН СССР, Л.: Наука. Т. 187. С. 129–154.
- Богатов В.В., Саенко Е.М., Старобогатов Я.И. 2002. О систематическом положении рода *Kunashiria* (*Bivalvia, Unioniformes*) // Зоологический журнал. Т. 81, № 5. С. 521–528.
- Богатов В.В., Старобогатов Я.И. 1996. Беззубки (*Bivalvia, Anodontinae*) восточного и южного Приморья // Зоологический журнал. Т. 75, № 9. С. 1326–1335.
- Богатов В.В., Старобогатов Я.И. 2001. Беззубки рода *Beringiana* (*Bivalvia, Anodontinae*) // Зоологический журнал. Т. 80, № 1. С. 26–31.
- Данилин Д.Д. 2010. Идентификация моллюсков рода *Beringiana* (*Bivalvia, Unionidae*) с помощью конхометрических характеристик личинок-глохидиев // VIII Международная конференция по раннему онтогенезу рыб и промысловых беспозвоночных. Тезисы докладов. Калининград: Изд-во АтлантНИРО. С. 35–36.
- Затравкин М.Н. 1983. *Unionioidea* фауны СССР и их роль как промежуточных хозяев и элиминаторов трематод / Моллюски. Систематика, экология и закономерности распространения. Л.: Наука. Вып. 7. С. 40–44.
- Затравкин М.Н., Богатов В.В. 1987. Крупные двустворчатые моллюски пресных вод Дальнего Востока СССР. Владивосток: Изд-во 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, № 6. С. 18–23.
- Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. 2004. Новые данные по фауне пресноводных моллюсков острова Сахалин // Растительный и животный мир острова Сахалин (материалы Международного сахалинского проекта). Ч. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 138–144.
- Саенко Е.М. 1999. Морфология глохидиев *Kunashiria haconensis* (Iher.) (*Bivalvia, Unionidae*) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 3. С. 31–37.
- Саенко Е.М. 2003. Особенности морфологии глохидиев островных популяций дальневосточных беззубок (*Bivalvia, Anodontinae*) // Чтения памяти проф. В.Я. Леванидова. Вып. 2. С. 165–171.
- Саенко Е.М. 2006. Морфология глохидиев беззубок (*Bivalvia: Unionidae: Anodontinae, Pseudanodontinae*) фауны России. Владивосток: Дальнаука. 72 с.
- Саенко Е.М. 2012. 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. 2016. Микроскульптура глохидиев некоторых видов беззубок (*Unionidae: Anodontinae*) // Известия РАН. Серия биологическая. № 2. С. 162–170.

- Саенко Е.М., Богатов В.В. 1998.** Новый вид рода *Beringiana* (Bivalvia, Unionidae) с острова Парамушир (северные Курильские острова) // Зоологический журнал. Т. 77, № 12. С. 1414–1418.
- Саенко Е.М., Богатов В.В., Зайкин Д.В. 2009.** О систематическом положении дальневосточных родов *Kunashiria* и *Arsenievinaia* (Bivalvia, Unionidae) // Зоологический журнал. Т. 88, № 11. С. 1298–1310.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. 2004.** Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины / Под ред. Богатова В.В., Цалолихина С.Я. СПб.: Наука. С. 9–491.
- Саенко Е.М., Шедько М.Б., Холин С.К. 2001.** Морфология и некоторые особенности биологии глосидиев моллюсков рода *Beringiana* (Bivalvia, Unionidae) Камчатки и Северных Курил // Вестник зоологии. Т. 35, № 4. С. 59–68.
- Bogatov V.V., Sayenko E.M., Starobogatov Ya.I. 1999.** Anodontin bivalves of the genus *Kunashiria* Starobogatov from the Southern Kuril Islands, with descriptions of two new species // Ruthenica. V. 9, N1. P. 57–62.
- Burch J.B. 1975.** Freshwater Unionacean clams (Mollusca: Pelecypoda) of North America. Malacological Publications: Hamburg, Michigan. 204 p.
- Clarke A.H. 1973.** The freshwater molluscs of the Canadian Interior Basin // Malacologia. V. 13, N1–2. P. 1–509.
- Graf D.L., Cummings K.S. 2007.** Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida) // Journal of Molluscan Studies. V. 73, N4. P. 291–314.
- Higo S., Goto Y. 1993.** A systematic list of molluscan shells from the Japanese Islands and the adjacent areas. Osaka: Kairu shuppansha. 148 p. [In Japanese].
- Hoggarth M.A. 1999.** Descriptions of some of the glochidia of the Unionidae (Mollusca: Bivalvia) // Malacologia. V. 41, N1. P. 1–118.
- Inaba S. 1941.** A preliminary note on the glochidia of Japanese freshwater mussels // Annotationes Zoologicae Japonenses. V. 20, N1. P. 14–23.
- Inaba S. 1964.** Morphological and ecological studies on the glochidia larvae of the Unionidae // Science Reports of the Faculty of Liberal Arts and Education, Gifu University. V. 3. P. 275–307.
- Iwakawa T. 1919.** Catalogue of Japanese Mollusca in the Natural History Department, Tokyo Imperial Museum. Tokyo: Tokyo Imperial Museum. 39 p. [In Japanese].
- Kondo T. 2008.** Monograph of Unionoida in Japan (Mollusca: Bivalvia). Tokyo: Special publication of the Malacological Society of Japan. N3. 69 p.
- Lopes-Lima M., Hattori A., Kondo T., Lee J.H., Kim S.K., Shirai A., Hayashi H., Usui T., Sakuma K., Toriya T., Sunamura Y., Ishikawa H., Hoshino N., Kusano Y., Kumaki H., Utsugi Y., Yabe S., Yoshinari Y., Hiruma H., Tanaka A., Sao K., Ueda T., Sano I., Miyazaki J.-I., Gonçalves D., Klishko O.K., Konopleva E.S., Vikhrev I.V., Kondakov A.V., Gofarov M. Yu., Bolotov I.N., Sayenko E.M., Soroka M., Zieritz A., Bogan A.E., Froufe E. 2020.** Freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from the rising sun (Far East Asia): phylogeny, systematics, and distribution // Molecular Phylogenetics and Evolution. V. 146, N106755. P. 1–27.
- Sayenko E.M., Ôhara M. 2001.** The minute shell structure of the glochidium of three species of Unionidae (Bivalvia) from the Kurile Islands // Ruthenica. V. 11, N1. P. 47–50.
- Sayenko E.M., Soroka M., Akiyama Y.B., Uechi T., Ito K., Kondo M. 2021.** Taxonomic status of genera *Nodularia*, *Middendorffinaia* and *Inversiumio* (Bivalvia: Unionidae) from South-East Asia: morphometric, genetic and GenBank data // Systematics and Biodiversity. V. 19, Issue 1. P. 54–73.

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФАУНЕ ВЕСНЯНОК (PLECOPTERA, INSECTA) ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

В.А. Тесленко¹, Н.М. Яворская^{2,3}

¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: teslenko@biosoil.ru

²Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,

ул. Дикопольцева, 56, г. Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru

³ФГБУ «Заповедное Приамурье», ул. Юбилейная, 8, пос. Бычиха, Хабаровский край, 680502, Россия

В работе представлены результаты очередного этапа инвентаризации фауны веснянок (Plecoptera: Insecta) в водотоках трех особо охраняемых природных территорий Хабаровского края: национального парка «Анюйский»; заповедника «Большехехирский» и природного заповедника «Комсомольский», полученные, главным образом, на основе обработки экспедиционных сборов 2019–2021 гг. Всего обнаружено 70 таксонов, среди которых шесть палеархеоарктический видов *Nemoura lazoensis*, *Capnia khingana*, *Perlomyia mahunkai*, *P. martynovi*, *P. levanidovae* и *Sweltsa lepnevae* приведены для фауны Хабаровского края и Нижнего Приамурья впервые, расширены и уточнены северные границы их распространения. Наибольшим видовым богатством характеризуется фауна веснянок национального парка «Анюйский», включающая эндемичные для юга Дальнего Востока виды *Perlomyia martynovi*, *Kogotus tiunovi* и *Suwallia asiatica*. Впервые приведены сведения о составе фауны веснянок Большехехирского и Комсомольского заповедников, которая отличается меньшим количеством видов, списки насчитывают 31 и 21 таксон соответственно. В зоогеографическом аспекте плекоптерофауна всех обследованных ООПТ включает пять типов распространения с явным преобладанием восточно-палеарктических видов.

NEW DATA ON THE STONEFLY FAUNA (PLECOPTERA, INSECTA) OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF THE Khabarovsk Territory

V.A. Teslenko¹, N.M. Yavorskaya^{2,3}

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostok Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: teslenko@biosoil.ru

²Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, 56 Dikopoltsev Str., Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru

³Joint Directorate of State Natural Reserves and National Parks of the Khabarovsk Territory «Zapovednoye Priamurye», 8 Yubileynaya St., Bychikha Village, Khabarovsk Territory, 680502, Russia

The paper presents the results of the next stage of the inventory of the stonefly fauna (Plecoptera: Insecta) in the streams of three specially protected natural territories of the Khabarovsk Region: Anyuisky National Park, Bolshekhkhtsirsky Nature Reserve and Komsomolsky Nature Reserve, obtained mainly on the basis field research in 2019–2021. A total of 70 taxa were found, among which six Palearctic species *Nemoura lazoensis*, *Capnia khingana*, *Perlomyia mahunkai*, *P. martynovi*, *P. levanidovae* and *Sweltsa lepnevae* are recorded for the fauna of the Khabarovsk Region and the Lower Amur Basin for the

first time, the northern boundaries of their distribution have been expanded and clarified. The greatest species richness is characterized by the stonefly fauna of the Anyuisky National Park, which includes species *Perlomyia martynovi*, *Kogotus tiunovi*, and *Suwallia asiatica* endemic to the south of the Far East. For the first time, information is given for the stonefly fauna of the Bolshekhkhtsirsky and Komsomolsky reserves, which are distinguished by a smaller number of species; the lists include 31 and 21 taxa, respectively. In the zoogeographic aspect, the plecopteroфаuna is represented by five types of distribution with a clear predominance of Eastern Palaearctic species.

Ключевые слова: веснянки, фауна, распространение, Заповедное Приамурье, заповедник.

Введение

Природный заповедник «Комсомольский» (КПЗ), заповедник «Большехехцирский» (БХЗ), национальный парк «Ануйский» (АНП) входят в состав ФГБУ «Заповедное Приамурье» и являются звеньями единой «цепочки» ООПТ, призванных изучать природные комплексы слаборазрушенных кедрово-широколиственных лесов, темнохвойной и светлохвойной тайги и охранять типичные ненарушенные ландшафты со свойственной им эндемичной флорой и фауной Нижнего Приамурья. Вместе с тем, фауна амфибиотических насекомых, в том числе и веснянок, обитающих в водотоках этих ООПТ, остается до сих пор недостаточно изученной. Если для национального парка «Ануйский» и басс.р. Анюй предварительные данные уже опубликованы (Тесленко, 2019), то для БХЗ и КПЗ какая-либо информация о видовом разнообразии веснянок полностью отсутствует. В данной работе представлены результаты очередного этапа инвентаризации плекоптерофауны в водотоках этих трех ООПТ Заповедного Приамурья, полученные на основе обработки экспедиционных сборов 2019–2021 гг.

Районы исследований

Национальный парк «Ануйский» – государственный природный национальный парк расположен в Нанайском районе Хабаровского края в нижнем течении р. Анюй. Он занимает ключевую территорию Центрального Сихотэ-Алиня с разнообразными типами рельефа от горных тундр до пойменных кедрово-широколиственных лесов. Река Анюй длиной 393 км, берет свое начало в отрогах Тардоки-Яни, самой высокогорной части хребта Сихотэ-Алинь, и впадает в устье протоки Найхинская реки Амур (Нижний Амур) (рис. 1). Горная часть водосбора занимает 2/3 площади бассейна и выделяется самым высоким на Нижнем Амуре коэффициентом густоты речной сети. Основу водосбора составляют небольшие реки длиной до 10 км, которых насчитывается более 5000 (Ресурсы поверхностных вод, 1970). Малые горно-таежные притоки характеризуются низкой температурой воды. В самый жаркий месяц – июль, температура воды не превышает 6–7 °С, а в р. Анюй и его крупных притоках 15 °С. Это обусловлено присутствием мерзлоты и относительно большой доли подземных вод в питании горных рек. В нижнем течении р. Анюй дренирует Среднеамурскую низменность и имеет равнинный характер, протекает по широкой долине с низкими болотистыми берегами, где разбивается на рукава, протоки и старицы. Река Анюй относится к водным объектам рыбохозяйственного значения, в ней происходит нерест и воспроизводство тихоокеанских лососей. Значительная часть бассейна до настоящего времени остается неосвоенной и отличается многообразием и изобилием мест обитания.

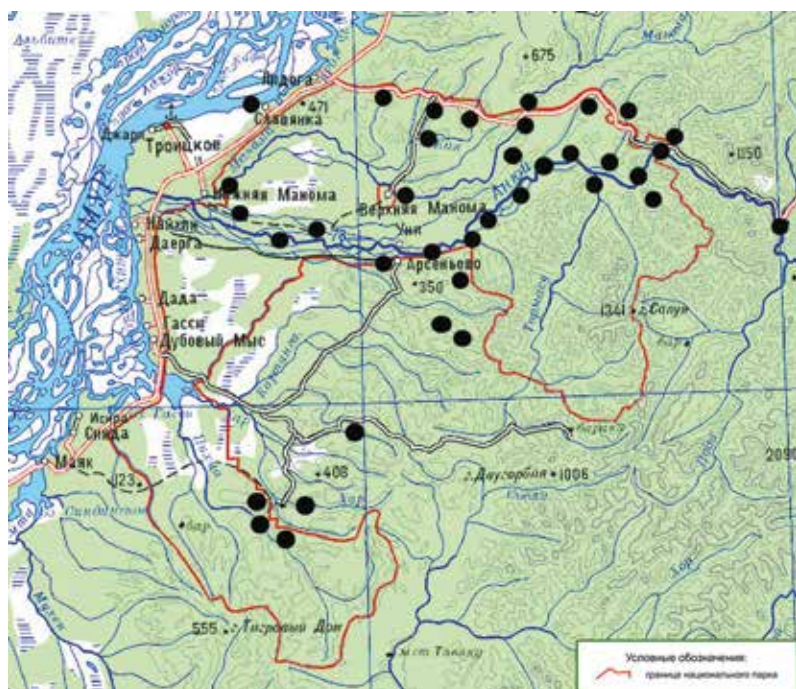


Рис. 1. Карта-схема национального парка «Ануйский» с указанием мест сбора материала

Заповедник «Большехехцирский» расположен в Хабаровском районе Хабаровского края, в 15–20 км южнее г. Хабаровск. Территория заповедника занимает низкогорный хр. Большой Хехцир с максимальной высотой 950 м, лишь небольшая юго-восточная часть расположена на заболоченной низменности (рис. 2). Хребет Большой Хехцир расположен в центре северной подзоны зоны хвойно-широколиственных лесов. Западная граница заповедника проходит по берегу

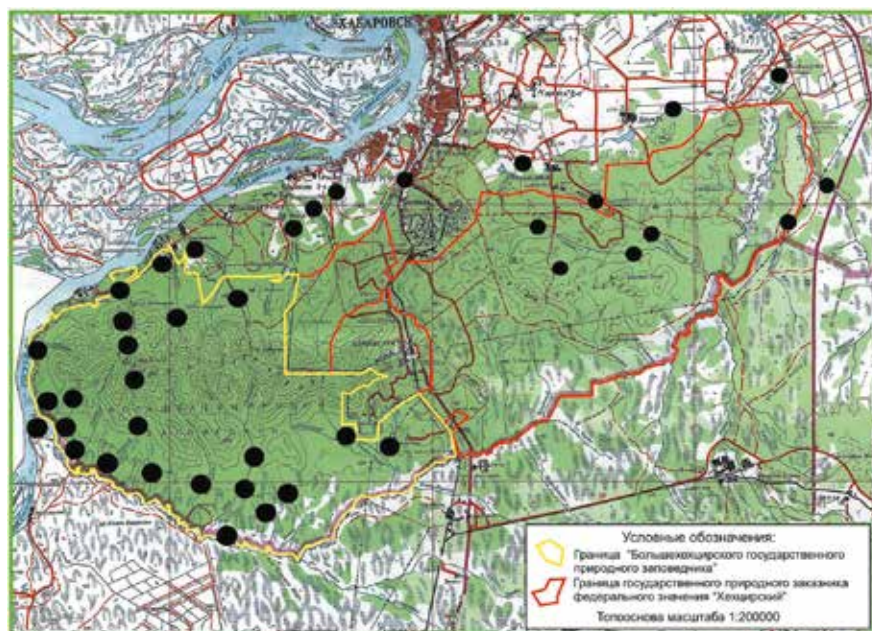


Рис. 2. Карта-схема заповедника «Большехехцирский» с указанием мест сбора материал

р. Уссури, рядом с государственной границей России; юго-западная и южная – по руслу р. Чирка, притока р. Уссури; восточная и северо-восточная обходят освоенные земли, примыкающие к г. Хабаровск. Генетически хребет Хехцир (35 км в длину и около 10 км в ширину) является самостоятельным горным массивом, расположенным в центральной части Среднеамурской низменности. Со всех сторон хребет окружен обширными равнинными пространствами, местами сильно заболоченными. Большой Хехцир отличается повышенной плотностью разветвленной речной сети, в его отрогах берут начало многочисленные ключи, ручьи и горные реки – Одыр, Цыпа, Белая Речка, Быкова, Половинка, Пилка, Золотой, Соснинский, Малиновский и др., стекающие в разных направлениях. Водотоки мелководные, местами с выходом коренных пород; в верховьях имеют типично горный характер, высокую скорость течения, обусловленную большими уклонами; в нижнем течении приобретают равнинный характер, берега низкие, часто заболоченные. Длина водотоков 8–17 км. Все реки заповедника принадлежат бассейнам Уссури и Амура (Нижний Амур), северные водотоки впадают в протоку Амурскую, соединяющую устье р. Уссури с р. Амур, западные – в р. Уссури, а восточные и южные – в р. Чирка. Самая крупная река – Чирка длиной 82 км ограничивает заповедник с юга, и течет вдоль подножия хр. Большой Хехцир с востока на запад. Река Уссури в районе заповедника шириной 0,8–1,2 км, относится к рекам полугорного типа. Средняя скорость течения 0,7 м/с. Весенние паводки не выражены, наводнения обычны летом, в период муссонных дождей. Большая густота речной сети, большие уклоны и значительные скорости течения создают благоприятные условия для быстрого сброса речных вод после ливневых дождей. Горные водотоки характеризуются незначительной мутностью, что обусловлено устойчивыми к выветриванию магматическими породами, большой крутизной склонов, физическими процессами выветривания и значительной залесенностью водосборных бассейнов.

Природный заповедник «Комсомольский» расположен в Комсомольском районе Хабаровского края, в месте слияния р. Амур и левого притока р. Горин (рис. 3). В пределах заповедника прослеживается переход зоны кедрово-широколиственных лесов, произрастающих в юго-западной части, к ельникам и лиственничникам, господствующим на севере и северо-востоке (Ван, 1989), что придает всей экосистеме характер экотона. Горные хребты заповедника являются южными отрогами Нижнеамурской горной системы, принадлежащей к Сихотэ-Алинской складчатой области. Река Горин – крупный приток Амура длиной 390 км (Нижний Амур), является крупнейшей нерестовой рекой тихоокеанских лососей, разделяет заповедную территорию на две части. В правобережной части почти параллельно р. Горин проходит гряда сопот протяженностью 25 км и высотами до 800 м и более в северной ее части (г. Чоккеты – 789 м) и до 242 м (г. Острая) на южной оконечности у амурского берега. В пределах этой горной гряды находятся истоки правых притоков р. Горин, крупнейшими из которых являются ручьи Большая Таландинка (длина 10 км, высота истока 480 м), Ханкука (соответственно 13 км и 360 м), Сиутару (12 км, 480 м) и р. Ченки. В левобережной части заповедника протекают левые притоки р. Горин: р. Пуйля (15 км, 240 м), р. Улами (20 км, 200 м) и р. Батурина (23 км, 120 м). Рельеф левобережной части более сглаженный, поэтому долины ручьев сравнительно широкие, с плоскими заболоченными днищами. Помимо устьевой части р. Горин с притоками, в состав заповедника входит 100-метровая полоса русла Амура с множеством озер и стариц. Предгорные ручьи отличаются от р. Амур термическим режимом, скоростью течения и прозрачностью воды (Леванидов, 1969). Разница в температуре воды р. Амур и предгорных ручьев летом может достигать 5–10°C,

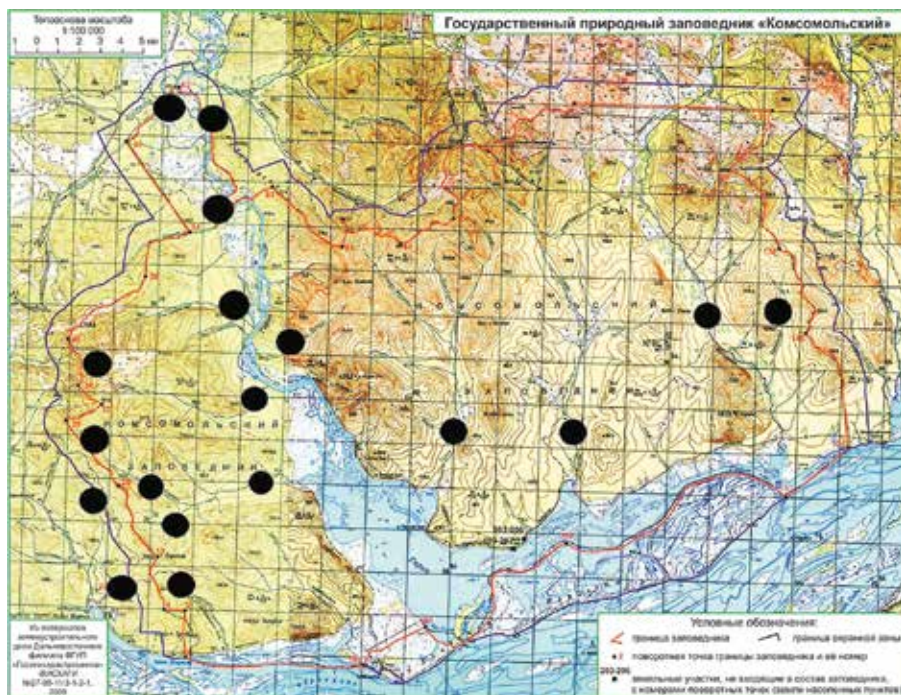


Рис. 3. Карта-схема заповедника «Комсомольский» с указанием мест сбора материала

а в некоторых случаях 15°C . Дно р. Амур песчаное, а в притоках преобладает галечно-каменистый субстрат. Островная вечная мерзлота в верховьях р. Горин значительно снижает температуру грунтовых и поверхностных вод. Мерзлотные слои грунта залегают на небольшой глубине, поэтому температура воды в ручьях в период исследований составляла $2\text{--}7^{\circ}\text{C}$.

Материал и методы

Отбор материала в национальном парке «Ануйский» проведен в водотоках разной типологической принадлежности от горных ручьев и малых рек предгорного типа до равнинных участков крупных притоков р. Ануй в мае–июне 2019–2021 гг. (рис. 1). Использовались общепринятые в пресноводной гидробиологии методы. Образцы фиксировали 75% этанолом. Имаго собирали кошением прибрежной растительности с помощью энтомологического сачка. Этот метод сбора был использован и в заповеднике «Большехехцирский» в июне–августе 2008, 2010 гг. и в апреле–октябре 2013–2019 гг. В статье представлены также определения коллекционных материалов, собранных в заповеднике «Большехехцирский» И.М. Леванидовой (ИМЛ) и Т.И. Арефиной-Армиейдж (ТИА) в июне 1989 г. и первым автором (ВАТ) в 1998 и 1996 гг.

Обследование плекотерофауны заповедника «Комсомольский» осуществлялось в нижнем течении р. Горин и его притоках, в мае и июле 2020 и в мае 2021 г. Кроме кошения прибрежной растительности, были отобраны пробы дрефта с помощью дрефтового сачка длиной 0,8 м и диаметром отверстия 0,28 м. Дополнительно имаго веснянок собирали вручную энтомологическим пинцетом с поверхностной пленки воды и пены в затишных местах водотоков. В работе также использованы материалы Е.А. Макаrenchенко (ЕАМ) из Комсомольского заповедника от 27–30 июля 1985 г.

Ниже представлен краткий фаунистический обзор веснянок, выявленных в водотоках вышеперечисленных особо охраняемых территорий ФГБУ «Заповедное Приамурье». После видового названия, автора и года описания, перечислены сокращенное название особо охраняемой территории, количество экземпляров, дата и место сбора, имя сборщика, сведения о распространении. Материал без аббревиатуры коллектора собран вторым автором статьи, Н.М. Яворской. Типы ареалов приведены по Жильцовой и Леванидовой (1984).

Результаты и обсуждение

Сем. Taeniopterygidae

Taeniopteryx nebulosa Linnaeus, 1758

Материал. АНП: 1 ♀, р. Пихца, 25.05.2019.

Распространение. Транспалеаркт, распространен в Западной Европе и европейской части России, Саянах, Алтае, Забайкалье, Амурской обл., Магаданской обл., Хабаровском и Приморском крае, о-ве Сахалин. Монголия.

Taenionema japonicum (Okamoto, 1922)

Материал. БХЗ. 1 ♀, р. Пилка, басс.р. Чирка, басс.р. Уссури, 4.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА.

Распространение. Широко распространенный восточно-палеарктический вид. Восточная Сибирь, Дальний Восток. Монголия, Китай, Корея, Япония (Хоккайдо, Хонсю).

Сем. Nemouridae

Amphinemura coreana Zwick, 1973

Материал. АНП: 1 ♂ 1 ♀, р. Пихца, 22.05.2019; 2 ♂ 15 ♀, там же, 27.05.2020; 8 ♂ 25 ♀, там же, дрефт, 28.05.2020; 2 ♀, р. Хар, 25.05.2019; 13 ♂ 8 ♀, р. Мульчи, 25.05.2019; 4 ♀, р. Мани, 3.06.2019.

Распространение. Палеархеоарктический материковый вид. Хабаровский и Приморский край. Корея, Восточный Казахстан (Murányi, 2011).

Amphinemura standfussi (Ris, 1902)

Материал. БХЗ: 2 ♀, р. Пилка, 12.09.2018; 3 ♀, там же, 06.10.2018.

Распространение. Транспалеарктический вид. Север и центр европейской части, приполярный Урал, Восточная Сибирь, Южная Якутия, Магаданская, Амурская обл., ЕАО, Камчатский, Хабаровский и Приморский край, о-в Сахалин, Южные Курильские о-ва. Западная Европа, Прибалтика, Закарпатье, Монголия.

Amphinemura verrucosa Zwick, 1973

Материал. КПЗ: 2 лич., р. Пуйля, 29.07.1985, сб. ЕАМ; 1 ♂, руч. Буреломный, 11.07.2020; 9 ♂ 9 ♀, р. Батурина, 13.07.2020.

БХЗ: 2 ♂, руч. Соснинский, протока Амурская, р. Амур, 21.06.2013; 1 ♂, там же, 13.06.2016; 1 ♀, р. Быкова, 13.06.2016; 1 ♂, 1 ♀, руч. Золотой, 20.06.2016; 1 ♂, пос. Корфовский, ручей без наз., карьер, водозабор, 27.05.2018.

Распространение. Палеархеоарктический материковый вид. Амурская обл., ЕАО, Хабаровский и Приморский край. Корея.

Protonemura sp.

Материал. КПЗ: 1 лич., р. Батурина, 30.07.1985, сб. ЕАМ.

Распространение. В составе рода присутствуют 2 вида с палеархеоарктическим типом распространения в ЕАО, Приморском и Хабаровском краях, на о-ве Сахалин, Курильских о-вах и в Японии.

Zarada sp.

Материал. КПЗ: 1 ♀, р. Большая Таландинка, 17.05.2020.

Распространение. На юге Дальнего Востока России известен 1 вид *Zapada quadribranchiata* (Zhiltzova, 1977) с восточно-палеарктическим притихоокеанским типом распространения. Встречается в южной Якутии, на юге Магаданской обл., Амурская обл., Хабаровском и Приморском крае. Корея.

Nemoura lazoensis Zwick, 2010

Материал. АНП: 3♂, р. Дура, басс.р. Моади, 31.05.2019; 1♂1♀, р. Пихца, 28.05.2020.

Распространение. Палеарктический материковый вид. Для Хабаровского края и Нижнего Приамурья указывается впервые. Вторая находка вида после его описания из р. Лазовка, в Приморском крае.

Nemoura nigrodentata Zhiltzova, 1980

Материал. БХЗ: 1♂, руч. Инженерка, басс.р. Уссури, 6.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 1♂, 3♀, р. Моховая, 10.06.2018.

Распространение. Палеарктический материковый вид. Юг Хабаровского края, Приморский край. Монголия.

Nemoura sp.

Материал. КПЗ: 1♀, 305 лич., ручей без наз., кордон Каменная падь, дрефт, 8–22.05.2020; 1 лич., ручей без наз. 1, дрефт, 14.05.2020; 5 лич., р. Пимигли, 18.05.2020; 2♀, руч. Буреломный, сред. теч., 11–12.07.2020; 1♀, р. Батурина, 11.07.2020.

БХЗ. 1♀, р. Одыр, 9.06.2016, 2♀, руч. Дворовый, 2.06.2018; 3♀, р. Пилка, 2.06.2018.

Сем. Capniidae

Capnia aligera Zapekina-Dulkeit, 1975

Материал. КПЗ: 1♂, р. Батурина, 7.05.2021; 1♂, там же, 9.05.2021.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Красноярский край, Забайкальская обл., Приморский край.

Capnia khingana Teslenko, 2019

Материал. КПЗ: 22♀, ручей без наз., 9–13.05.2020; 36♀, руч. Каменная падь, 12.05.2020; 2♀, там же, дрефт, 12–13.05.2020; 6♀, ручей без наз. 1, дрефт, 14.05.2020; 234♀, ручей без наз., 7,4 км от руч. без наз. 2, басс.р. Ханкука, 14.05.2020; 311♀, ручей без наз., кордон, басс.р. Ханкука, 14.05.2020.

Распространение. Палеарктический материковый вид. Вторая находка после его описания из горных притоков р. Мутная, хр. Малый Хинган, Хинганский заповедник, Амурской обл. Для Хабаровского края и Нижнего Приамурья указывается впервые.

Capnia nigra (Pictet, 1833)

Материал. КПЗ: 1♂1♀, р. Горин, оз. Золотое, 17.05.2020; 1♀, р. Горин, 19.05.2020.

Распространение. Транспалеарктический вид. Сибирь, Магаданская обл., ЕАО, Камчатский, Хабаровский и Приморский край, о-в Сахалин, Южные Курильские о-ва. Европа, Кавказ, Крым, Монголия, Япония.

Capnia rara Zapekina-Dulkeit, 1970

Материал. КПЗ: 14♂ 15♀, р. Батурина, басс.р. Горин, 7.05.2021; 5♂ 1♀, там же, 8.05.2021; 1♂ 6♀, там же, 9.05.2021.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Восточная Сибирь, Якутия, Чукотский п-ов, Камчатский, Хабаровский и Приморский край.

Capnia sp.

Материал. АНП: 7♀, р. Пихца, 22.05.2019; 2♀, р. Пихца, 27–28.05.2020; 1♀, р. Хар, 25.05.2019.

БХЗ: 1♀, пос. Корфовский, ручей без наз., карьер, водозабор, 27.05.2018.

***Capnia* sp.n.**

Материал. КПЗ: 2 ♀, ручей без наз., кордон Каменная падь, дрифт, 14.05.2020; 2 ♀, р. Сиутару, 19.05.2020; 21 ♀, р. Ханкука, нижнее течение, басс.р. Горин, 14.05.2020; 2 ♀, ручей без наз., басс.р. Ханкука, 14.05.2020.

Вид планируется описать в отдельной публикации.

***Capniella nodosa* Klapálek, 1920**

Материал. КПЗ: 7 ♀, ручей без наз., 9–13.05.2020; 76 ♀, ручей без наз., кордон Каменная падь, дрифт, 8–14.05.2020; 11 ♀, р. Ханкука, нижнее течение, басс.р. Горин, 14.05.2020; 12 ♀, ручей без наз., басс.р. Ханкука, 14.05.2020; 2 ♀, там же, ручей без наз. 1, дрифт, 14.05.2020; 1 ♀, р. Горин, оз. Золотое, 17.05.2020; 26 ♀, р. Пимигли, 18.05.2020; 2 ♀, р. Пуйля, 21.05.2020; 52 ♀, р. Сиутару, 19.05.2020; 1 ♂ 8 ♀, р. Батурина 7.05.2021; 1 ♂ 1 ♀, там же, 9.05.2021.

БХЗ: 5 ♂ 10 ♀, р. Левая, протока Амурская, р. Амур, со льда 27.03.2016, 3 ♀, руч. Соснинский, 12.05.2016; 30 ♀, р. Пилка, басс.р. Чирка, басс.р. Уссури, 29.04.2019.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Восточная Сибирь и Дальний Восток: Амурская обл., ЕАО, Хабаровский и Приморский край.

***Paracapnia leisteri* Zhiltzova et Potikha, 2005**

Материал. КПЗ: 12 ♀, р. Сиутару, 19.05.2020.

БХЗ. 2 ♀, руч. Соснинский, протока Амурская, р. Амур. 3.06.1989 сб. ИМЛ, ТИА; 1 ♀, там же, 12.05. 2016; 3 ♀, кордон Половинка, р. Половинка, протока Амурская, р. Амур, 21.05.2014; 1 ♂, пос. Корфовский, ручей без наз., водозабор, 11.05.2019.

Распространение. Палеархеоарктический материковый вид. Амурская обл., ЕАО, Хабаровский и Приморский край.

***Paracapnia khorensis* Zhiltzova, 1972**

Материал. АНП: 1 ♂ 7 ♀, р. Пихца, 22.05.2019; 1 ♂ 4 ♀, там же, 27–28.05.2020; 2 ♀, р. Соломи, 03.06.2019; 1 ♀, р. Анюй, протока Пасси, 04.06.2019; 1 ♂ ♀, р. Хар, 25.05.2019; 2 ♂ 21 ♀, р. Мульчи, 25.05.2019; 6 ♀, р. Мухе, 04.06.2019; 3 ♀, р. Анюй, протока Аджу, 04.06.2019.

Распространение. Массовый палеархеоарктический материковый вид. Обитает в холодноводных и умеренно холодноводных предгорных реках ЕАО, Приморского и на юге Хабаровского края.

***Eucapnopsis brevicauda* (Claassen, 1924)**

Материал. БХЗ: 5 ♀, руч. Соснинский, протока Амурская, р. Амур, 2.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 2 ♀, пос. Корфовский, ручей без наз., карьер, водозабор, 27.05.2018.

Распространение. Амфиазиатический вид. Россия: Восточная Сибирь, Алтай, юг Магаданской обл., Хабаровский и Приморский края, Южные Курильские о-ва. Монголия, Северная Америка.

***Isocapnia orientalis* Zhiltzova, 1975**

Материал. АНП: 1 ♀, р. Пихца, 22.05.2019; 1 ♂, там же, 27.05.2020, 1 ♂, р. Анюй, протока Аджу, 04.06.2019.

Распространение. Редкий восточно-палеарктический притихоокеанский вид. Басс.р. Колыма, побережье Охотского моря, басс.р. Амур, о. Сахалин, Хабаровский и Приморский край.

***Isocapnia guentheri* (Joost, 1970)**

Материал. АНП: 1 ♀, р. Анюй (р-н Опорный), 04.06.2019.

БХЗ: 1 ♂, протока Амурская, р. Амур, 19.04.2016.

КЗП: 1 ♀, р. Батурина, басс.р. Горин, 7.05.2021.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Восточная Сибирь. Забайкалье, Магаданская обл., Камчатский край, о. Сахалин, Хабаровский и Приморский край. Монголия.

Сем. Leuctridae

Leuctra fusca (Linnaeus, 1758)

Материал. КПЗ: 1 лич., р. Батурина, 30.07.1985, сб. ЕАМ.

БХЗ: 1♂ 2♀, р. Левая, 24.09.2016; 1♂, р. Пилка, 12.09.2018; 1♀, там же, 06.10.2018.

Распространение. Транспалеарктический вид. Европейская часть России, Сибирь, Амурская обл., ЕАО, Хабаровский и Приморский край, о-в, Сахалин. Украинские Карпаты, Кавказ, Западная Европа, Северный Иран, Монголия.

Paraleuctra cercia (Okamoto, 1922)

Материал. АНП. 2♂, р. Пихца, 22.05.2019; 1♂, там же, дрефт, 28.05.2020; 1♂, р. Мульчи, 25.05.2019.

БХЗ: 1♂ 2♀, руч. Соснинский, протока Амурская, р. Амур, 2.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 2♀, руч. Куркуниха, басс.р. Уссури, 6.06.1989; 1♂, р. Быкова, протока Амурская, р. Амур, 4.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 1♂ 8♀, пос. Корфовский, ручей без наз., 27.05.2018.

КПЗ: 5♂, 1♀, 1 лич., ручей без наз., басс.р. Каменская, 9–13.05.2020; 1♂, 2♀, 6 лич., ручей без наз., басс.р. Каменская, кордон Каменная падь, дрефт, 11–14.05.2020; 1♂, 6♀, 2 лич., там же, 10–22.05.2020; 4♂, 1♀, ручей без наз., басс.р. Ханкука, 14.05.2020; 2♂, там же, дрефт, 14.05.2020; 1♀, р. Пуйля, 21.05.2020; 6♂ 8♀, р. Батурина, 7.05.2021; 2♀, там же, 8.05.2021; 3♂ 3♀ 1 лич., там же, 9.05.2021.

Распространение. Восточно-палеарктический притихоокеанский вид. Магаданская обл., Камчатский край, Амурская обл., ЕАО, о. Сахалин, Южные Курилы, Приморский и Хабаровский край. Китай, Корея, Япония (о. Хонсю).

Paraleuctra zaprekinae Zhiltzova, 1974

Материал. АНП: 1♂ 2♀, р. Дура, басс.р. Моади, 31.05.2019.

БХЗ: 1♂ 2♀, ручей без наз., басс.р. Быкова, протока Амурская, р. Амур, 22.05.2014.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Красноярский край, Забайкалье, материковое побережье Охотского моря, о. Большой Шантар, о. Сахалин, Приморский и Хабаровский край. Монголия.

Perlomyia smithae Nelson et Hanson, 1973

Материал. БХЗ. 3♂, 3♀, р. Половинка, 21.05.2014; 2♂, там же, 23.05.2015; 2♂, 16♀, там же, 13–18.06.2016; 2♂, 3♀, р. Левая, протока Амурская, р. Амур, 23.05.2015; 1♀, там же, 18.06.2016; 1♀, р. Быкова, 13.06.2016; 1♀, р. Правая, 13.06.2016.

Распространение. Палеархеоарктический материковый вид. ЕАО, Юг Приморского края, Хабаровский край. Северо-восточный Китай, Корея.

Perlomyia mahunkai (Zwick, 1973)

Материал. АНП: 3♂, 1♀, р. Мульчи, 25.05.2019.

Распространение. Палеархеоарктический материковый вид. Приморский край. Северо-восточный Китай, Корея. Для Хабаровского края и Нижнего Приамурья указывается впервые.

Perlomyia martynovi (Zhiltzova, 1975)

Материал. АНП: 3♂, р. Анюй, протока Аджу, 04.06.2019.

БХЗ. 5♀, руч. Головина, кордон Чирки, 13.05.2015; 9♂, 2♀, р. Половинка, 23.05.2017.

Распространение. Редкий палеархеарктический материковый вид. Эндемик Юга Дальнего Востока России. Юг Приморского края. Корея (Murányi & Hwang, 2017). Впервые указан для Хабаровского края и Нижнего Приамурья.

Perlomyia levanidovae (Zhiltzova, 1975)

Материал. АНП: 2♂, р. Дура, басс. Моади, 31.05.2019.

Распространение. Палеархеарктический материковый вид. Приморский край. Северо-восточный Китай, Корея. Впервые указан для Хабаровского края и Нижнего Приамурья.

Perlomyia secunda (Zapekina-Dulkeit, 1975)

Материал. БХЗ: 2♀, руч. Куркуниха, басс.р. Уссури, 6.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 1♀, руч. Головина 13.05.2016; 1♀, ручей без наз., р. Быкова, протока Амурская, р. Амур, 22.05.2014.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Алтай, юг Магаданская обл., Хабаровский и Приморский край, о. Сахалин, Южные Курильские о-ва.

Сем. Pteronarcyidae

Pteronarcys sachalina Klapálek, 1908

Материал. БХЗ. 2 лич.р. Красная, басс.р. Уссури, автотрасса, 15.06.1998, сб. БАТ.

Распространение. Палеархеарктический материково-островной вид. Россия: Хабаровский и Приморский края, о-в Сахалин. Северный Китай, Корея.

Сем. Perlodidae

Arcynopteryx dichroa (McLachlan, 1892)

Материал. АНП: 1♂, 2♂, р. Анюй, протока Аджу, 04.06.2019; 1♀, р. Анюй, протока Пасси, 04.06.2019.

Распространение. Циркумполярный вид. Северная Европа. Забайкалье, Дальний Восток России. Монголия, Северная Америка.

Arcynopteryx polaris Klapálek, 1912

Материал. КПЗ: 1♂, 2♀, 5 лич., руч. Золотой, 27.06.1985, сб. ЕАМ; 1 шк. ♂, ручей без наз., кордон Каменная падь, 10–11.05.2020; 3 шк., там же, дрефт, 12–14.05.2020; 1♀, р. Муольга, 15.05.2020.

БХЗ. 1 лич., р. Уссури, 02.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 1 лич. ♂, Корфовский, ручей без наз., 5.06.2010.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Саяны, Алтай, Дальний Восток от Магаданской обл. до ЕАО. Монголия, Китай. Корея.

Diura bicaudata Linnaeus, 1758

Материал. АНП: 1♂, 1♂, р. Анюй (р-н Опорный), 04.06.2019; 1♂, 2♀, р. Анюй, протока Аджу, 04.06.2019.

КПЗ: 3 лич., р. Батурина, 30.07.1985, сб. ЕАМ; 1♂, 1♀, р. Горин, 19.05.2020.

БХЗ. 1♀, р. Одыр, 9.06.2016.

Распространение. Циркумполярный вид. Северная и Средняя Европа. Алтай, Якутия, Восточная Сибирь, Дальний Восток, включая Камчатку и о. Сахалин. Монголия. Северная Америка

Megarcys ochracea Klapálek, 1912

Материал. БХЗ: 9 лич., р. Одыр, 14.07.2008.

КПЗ: 2 лич., р. Батурина, 30.07.1985, сб. ЕАМ; 2 лич., р. Пуйля, 29.07.1985, сб. ЕАМ.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Алтай, Забайкалье, южная Якутия, юг Магаданской обл., Амурская обл., ЕАО, Хабаровский и Приморский края, о. Сахалин, Южные Курильские о-ва. Монголия, Корея, Япония.

Pictetiella asiatica Zwick et Levanidova, 1971

Материал. КПЗ: 1 лич., руч. Золотой, 27.06.1985, сб. ЕАМ.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Алтай, Восточная Сибирь, Дальний Восток.

Stavsolus manchuricus Teslenko, 1999

Материал. БХЗ. 1 лич., р. Красная, басс.р. Уссури, автотрасса, 15.06.1998, сб. БАТ.

Распространение. Палеархеоарктический вид. Амурская обл., Хабаровский и Приморский края. Корея, Китай.

Isoperla asiatica Rausør, 1968

Материал. АНП: 1♂, р. Мухе, 04.06.2019; 1♀, р. Анюй, протока Аджу, 04.06.2019; 1♂, р. Пихца, 28.05.2020.

КПЗ: 1 лич., р. Горин, 19.05.2020.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Восточный Саян, Забайкалье, Амурская обл., ЕАО, Хабаровский и Приморский край, о. Сахалин. Монголия.

Isoperla obscura a (Zetterstedt, 1840)

Материал. БХЗ: 1♀, р. Уссури, 5.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА.

Распространение. Транспалеарктический вид. Западная и Восточная Европа. Алтай, Саяны, Забайкалье, Магаданская и Амурская обл., ЕАО, Хабаровский и Приморский край. Монголия.

Isoperla lunigera Klapálek, 1923

Материал. БХЗ: 1♀, р. Уссури, 5.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА;

Распространение. Обычный восточно-палеарктический вид. Алтай, Саяны, Забайкалье, Амурская обл., ЕАО, Приморский и Хабаровский край. Монголия.

Kaszabia nigricauda (Navás, 1923)

Материал. БХЗ: 3♂, 2♀, р. Пилка, басс.р. Чирка, басс.р. Уссури, 4.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 2♂, 3♀, р. Чирка, басс.р. Уссури, 7.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 12♂, 9♀, р. Бешеная, басс.р. Уссури, 10.06.2018.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Саяны, Забайкалье, Амурская обл., ЕАО, юг Хабаровского края, Приморский край, о. Сахалин. Монголия.

Сем. Perlidae

Agnetina extrema (Navás, 1912)

Материал. БХЗ: 7 лич., р. Чирка, басс.р. Уссури, 27.07.1996; 2♀, там же, 14.07.2008; 1 лич., р. Одыр, басс.р. Чирка, 14.07.2008; 1♂, 3 лич., р. Белая Речка, басс.р. Чирка, 13.08.2008.

Распространение. Широко распространенный восточно-палеарктический вид. Алтай, Саяны, Забайкалье, южная Якутия, юг Магаданской обл., Амурская обл., ЕАО, Приморский и Хабаровский край. Монголия.

Kamimuria exilis (McLachlan, 1872)

Материал. БХЗ. 1 лич., р. Красная, басс.р. Уссури, 15.06.1998, сб. БАТ.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Алтай, Саяны, Забайкалье, ЕАО, Хабаровский, Приморский край, Южные Курилы, о. Сахалин, Монголия. Китай, Корея.

Сем. Chloroperlidae

Paraperla lepnevae Zhiltzova, 1970

Материал. АНП. 1♂, 1♀, р. Пихца, 22.05.2019; 1 лич., там же, 27.05.2020; 1♂, р. Дура, басс.р. Моади, 31.05.2019; 1♀, р. Анюй, протока Пасси, 04.06.2019; 1♂, р. Хар, 25.05.2019; 1♂, 1♀, р. Мухе, 25.05.2019; 26♀, р. Мани, 04.06.2019; 1♂, 1♀, р. Анюй, (Опорный), 04.06.2019; 7♀, р. Анюй, протока Аджу, 04.06.2019.

БХЗ. 1♀, р. Быкова, протока Амурская, р. Амур, 4.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА.

Распространение. Обычный восточно-палеарктический притихоокеанский вид. Юг Магаданской обл., Камчатский край, Амурская обл., ЕАО, Хабаровский и Приморский край.

Utaperla orientalis Nelson et Hanson, 1969

Материал. АНП: 2♂, 1♀, р. Анюй, протока Пасси, 04.06.2019; 4♂, р. Мухе, 04.06.2019; 5♂, 15♀, р. Анюй, протока Аджу, 04.06.2019.

Распространение. Обычный восточно-палеарктический притихоокеанский вид. Юг Магаданской обл., о. Сахалин, ЕАО, Хабаровский и Приморский край. Северо-восточный Китай.

Haploperla lepnevae Zhiltzova et Zwick, 1971

Материал. БХЗ. 1♀, р. Уссури, 5.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА.

Распространение. Обычный восточно-палеарктический вид. Алтай, Саяны, Забайкалье, Якутия, Амурская и Магаданская обл., Камчатский край, о. Сахалин, ЕАО, Приморский и Хабаровский край. Юг Монголии.

Alloperla mediata (Navás, 1925)

Материал. БХЗ. 1♀, р. Уссури, 5.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 1♂, р. Пилка, басс.р. Чирка, басс.р. Уссури, 4.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 2♀, руч. Куркуниха, басс.р. Уссури, 6.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 3♂, 3♀, р. Быкова, протока Амурская, р. Амур, 4.06.1989, сб. ИМЛ, ТИА; 1♂, 2♀, р. Половинка, протока Амурская, р. Амур, 15.06.2008; 2♀, пос. Корфовский, ручей без наз., 5.06.2010.

КПЗ. 1♂, р. Батурина, басс.р. Горин, 13.07.2020.

Распространение. Широко распространенный восточно-палеарктический вид. Алтай, Саяны, Забайкалье, Амурская обл., ЕАО, Хабаровский и Приморский край, Магаданская обл., Камчатский край, о. Сахалин, Курильские о-ва. Северный Китай, Монголия, Япония (о. Хоккайдо).

Alaskaperla longidentata (Raušer, 1968)

Материал. БХЗ. 5♂, 5♀, р. Елька, басс.р. Уссури, 10.06.2018.

Распространение. Восточно-палеарктический вид. Алтай, Амурская обл., Магаданская обл., Хабаровский край. Монголия.

Suwallia decolorata Zhiltzova et Levanidova, 1978

Материал. КПЗ: 2 лич., р. Пуйля, басс.р. Горин, 29.07.1985, сб. ЕАМ; 2 лич., р. Батурина, басс.р. Горин, 30.07.1985, сб. ЕАМ; 3♂, 1♀, ручей без наз. 2, басс. р. Батурина, 12.07.2020.

Распространение. Восточно-палеарктический притихоокеанский вид. ЕАО, Амурская и Магаданская область, Хабаровский и Приморский край.

Sweltsa lepnevae Zhiltzova, 1977

Материал. БХЗ. 1♂, кордон Половинка, р. Половинка, 21.05.2014; 1♀, р. Половинка, 19.06.2014; 4♂, 4♀, р. Золотой, 23.06.2019.

Распространение. Палеархеоарктический вид. Эндемик Приморского края, для Хабаровского края указан впервые.

В результате проведенных исследований в фауне веснянок обследованных ООПТ «Заповедного Приамурья» выявлено 70 видов из 35 родов и 8 семейств (см. таблицу). На территории национального парка «Ануйский», с учетом мониторинговых наблюдений 2019–2021 гг. и литературных данных, отмечено наибольшее видовое богатство веснянок. Таксономический список АНП включает 50 таксонов из 30 родов и 8 семейств. С учетом недавней публикации (Тесленко, 2019), список дополнен 17 таксонами, два из них *Netouira* sp. и *Capnia* sp. определены до рода.

Таблица

**Распределение веснянок в водотоках особо охраняемых природных территорий
«Заповедного Приамурья» (Хабаровский край)**

Таксон	Национальный парк «Анхойский»	Заповедник «Большехехицкий»	Заповедник «Комсомольский»	Тип распространения
Семейство Taeniopterygidae				
<i>Taenionema japonicum</i>	+	+	—	ВПА
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	+	—	—	ТПА
Семейство Nemouridae				
<i>Amphinemura borealis</i>	+	—	—	ТПА
<i>A. coreana</i>	+	—	—	ПАХ м
<i>A. standfusii</i>	+	+	—	ТПА
<i>A. verrucosa</i>	+	+	+	ПАХ м
<i>Protonemura ermolenkoi</i>	+	—	—	ПАХм-о
<i>Protonemura</i> sp.	—	—	+	—
<i>Zapada</i> sp.	—	—	+	ПАХ
<i>*Nemoura lazoensis</i>	+	—	—	ПАХ
<i>N. nigridentata</i>	—	+	—	ПАХ
<i>N. papilla</i>	+	—	—	ПАХм-о
<i>Nemoura</i> sp.	—	+	+	—
Семейство Capniidae				
<i>Capnia aligera</i>	-	-	+	ВПА
<i>*Capnia khingana</i>	—	—	+	ПАХ м
<i>C. nigra</i>	—	—	+	АМП
<i>Capnia rara</i>	-	-	+	ВПА
<i>Capnia</i> sp.	+	+	—	—
<i>Capnia</i> sp.n.	—	—	+	—
<i>Capniella nodosa</i>	—	+	+	ВПА
<i>Paracapnia khorensis</i>	+	—	—	ПАХ
<i>P. leisteri</i>	—	+	+	ПАХ
<i>Eucapnopsis brevicauda</i>	—	+	—	АМП
<i>Isocapnia orientalis</i>	+	—	—	ВПА
<i>I. guentheri</i>	+	+	+	ВПА
<i>Mesocapnia</i> sp.	+	—	—	—
Семейство Leuctridae				
<i>Leuctra fusca</i>	+	+	+	ТПА
<i>Paraleuctra cercia</i>	+	+	+	ВПА
<i>P. zapekinae</i>	+	+	—	ВПА
<i>Perlomyia smithae</i>	+	+	—	ПАХ м
<i>*P. mahunkai</i>	+	—	—	ПАХ
<i>*P. martynovi</i>	+	+	—	ПАХ
<i>*P. levanidovae</i>	+	—	—	ПАХ
<i>P. secunda</i>	—	+	—	ВПА
Семейство Pteronarcyidae				
<i>Pteronarcys reticulata</i>	+	—	—	ВПА
<i>P. sachalina</i>	+	+	—	ПАХм-о
Семейство Perlodidae				
<i>Arcynopteryx dichroa</i>	+	—	—	ЦП
<i>A. polaris</i>	—	+	+	ВПА
<i>Diura bicaudata</i>	+	+	+	ЦП

<i>Megarcys ochracea</i>	+	+	+	ВПА
<i>Skwala compacta</i>	+	–	–	ВПА
<i>Stavsolus manchuricus</i>	+	+	–	ПАХ _м
<i>Pictetiella asiatica</i>	+	–	+	ВПА
<i>Isoperla asiatica</i>	+	–	+	ВПА
<i>I. flavescens</i>	+	–	–	ПАХ
<i>I. eximia</i>	+	–	–	ВПА
<i>I. maculata</i>	+	–	–	ПАХ _м
<i>I. obscura</i>	–	+	–	ТПА
<i>I. ornata</i>	+	–	–	ПАХ _м
<i>I. lunigera</i>	–	+	–	ВПА
<i>Kogotus tiunovi</i>	+	–	–	ПАХ _м
<i>Kaszabia nigricauda</i>	–	+	–	ВПА
Семейство Perlidae				
<i>Agnetina extrema</i>	+	+	–	ВПА
<i>Kamimuria exilis</i>	+	+	–	ВПА
<i>Paragnetina flavotincta</i>	+	–	–	ВПА
Семейство Chloroperlidae				
<i>Paraperla lepnevae</i>	+	+	–	ВПА
<i>Utaperla orientalis</i>	+	–	–	ВПА
<i>Haploperla lepnevae</i>	+	+	–	ВПА
<i>H. maritima</i>	+	–	–	ПАХ _м
<i>H. ussurica</i>	+	–	–	ПАХ _м
<i>Alloperla diminuta</i>	+	–	–	ВПА
<i>A. mediata</i>	+	+	+	ВПА
<i>A. rostellata</i>	+	–	–	ВПА
<i>Alaskaperla longidentata</i>	–	+	–	ВПА
<i>Sweltsa illiesi</i>	+	–	–	ПАХ _м
<i>*S. lepnevae</i>	–	+	–	ПАХ _м
<i>Suwallia asiatica</i>	+	–	–	ПАХ _м
<i>S. decolorata</i>	–	–	+	ВПА
<i>S. kerszhneri</i>	+	–	–	ВПА
<i>S. teleckojensis</i>	+	–	–	ВПА
Всего: 70	50	31	21	5

* Вид указывается впервые для Хабаровского края.

В целом, фауна описывается пятью типами распространения и характеризуется относительно высоким представительством палеархеоарктических видов юго-восточного генезиса. В ее составе отмечены *Perlomyia martynovi*, *Suwallia asiatica* и *Kogotus tiunovi*, ранее считавшиеся эндемиками Приморского края (Тесленко, Жильцова, 2009), причем последний занесен в Красную книгу (Тесленко, 2005). Впервые для Хабаровского края указаны палеархеоарктические веснянки *Nemoura lazoensis*, *Perlomyia levanidovae*, *P. martynovi* и *P. mahunkai*. По-видимому, по водотокам АНП проходит северная граница их распространения, ранее эти виды были известны лишь из южного Приморья. К обычным и многочисленным в АНП относятся *A. coreana*, *P. khorensis*, *P. lepnevae* и *U. oreientalis*. Самыми богатыми по количеству видов являются семейства Perlodidae и Chloroperlidae (по 12 видов), затем Leuctridae, Nemouridae (по семь) и Capniidae (пять видов). Род *Isoperla* Banks, 1906 представлен пятью видами, *Amphinemoura* Ris, 1902 и *Perlomyia* Banks, 1906 – по четыре вида каждый (см. таблицу). Учитывая обилие разнообразных биотопов

АНП, есть основания предполагать, что при дальнейших исследованиях, знания о видовом богатстве фауны веснянок пополнятся, по меньшей мере, десятком видов, поскольку в локальной фауне веснянок соседнего «Сихотэ-Алинского» заповедника, расположенного на восточном склоне хр. Сихотэ-Алинь, зарегистрирован 61 таксон (Potikha, 2015).

Сведения по фауне веснянок заповедника «Большехехцирский» приводятся впервые. Учитывая многолетние фрагментарные сборы, становится очевидным, что изучение плекоптерофауны БХЗ еще далеко от завершения. В настоящее время богатство фауны веснянок БХЗ представлено 31 таксоном видового ранга из 25 родов и всех 8 семейств, обитающих на юге Дальнего Востока России. Больше половины списка – широко распространенные восточно-палеарктические виды (56%), количество видов юго-восточного генезиса с палеархеоарктическим типом распространения не превышает 27%, а транспалеарктические, амфиоцифические и циркумполярные виды единичны и составляют в сумме 17%. К интересным находкам относится *S. lepnevae*, ранее считавшаяся эндемиком Приморского края (Тесленко, Жильцова, 2009). Локальная фауна БХЗ оказывается обедненной в сопоставлении с локальной фауной АНП, их сходство составляет 46%. БХЗ расположен фактически в пригороде г. Хабаровск и испытывает определенную антропогенную нагрузку в условиях всё возрастающего преобразования естественных ландшафтов. Но с другой стороны, БХЗ является самым «южным» резерватом ООПТ «Заповедное Приамурье», где происходит встреча северных и южных природных комплексов, он отличается наибольшим ландшафтным разнообразием и видовым богатством флоры и фауны. Поэтому при дальнейшем мониторинге ожидаемое число видов юго-восточного происхождения в водотоках БХЗ должно быть гораздо выше.

Сведения по фауне веснянок заповедника «Комсомольский» приводятся впервые. В ходе экспедиционных работ и с учетом имеющихся в нашем распоряжении коллекционных материалов, в его водотоках выявлено 21 вид веснянок, относящихся к 16 родам и 5 семействам (см. таблицу). Представители семейств Taeniopterygidae, Pteronarcyidae и Perlidae пока еще не обнаружены. Аннотированный перечень видов нельзя считать окончательным, так как работа по планомерному изучению фауны амфибиотических насекомых заповедника только начинается. Пока мы можем дать лишь предварительную оценку таксономического разнообразия веснянок изучаемой территории и провести первичное сравнение локальной фауны с фаунами ранее изученных ООПТ «Заповедное Приамурье». В майских сборах 2020–2021 г. по обилию таксонов преобладали веснянки семейства Capniidae с зимним или ранневесенним периодом вылета. Впервые для Хабаровского края и Нижнего Амура зарегистрирован вид *C. khingana*, описанный из Хинганского заповедника (Средний Амур). Один вид *Capnia* оказался новым для науки, его описание будет опубликовано в отдельной работе. С зоогеографической точки зрения, фауна веснянок заповедника «Комсомольский» также как национального парка «Ануйский» и заповедника «Большехехцирский» представлена пятью типами распространения. Половина зарегистрированных видов имеют восточно-палеарктический тип ареала, почти треть с палеархеоарктическим типом, а амфиоцифические, транспалеарктические и циркумполярные виды единичны. Локальная фауна веснянок КПЗ значительно беднее, чем таковая в БХЗ и АНП, хотя окончательные выводы делать преждевременно. Основной причиной низкого видового богатства по нашему мнению является слабая изученность территории. Несомненно, при дальнейших исследованиях, с охватом большего числа разнообразных водотоков, список видов веснянок, обитающих в КПЗ, увеличится.

Благодарности

Авторы искренне благодарят [С.В. Спиридонова], Р.С. Андронову, Г.В. Ван, С.С. Кириллину, А.Б. Коржака за организацию экспедиционных работ на территории «Заповедного Приамурья», а также сотрудников ООПТ – А.М. Долгих, А.И. Лукина, С.В. Лагутина, А.Н. Кадышева, А.В. Готванского, Ю.Н. Кя, Э.Ю. Власова, А.Н. Марчукова, Р.В. Дворянкина, В.В. Репяхова, С.Н. Глухова, И.М. Заикина, И.А. Бурдакова, И.А. Крома, С.Г. Иглина, Р.И. Токарева, В.А. Соколова, А.А. Пивоварова, Г.А. Коркина, А.А. Роговома, С.С. Пельменева, А.С. Москальского, В.О. Аршинова, А.А. Родионова, и др. за оказанную помощь в ходе выполнения работ.

Литература

- Ван В.М. 1989. Физико-географическая характеристика // Грибы, лишайники, водоросли и мохообразные Комсомольского заповедника. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 4–13.
- Жильцова Л.А., Леванидова И.М. 1984. Аннотированный каталог веснянок (Plecoptera) Советского Дальнего Востока // Биология пресных вод Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 18–45.
- Леванидов В.Я. 1969. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Известия ТИНРО. Т. 67. 242 с.
- Ресурсы поверхностных вод. 1970. Дальний Восток. Т. 18. Вып. 2. Нижний Амур. Ленинград: Гидрометеиздат. 591 с.
- Тесленко В.А. 2005. Отряд Веснянки – Plecoptera. Семейство Perlodidae. *Kogotus tiunovi* // Красная книга Приморского края. Животные. Владивосток: АВК Апельсин. С. 119–120.
- Тесленко В.А. 2019. К фауне веснянок (Plecoptera, Insecta) национального парка «Ануйский» // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 8. Владивосток: Дальнаука. С. 148–154.
- Тесленко В.А., Жильцова Л.А. 2009. Определитель веснянок (Insecta, Plecoptera) России и сопредельных стран. Имаго и личинки. Владивосток: Дальнаука. 382 с.
- Murányi D. 2011. The first record of a Far East stonefly (Plecoptera) from Central Asia // Illiesia. Vol. 7(23). P. 259–263. Available online: <http://www2.pms-lj.si/illiesia/Illiesia07-23.pdf>
- Murányi D., Hwang J.M. 2017. Four new species and further contributions to the Leuctridae (Plecoptera) of the Korean Peninsula // Zootaxa. V. 4282 (1). P. 43–61.
- Potikha E.V. 2015. A Taxonomic List of the Mayflies, Stoneflies and Caddisflies (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) of the Sikhote-Alin Biosphere Reserve // Achievements in the Life Sciences. V. 9. P. 22–31.

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА
ВРЕМЕННОГО РУЧЬЯ ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ
(ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)**

Т.М. Тиунова

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: tiunova@biosoil.ru*

Получены данные по видовому составу и структуре сообщества донных беспозвоночных временного ручья Южного Приморья в течение водного (апрель – июнь) и безводного (октябрь) периодов. В течение исследований было собрано 44 вида и таксонов более высокого систематического ранга. Наиболее многочисленной группой были насекомые, среди которых доминировали двукрылые семейства хирономиды (26 видов) и ручейники (4 вида). Поденки были представлены одним видом. Другие зарегистрированные группы включали два семейства и два вида водяных клещей одно семейство и два вида двустворчатых моллюсков. Ракообразные, олигохеты, нематоды, турбеллярии, личинки жуков и мокрецы до вида не идентифицировались. Наибольшее количество видов отмечено в апреле (36 таксонов), наименьшее в июне (21 таксон). В безводный период зарегистрировано восемь таксонов. Ряд видов встречается только во временных водотоках. Доминирующими группами на протяжении почти всего периода исследования были олигохеты и хирономиды. Показано, что изученное сообщество беспозвоночных адаптировано к относительно короткому (2,5–3 месяца) водному периоду. Некоторые таксоны противостоят засушливому периоду с покоящимися яйцами (поденка *Metreletus omelkoi* Tiunova) или коконами (олигохеты и хирономиды *Hydrobaenus majus* Makarchenko et Makarchenko и *H. distinctus* Makarchenko et Makarchenko).

**SPECIES COMPOSITION AND COMMUNITY STRUCTURE
OF TEMPORAL STREAM IN SOUTHERN PRIMORYE
(FAR EAST RUSSIA)**

T.M. Tiunova

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS,
159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: tiunova@biosoil.ru*

Data were obtained on the species composition and structure of the community of benthic invertebrates of a temporary stream in the Southern Primorye during the water (April – June) and waterless (October) periods. During the study period, 44 species and taxa of a higher systematic rank were collected. The most numerous group was insects. Among insects, Diptera of the family Chironomidae (26 species) and caddis flies (Trichoptera) (4 species) dominated. Mayflies (Ephemeroptera) were represented by single species. Other recorded groups included two families and two species of arachnids and one family and two species of bivalve Mollusks. Crustacea, Oligochaeta, Nematoda, Turbellaria, larvae of beetles (Coleoptera), biting midges (Ceratopogonidae), have not been identified. The largest number of species was recorded in April (36 taxa) and the smallest in June (21 taxa). During the dry period, only eight taxonomic groups were recorded. A number of species occurs only

in temporary streams. Others can inhabit both temporary and permanent streams. Dominant groups during almost the entire study were Oligochaeta and Chironomidae. It is shown that the studied invertebrate community is adapted to a relatively short (2,5–3 months) water period. Some taxa resist the dry season with resting eggs (mayfly *Metreletus omelkoi*) or cocoons (Oligochaeta and Chironomidae *Hydrobaenus majus* Makarchenko et Makarchenko and *H. distinctus* Makarchenko et Makarchenko).

В зависимости от постоянства потока водотоки можно разделить на кратковременные (Ephemeral), прерывистые (Intermittent) и многолетние (Perennial) (Hedman, Osterkamp, 1982; Uys, O’Keeffe, 1997; Svec et al., 2005; Wohl, 2017; Kaplan et al., 2019). Многолетние текут практически круглый год, прерывистые – в ответ на осадки и уровню грунтовых вод, кратковременные – только в ответ на осадки (Bain, Stevenson, 1999).

Водотоки, которые естественным образом периодически перестают течь, встречаются на всех континентах, и могут быть даже более распространены, чем реки и ручьи с постоянным течением. По консервативным оценкам, прерывистые водотоки (в том числе кратковременные, сезонные и эпизодические) составляют более 30% от общей длины и стока глобальной речной сети (Tooth, 2000). Например, в Австралии примерно 70% из 3,5 миллионов километров речных русел считаются прерывистыми (Sheldon et al., 2010). В Соединенных Штатах, Греции и Южной Африке более половины общей длины водотоков являются прерывистыми (Larned et al., 2010). Такой тип рек и ручьев обычен в Канаде (Buttle et al., 2012), Франции (Snelder et al., 2013), а большинство альпийских, арктических и антарктических рек имеют непостоянный характер.

Временные или прерывистые водоемы – это места обитания с сезонным циклическим режимом сухого и водного периодов (Williams, 1997; Bain, Stevenson, 1999; Leigh et al., 2016). Ежегодная засушливая фаза может составлять до 8 месяцев, обычно со второй половины лета и до весны. Объем воды во временных водах зависит от таяния снега, осадков и расхода грунтовых вод. Гидропериод является основным фактором, определяющим состав и структуру водных сообществ (Boix et al., 2001). Организмы, обитающие во временных водах, приспособлены к выживанию в условиях временной засухи, при этом ряд видов беспозвоночных встречаются исключительно в этих экосистемах (De Jong, Canton, 2013). У них развиваются морфологические адаптации и жизненные циклы, позволяющие выжить в засушливых условиях. Виды беспозвоночных во временных пресноводных водоемах демонстрируют быстрый рост, короткую продолжительность жизни и небольшие размеры (Williams, 1997). Временные водотоки поддерживают биологические сообщества, которые отличаются от сообществ многолетних ручьев, при этом, именно временные водотоки и водоемы имеют большое значение для сохранения ряда редких и исчезающих видов беспозвоночных (Collinson et al., 1995; Standen, 1999; Progar, Moldenke, 2002; Della Bella et al., 2005).

До настоящего время временные ручьи в России не привлекали внимания исследователей, поэтому данная работа представляет собой первую попытку показать уникальное видовое богатство и структуру сообщества беспозвоночных временного ручья в течение водного и безводного периодов.

Район исследования

Исследования проводились во временном ручье, протекающем вдоль дороги в селе Горнотаежное (Горно-Таежная станция ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН) и впадающем в речку Большой Кривой Ключ на западном склоне хребта

Пржевальского, в долине реки Комаровка. Длина временного ручья составляет около 200 м (Рис. 1). Село Горнотаежное расположено в 25 км к северу от города Уссурийск, Приморского края. Небольшая горная речка Большой Кривой Ключ имеет ширину долины в пределах 300 м. Сопки изрезаны распадком с большим количеством ключей. Территория Горно-таежной станции входит в Амуро-Уссурийский климатический район умеренной зоны, где наиболее резко выражены муссонные черты климата.

Метеорологический режим зимних месяцев обусловлен преобладанием северо-западных континентальных ветров, из-за чего зима для данных широт холодная и сухая. Режим летних месяцев определяется циклонической деятельностью, поэтому сюда часто поступает влажный воздух с юга. За июнь – сентябрь выпадает до 70–75% осадков от годовой нормы, среднегодовое количество осадков составляет 717 мм. Продолжительность зимнего периода около 5 месяцев (с начала ноября – по первые числа апреля). Зимы малоснежные, средняя мощность снегового покрова 30 см. Промерзание почвы глубокое – 100–150 см. Минимальная зимняя



Рис. 1. Временный ручей, протекающий вдоль дороги: А – январь, Б – апрель, В – май, Г – июнь

температура $-40,2^{\circ}\text{C}$, а максимальная летняя $+35,9^{\circ}\text{C}$; безморозный период длится 169 дней.

Материал и методы

Количественные и качественные пробы зообентоса отбирались в 2013 г. на двух участках ручья с апреля по июнь (15 и 28 апреля; 6, 16 и 27 мая и 7 июня). Одна проба взята 5 октября, когда вода в ручье отсутствовала. Дно ручья заболочено, много ила и остатков полусгнивших растений (Рис. 2). Глубина колебалась от пяти до 25 см. На каждом участке отобрано по две пробы с помощью стандартного штангового дночерпателя. Всего взято 14 проб. Материал фиксировали 4% раствором формальдигида, сортировали и идентифицировали в лаборатории. Температура воды ($^{\circ}\text{C}$), pH и электропроводность (ЕС) измерялись с помощью портативного профессионального оборудования YSI Multi-Plus в период отбора проб (Табл. 1).

Для характеристики структуры сообщества использована классификация Чельцова-Бебутова в модификации Леванидова (1977), согласно которой доминанты составляют 15% и более от общей плотности и биомассы, субдоминанты – от 5,0 до 14,9%, второстепенные виды от 1,0 до 4,9%, третьестепенные – менее 1,0%.

Результаты и обсуждение

За период исследований во временном ручье зарегистрировано 44 вида и таксонов более высокого систематического ранга (Табл. 2). Наиболее многочисленной группой были насекомые, среди которых доминировали двукрылые семейства хирономиды (26 видов) и ручейники (4 вида). Поденки были представлены единичным



Рис. 2. Биотопы временного ручья

Таблица 1

Гидрологические характеристики временного ручья в период исследования в 2013 году

Дата	Температура воды, $^{\circ}\text{C}$	pH	Электропроводность, См/м
15 апреля	0.3	7.0–7.8	95–122
28 апреля	2.1	7.2–7.8	71–72
6 мая	7.1	7.5–8.2	70–106
16 мая	11.0	6.7–6.8	62–67
27 мая	11.6	6.6–6.9	58–63
7 июня	12.4	7.0–7.8	—

Таблица 2

**Таксономический состав донной фауны временного ручья в водный (апрель – июнь)
и безводный (октябрь) периоды 2013 г.**

Таксон	15 апреля	28 апреля	6 мая	16 мая	27 мая	7 июня	5 октября
Bivalvia							
Сем. Pisidiidae							
<i>Kuiperipisidium khorensae</i> Izzatullaev & Starobogatov	+	+	–	–	+	+	+
<i>Kuiperipisidium</i> sp.	+	+	–	–	+	+	+
Oligochaeta	+	+	+	+	+	+	+
Nematoda	+	+	+	+	+	+	–
Turbellaria	+	+	+	+	+	+	–
Ostracoda	+	+	+	+	+	+	–
Copepoda	+	+	+	+	–	+	–
Сем. Gammaridae							
<i>Gammarus</i> sp.	+	+	–	–	+	+	+
Arachnida							
Сем. Halacaridae							
<i>Soldanellonyx chappuisi</i> Walter	+	+	–	–	–	+	–
Сем. Malaconothridae							
<i>Malaconothrus</i> sp.	–	–	–	–	–	+	–
Insecta							
Coleoptera	–	+	–	–	–	–	–
Diptera							
Сем. Ceratopogonidae	+	+	+	–	+	+	–
Сем. Chironomidae							
Подсем. Diamesinae							
<i>Lappodiamesa omelkoi</i> Makarchenko & Macarchenko	+	+	+	–	–	–	–
<i>Pagastia orientalis</i> Chernovskij	–	–	–	–	+	+	–
Подсем. Orthoclaadiinae							
<i>Diplocadius cultriger</i> Kieffer	+	+	+	–	–	–	–
<i>Corynoneura</i> sp.	+	+	+	–	–	–	–
<i>Hydrobaenus distinctus</i> Makarchenko & Macarchenko	+	+	+	+	+	+	–
<i>Hydrobaenus majus</i> Makarchenko & Macarchenko	–	–	+	+	+	+	+
<i>Hydrobaenus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>brehmi</i>	–	–	–	–	+	+	+
<i>Limnophyes</i> sp.	+	+	+	–	–	–	–
<i>Metriocnemus</i> sp.1	+	+	+	+	–	–	–
<i>Metriocnemus</i> sp.2	+	–	+	–	–	–	–
<i>Metriocnemus aprilis</i> Makarchenko & Macarchenko	–	+	–	–	–	–	–
<i>Orthocadius abiskoensis</i>	–	–	–	+	–	–	–
<i>Orthocadius lamellatus</i> Saether	–	+	+	+	–	–	–
<i>Orthocadius lapponicus</i> Goetghebuer	–	+	–	–	–	–	–
<i>Orthocadius</i> sp.	+	–	–	–	+	+	–
<i>Parachaetocadius</i> sp.	–	–	+	–	–	–	–
? <i>Pseudorthocadius</i> sp.	+	–	–	–	–	–	–
<i>Smittia</i> sp.	–	+	–	–	–	–	–
<i>Pseudosmittia</i> sp.	–	+	–	–	–	–	–

<i>Rheocricotopus</i> sp.	+	+	–	–	–	–	–
<i>Tvetenia vialis</i> Makarchenko & Makarchenko	+	+	+	+	–	–	–
Подсем. Chironominae							
<i>Polypedilum</i> gr. <i>convectum</i>	+	–	–	–	–	–	–
<i>Polypedilum</i> sp.	–	–	+	–	–	+	+
<i>Tanytarsini</i> indet.	+	–	–	–	+	–	–
Подсем. Tanypodinae	+	–	+	+	–	–	–
Другие Diptera	+	–	–	–	+	+	–
Ephemeroptera							
Сем. Ameletidae							
<i>Metreletus omelkoi</i> Tiunova	+	+	+	+	+	+	–
Trichoptera							
Сем. Limnephilidae	+	+	–		–	–	–
<i>Pseudostenophylax adlimitans</i> Martynov	+	+	–	–	–	–	–
<i>Pseudostenophylax amurensis</i> McLachlan	–	+	–	–	–	–	–
<i>Asynarchus amurensis</i>	–	–	–	+	+	+	–
Всего	29	29	21	15	18	21	8

видом. Другие зарегистрированные группы включали: два семейства и два вида водных клещей и одно семейство и два вида двустворчатых моллюсков семейства Pisidiidae. Ракообразные, олигохеты, нематоды, планарии, личинки жуков и мокрецы до вида не определялись.

Во влажный период наибольшее видовое богатство наблюдалось в апреле (36 таксонов), а наименьшее – в июне (21 таксон). В засушливый период зарегистрировано восемь таксонов, среди которых 4 вида хирономид (Табл. 2).

К наиболее интересным находкам временного ручья можно отнести подёнку *Metreletus omelkoi* Tiunova, которая является третьим представителем рода *Metreletus* Demoulin в мировой фауне (Tiunova, 2012). По классификации Клиффорда (Clifford, 1982) *M. omelkoi* имеет унивольтинный летний жизненный цикл (Тиунова, 2019). Зимует популяция в стадии яйца, отрождение происходит в конце марта – начале апреля, появление имаго – в начале лета. Таким образом, наиболее благоприятным периодом для роста и развития личинок *M. omelkoi* является период с апреля по июнь (Рис. 3). Скорость развития личинок в большей степени зависит от наличия и уровня воды в ручье, поскольку даже при высоком уровне температура воды не поднимается выше 15 °С. Так, к 15 июня 2013 г. только 10% личинок имели темные зачатки крыльев, в отличие от 4 июня 2011 г., когда почти все личинки были готовы к вылету, который начался в конце мая и продолжался до 11 июня. В 2013 г. вылет начался 19 июня, и многие особи не могли покинуть водоток, поскольку ручей пересох после 20 июня. Кроме того, зрелые личинки, собранные 4 июня 2011 г., были намного крупнее (Рис. 3А) личинок собранных 15 июня 2013 г. (Рис. 3Б), поскольку весна 2013 г. была поздней и засушливой, водный режим был неблагоприятным, что привело к быстрому обмелению и пересыханию ручья.

Подобный жизненный цикл отмечен и у второго представителя рода *Metreletus* – *M. balcanicus* (Ulmer). На востоке Украины этот вид имеет одно поколение в год и зимует в стадии яйца. Отрождение личинок начинается в марте, личинки среднего и позднего возраста отмечаются в середине апреля (Martynov, 2016). В других европейских странах (Польша и Чешская Республика) этот вид демонстрирует две разновидности унивольтинного жизненного цикла: зимовка только в стадии яиц

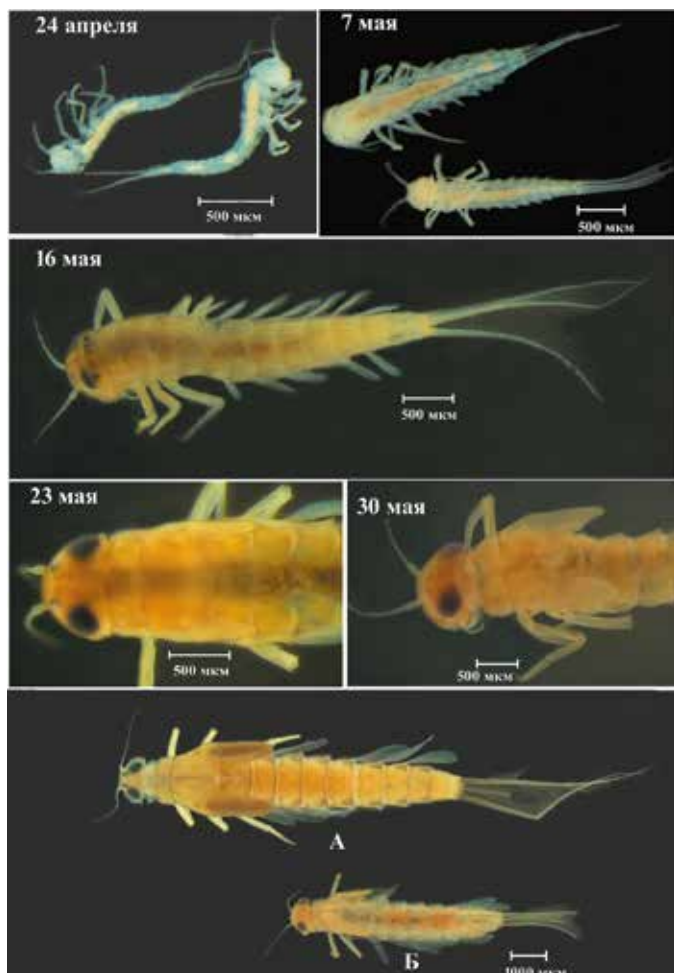


Рис. 3. Динамика развития личинок *Metreletus omelkoi* Тиунова в течение апреля – июня 2012

или зимовка в стадии яиц и личинок (Soldan, 1978; Jażdżewska, Wojcieszek, 1997; Soldan, Zahradkova, 2000).

Из временного ручья были описаны пять новых видов хирономид: *Lappodiamesa omelkoi* Makarchenko et Makarchenko, *Hydrobaenus majus* Makarchenko et Makarchenko, *H. distinctus* Makarchenko et Makarchenko, *Tvetenia vialis* Makarchenko et Makarchenko и *Metriocnemus aprilis* Makarchenko et Makarchenko.

Lappodiamesa omelkoi до настоящего времени известна только из временного ручья (Makarchenko, Makarchenko, 2013). Куколки и личинки собраны в детрите с песком на глубине 5–15 см. Личинки встречены в пробах с 15 апреля сразу после исчезновения льда в ручье (Табл. 2). Последние личинки зарегистрированы в пробах 6 мая. Первое имаго собрано 28 апреля. Таким образом, к середине мая *L. omelkoi* больше не встречается в водотоке.

Hydrobaenus majus собранный и описанный из временного ручья позднее был также обнаружен в ручье Головина (бассейн р. Уссури), Большехехцырского заповедника Хабаровского края (Makarchenko et al., 2015; Яворская и др., 2017). Куколки и первые взрослые особи в ручье зарегистрированы 6 мая, а к 7 июня отмечено всего несколько экземпляров личинок и большое количество коконов (Рис. 4А). Таким образом, к началу засушливого периода молодые отродившиеся личинки уходят в диапаузу.

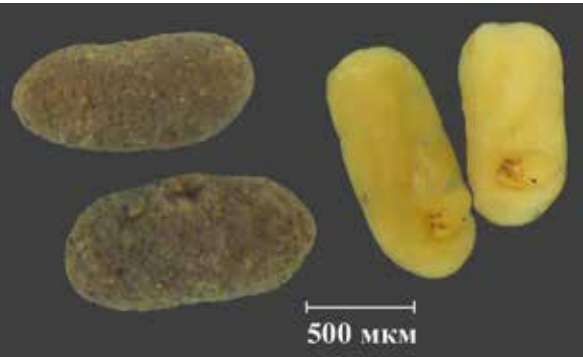


Рис. 4. Кокконы и личинки *Hydrobaenus majus* Makarchenko et Makarchenko, извлеченные из кокконов

Hydrobaenus distinctus – третий вид рода *Hydrobaenus*, собранный из временного ручья, помимо Приморья обнаружен в Мичуринском озере (Makarchenko, Makarchenko, 2014) и в Большехехцырском заповеднике Хабаровского края (Яворская и др., 2017).

Tvetenia vialis, ранее описанный из временного водотока (Макарченко, Макарченко, 2012), в 2017 г. был отмечен в Соснов-

ском ручье Большехехцырского заповедника (Яворская и др., 2017). Личинки регистрировались в пробах 15 апреля, а первые половозрелые куколки – 7 мая. К 7 июня в ручье зарегистрировано всего несколько особей этого вида (табл. 2).

Metriocnemus aprilis до настоящего времени известен только из типового место обитания (Макарченко, Макарченко, 2020).

Разнообразие и численность исследованных видов хирономид в весенне-летний период временного ручья зависит от их жизненных циклов. В водный период максимум видов отмечен в апреле, минимум – в конце мая (Табл. 2). Изученное сообщество хирономид временного ручья оказалось приспособленным к относительно короткому (2,5–3 мес.) периоду воды (Tiunova, Makarchenko, 2020).

Еще один интересный вид – двустворчатый моллюск *Kuiperipisidium khorensae* Izzatulaev et Starobogatov – обитатель родников и малых рек вблизи выхода подземных вод. Редкий вид, известный из бассейна р. Уссури, является индикатором чистых вод (Прозорова, 2013).

Доминирующими группами на протяжении почти всего периода исследования были олигохеты и хирономиды (Табл. 3). Средние количественные показатели численности и биомассы олигохет достигали 47,5% и 58,8% в водный и 42,4%

Таблица 3

Сезонная динамика численности (N, экз/м²) и биомассы (B, г/м²) зообентоса временного ручья в 2013 г. (в %)

Таксон	15 апреля	28 апреля	6 мая	16 мая	27 мая	7 июня	5 октября
	N/B	N/B	N/B	N/B	N/B	N/B	N/B
Bivalvia	4/2,1	0,7/0,2	0,4/0,3	0,7/5,7	7,4/6,1	5,2/5,6	-
Oligochaeta	36,1/47,3	29,5/44,0	42,5/84,5	68,4/80,4	72,6/58	36/38,4	42,4/18,2
Nematoda	4/0,01	5,1/0,1	5,5/0,3	5,0/0,2	4,1/0,1	6,8/0,02	-
Turbellaria	0,1/0,3	0,2/0,01	0,4/0,8	0,5/0,05	2,2/0,8	0,3/0,5	-
Gammaridae	0,7/11,7	0,6/13,3	-/-	-/-	3,1/21,9	6,5/26,3	0,6/2,2
Coleoptera	-/-	0,2/11,2	-/-	-/-	-/-	-/-	-
Ceratopogonidae	0,8/0,1	0,2/0,01	0,4/0,01	-/-	0,5/0,1	-/-	-
Chironomidae	51,8/10,3	61,3/10,3	49,6/14	23,5/10,3	7,9/0,1	41,4/9,7	56,9/79,5
Ephemeroptera	0,5/0,1	1,2/2,8	1,1/0,1	1,2/0,2	0,5/0,5	3,3/10,6	-
Trichoptera	1,3/27,5	0,8/18,1	-/-	0,7/	0,5/12,2	0,4/8,7	-
Other Diptera	0,6/07	0,2/0,03	-/-	-/3,2	2,1/0,02	-/-	-
Всего	24 932/ 25,81	37 141/ 32,72	32 464/ 28,72	14 925/ 20,83	14 864/ 33,23	25 606/ 38,02	43785/ 109,78

и 18,2% в безводный периоды. Хируномиды составляли 39,3% и 9,1% и 56,9% и 87,3%, соответственно. При наличии воды самые высокие показатели численности беспозвоночных наблюдались 28 апреля, самые низкие отмечены 27 мая. Некоторые группы беспозвоночных были многочисленны, но имели относительно низкую биомассу, в то время как другие наоборот. Так, гаммариды в период исследований составляли от 11,7 до 26,3% биомассы, при этом их численность варьировала от 0,6 до 6,5% (табл. 3). Двустворчатые моллюски достигли максимальной численности и биомассы в конце мая – начале июня. Нематоды на протяжении всего периода исследования демонстрировали относительно постоянную биомассу и численность (табл. 3).

В сообществе хируномид в апреле доминировали *H. distinctus*, *H. majus* и *T. vialis* (Tiunova, Makarchenko, 2020). В первой половине мая продолжали доминировать личинки *H. distinctus*, а также *Orthocladus lamellatus* Sæther. Личинки *T. vialis* преобладали только в начале мая, а в конце месяца представляли категорию второстепенных видов. К 27 мая и 7 июня в пробах отмечено большое количество коконов, принадлежащих *Hydrobaenus* sp. и *H. majus*, а также личинки и коконы *Eukiefferiella* gr. *brehmi* (табл. 3). В безводный период в бентосе зарегистрированы коконы четырех видов хируномид (Рис. 4), среди которых с высокой степенью преобладания доминировали *Hydrobaenus* sp. и *H. majus*.

Заключение

Жизненный цикл определяет периоды роста и сроки размножения насекомых, которые тесно связаны с адаптивными стратегиями развития (сукцессии) сообществ (Голубков, 2000). Унивольтинный летний жизненный цикл с синхронным развитием представляет собой адаптацию к жизни в биотопах с относительно постоянными условиями среды в период развития личинок. Виды с таким типом жизненного цикла демонстрируют эмбриональную диапаузу в засушливый период с покоящимися яйцами (поценка *M. omelkoi*) или коконами (хируномиды *H. majus*, *H. distinctus* и *Eukiefferiella* gr. *brehmi*). Кроме того, синхронизация развития и вылета имаго (Рис. 5) может снизить смертность насекомых. Таким образом, рост и размножение насекомых происходит в относительно короткие сроки и в наиболее



Рис. 5. Массовый вылет имаго *Metreletus omelkoi* Tiunova в июне 2011 г.

благоприятный период года. В остальное время года виды не участвуют в функционировании сообщества.

Несмотря на непостоянный водный период и небольшую протяженность, временные водотоки имеют большое значение для сохранения ряда редких видов беспозвоночных. В составе фауны временных водных экосистем представлены виды, связанные как с постоянной средой обитания, так и виды, которые адаптированы исключительно к засушливому периоду. В нашем исследовании это поденка *M. ometkoi*, а также хирономиды *L. ometkoi* и *M. aprilis*, населяющие только временные ручьи. Другие беспозвоночные, такие как хирономиды *H. majus* и *H. distinctus*, моллюски *K. khorensis* населяют и временные, и постоянные водотоки.

Доминирующими группами на протяжении почти всего периода исследования были олигохеты и хирономиды. В сообществе хирономид по численности преобладали *H. majus*, *H. distinctus*, *Hydrobaenus* sp., *O. lamellatus*, и *T. vialis*.

Благодарности

Автор благодарит сотрудников ФНЦ биоразнообразия Восточной Азии ДВО РАН за помощь при определении материала: Макаренченко М.А. (хирономиды), Л.А. Прозорову (моллюски), Т.С. Вшивкову (ручейники) и К.А. Семенченко (водяные клещи).

Литература

- Голубков С.М. 2000. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых // Труды Зоологического института РАН. Т. 284. 294 с.
- Леванидов В.Я. 1977. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Владивосток: ДВНЦ АН СССР. Т. 45 (148). С. 126–159.
- Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А. 2012. Ревизия *Tvetenia* Kieffer (Diptera, Chironomidae, Orthocladiinae) с Российского Дальнего Востока и сопредельных территорий // Евразийский энтомологический журнал. Т. 11. С. 137–152.
- Прозорова Л.А. 2013. Пресноводные моллюски бассейна Нижнего Амура и Приморья. Видовое разнообразие, ключи родов и семейств, редкие виды. Lap Lambert Academic Publishing. 59 p.
- Яворская Н.М., Макаренченко М.А., Орел О.В., Макаренченко Е.А. 2017. Фауна комаров-звонцов (Diptera, Chironomidae) природного заповедника «Большехехирский» (Хабаровский край) // Евразийский энтомологический журнал. Т. 16. № 2. С. 180–191.
- Bain M.B., Stevenson N.J. (eds). 1999. Aquatic habitat assessment: common methods. Bethesda (MD): American Fisheries Society. 224 p.
- Boix D., Sala J., Moreno-Amichi R. 2001. The faunal composition of Espolla pond (NE Iberian Peninsula): the neglected biodiversity of temporary waters // Wetlands. V. 21. P. 577–592.
- Buttle J.M., Boon S., Peters D.L., Spence C., van Meerveld H.J., Whitfield P.H. 2012. An overview of temporary stream hydrology in Canada // Canadian Water Resources Journal. V. 37. P. 279–310.
- Clifford H.F. 1982. Life cycles of mayflies (Ephemeroptera), with special reference to voltinism // Quaestiones Entomologicae. V. 18. P. 15–90.
- Collinson N.H., Biggs J., Corfield A., Hodson M.J., Walker D., Whitfield M., Williams P.J. 1995. Temporary and permanent ponds: an assessment of the effects of drying out on the conservation value of aquatic macroinvertebrate communities // Biological Conservation. V. 74. P. 125–133.
- Della Bella V., Bazzanti M., Chiarotti F. 2005. Macroinvertebrate diversity and conservation status of Mediterranean ponds in Italy: water permanence and mesohabitat influence Aquatic Conservation // Marine and Freshwater Ecosystems. V. 15. P. 583–600.
- De Jong G., Canton S.P. 2013. Presence of long-lived invertebrate taxa and hydrologic permanence // Journal of Freshwater Ecology. V. 28. N. 2. P. 277–282.
- Hedman, E.R. and Osterkamp, W.R. 1982. Stream flow characteristics related to channel geometry of streams in Western United States, U.S.G.S. Water-Supply Paper 2193, Washington.
- Jążdżewska T., Wojcieszek A. 1997. *Metreletus balcanicus* (Ulmer, 1920) (Ephemeroptera) in Poland with notes on its ecology and biology // Polskie Pismo Entomologiczne. V. 66. P. 9–16.

- Kaplan N.H., Sohr E., Blume T., Weiler M. 2019.** Monitoring ephemeral, intermittent and perennial stream flow: a dataset from 182 sites in the Attert catchment, Luxembourg Earth Syst // Scientific Data. V. 11 P. 1363–1374.
- Larned S.T., Datry T., Arscott D.B., Tockner K. 2010.** Emerging concepts in temporary-river ecology // Freshwater Biology. V. 5. P. 717–738.
- Leigh C., Boulton A.J., Courtwright J.L., Fritz K., May C.L., Walker R.H., Datry T. 2016.** Ecological research and management of intermittent rivers: an historical review and future directions // Freshwater Biology. V. 61. P. 1181–1199.
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A. 2013.** A new species of *Lappodiamesa* Serra-Tosio (Diptera: Chironomidae: Diamesinae) from the Russian Far East, with a key to known species of the genus // Zootaxa. V. 3709. P. 591–596.
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A. 2014.** On taxonomy of *Hydrobaenus* Fries, 1830 (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae) from the Russian Far East, with a key to species // Zootaxa. V. 3760. P. 429–438.
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A., Semchenko A.A. 2015.** Morphological description and DNA barcoding of *Hydrobaenus majus* sp. nov. (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae) from the Russian Far East // Zootaxa. V. 4000. P. 287–293.
- Martynov A.V. 2016.** The life cycles of mayflies (Insecta: Ephemeroptera) of the Eastern Ukraine. Second report // Proceedings of the National Museum of Natural History. V. 14. P. 86–94.
- Progar R.A., Moldenke A.R. 2002.** Insect production from temporary and perennially flowing headwater streams in western Oregon // Journal of Freshwater Ecology. V. 17. P. 391–407.
- Sheldon F., Bunn S.E., Hughes J.M., Arthington A.H., Balcombe S.R., Fellows C.S. 2010.** Ecological roles and threats to aquatic refugia in arid landscapes: Dryland river waterholes // Marine and Freshwater Research. V. 61. P. 885–895.
- Snelder T.H., Datry T., Lamouroux N., Larned S.T., Sauquet E., Pella H., Catalogne C. 2013.** Regionalization of patterns of flow intermittence from gauging station records // Hydrological Earth System Sciences. V. 17. P. 2685–2699.
- Soldan T. 1978.** Mayflies (Ephemeroptera) new to the fauna of Czechoslovakia found in 1972–1977 // Acta Entomologica Bohemoslovaca. V. 75. P. 319–329.
- Soldan T., Zahradkova S. 2000.** Ephemeroptera of the Czech Republic. Atlas of Distribution. Masaryk University, Brno. 401 p.
- Standen V. 1999.** Quantifying macroinvertebrate taxon richness and abundance in open and forested pool complexes in the Sutherland Flows // Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. V. 9. P. 209–217.
- Svec J.R., Kolka R.K., Stringer J.W. 2005.** Defining perennial, intermittent, and ephemeral channels in Eastern Kentucky: Application to forestry best management practices // Forest Ecology and Management. V. 214. P. 170–182.
- Tiunova T.M. 2012.** A new species of *Metreletus* Demoulin, 1951 from the far eastern region of Russia (Ephemeroptera: Ameletidae) // Zootaxa. V. 3349. P. 31–39.
- Tiunova T.M. 2019.** Life cycle and growth of *Metreletus omelkoi* Tiunova, 2010 (Ephemeroptera: Ameletidae) in a temporary stream in Primorsky krai, Russia // Far Eastern Entomologist. N. 388. P. 23–32.
- Tiunova T.M., Makarchenko E.A. 2020.** Chironomid community (Diptera: Chironomidae) of temporary stream of Southern Primorye, Russian Far East // Far Eastern Entomologist. N414. P. 1–10.
- Tooth S. 2000.** Process, form and change in dryland rivers: A review of recent research // Earth-Science Reviews. V. 5. P. 67–107.
- Uys M.C., O'Keeffe, J.H. 1997.** Simple Words and Fuzzy Zones: Early Directions for Temporary River Research in South Africa, Environ // Manage. V. 21. P. 517–531.
- Williams D.D. 1997.** Temporary ponds and their invertebrate communities // Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. V. 7. P. 105–117.
- Williams D.D. 2006.** The biology of temporary waters. Oxford: Oxford University Press. 337 p.
- Wohl E. 2017.** The significance of small streams // Frontiers Earth Science. V. 11. 447–456.

**ПОЯВЛЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ
ГИДРОБИОНТОВ В ВОДОЁМАХ КАМЧАТКИ
В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКОВ**

А.М. Токранов

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
ул. Партизанская, 6, г. Петропавловск-Камчатский, 683000, Россия. E-mail: tok_50@mail.ru*

Обобщена информация о появлении на Камчатке в конце XX – начале XXI веков и современном распространении в водоёмах полуострова трёх новых видов гидробионтов – сибирского усатого гольца *Barbatula toni*, озёрной *Pelophylax ridibundus* и травяной *Rana temporaria* лягушек.

**APPEARANCE AND DISTRIBUTION OF NEW SPECIES
OF THE HYDROBIONTS IN THE WATER BODIES OF KAMCHATKA
IN THE END OF THE 20th AND THE EARLY OF 21st CENTURIES**

A.M. Tokranov

*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
6 Partizanskaya St., Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia. E-mail: tok_50@mail.ru*

All available information on appearance in Kamchatka in the end of the 20th and the early of 21st centuries and modern distribution in the water bodies of Peninsula of the three new species of hydrobionts – Siberian stone loach *Barbatula toni*, marsh frog *Pelophylax ridibundus* and brown frog *Rana temporaria* is summarized.

Введение

Несмотря на то, что Камчатка сегодня всё ещё остаётся одним из немногих крупных регионов в мире, где в высокой степени сохранилась первичная природная структура ландшафтов и экосистем, в связи с возрастающим в последние десятилетия антропогенным воздействием, в конце XX – начале XXI веков во внутренних водоёмах полуострова появились три новых вида гидробионтов – сибирский усатый голец *Barbatula toni* (Шейко, Федоров, 2000; Токранов, 2001, 2004, 2005, 2006, 2013; Бугаев и др., 2007; Токранов, Бонк, 2015), озёрная *Pelophylax ridibundus* (Шейко, Никаноров, 2000; Бухалова, Велигура, 2007; Есина, 2008; Кузьмин, 2012; Белоусова, 2013; Токранов, 2013, 2015; Ляпков, 2014а, б) и травяная *Rana temporaria* (Ляпков, 2016, 2018, 2020) лягушки.

Чужеродные представители ихтиофауны начали появляться на полуострове ещё с 30-х годов прошлого века. Первым в водоёмы Камчатки (расположенные, главным образом, в бассейне одноимённой реки) из небольших пойменных озёр в устье реки Седанки (Приморье) был интродуцирован серебряный карась *Carassias auratus gibelio* (Кузнецов, 1931), который уже к середине 1950-х годов достиг промысловой

численности и стал объектом местного промысла (Лагунов, 1939; Куренков, 1954, 1958, 1970; Куренков, Моисеев, 1977; Шейко, Федоров, 2000; Бугаев и др., 2006, 2007; Токранов, 2008, 2013). Но попытки заселения карасём мелких озёр в рыбохозяйственном отношении оказались неудачными (Андреева, 1955; Куренков, 1958). И хотя в настоящее время карась встречается практически повсеместно в бассейне реки Камчатка и её крупных притоках, начиная от предгорий до приустьевой зоны, нигде, кроме хорошо прогреваемых и кормных озёр, расположенных у северного подножия Ключевского вулканического массива (в низовьях и среднем течении реки Камчатки), он не достиг промысловой численности. Однако сам факт заселения этим представителем ихтиофауны водоёмов полуострова сегодня считается примером удачной акклиматизации вида в экосистеме лососёвой реки, где он занял свободную экологическую нишу и не вступает в конкурентные отношения с аборигенными видами рыб.

Вторым на полуостров завезли амурского сазана *Cyprinus rubrofasciatus* (Куренков, 1958, 1970; Куренков, Моисеев, 1977; Шейко, Федоров, 2000; Бугаев и др., 2006, 2007; Токранов, 2008, 2013). В период с 1955 по 1970 гг. Камчатрыбводоом из бассейна р. Амур на полуостров было доставлено в общей сложности более 300 тыс. сеголеток сазана, которых выпустили, главным образом, в среднем течении р. Камчатки в оз. Харчинском в районе пос. Ключи. В дальнейшем численность сазана начала постепенно возрастать, а область распространения расширяться. Сегодня можно констатировать, что сазан также прижился на Камчатке, хотя уловы данного представителя карповых рыб оказались не столь велики как карася (Бугаев и др., 2006, 2007).

Почти одновременно с вселением амурского сазана, в 1958–1960 гг. была предпринята неудачная попытка интродукции на Камчатке такого типично пресноводного представителя осетровых рыб как обская стерлядь *Acipenser ruthenus marsiglii* (Куренков, 1958; 1970, 1977; Шейко, Федоров, 2000; Токранов, 2004, 2008, 2013; Бугаев и др., 2007). По мнению специалистов, наиболее вероятная причина неудачи – недостаточная численность посадочного материала (всего около 15 тыс. личинок) для такого обширного водного бассейна (Куренков, 1977; Шейко, Федоров, 2000).

Однако, помимо целенаправленной интродукции рыб, имеющих промысловое значение, не избежали водоёмы Камчатки и случайного вселения чужеродных видов гидробионтов. Наиболее известными, а, скорее всего, просто достаточно крупными и потому чаще других попадающимися на глаза, среди них сегодня являются сибирский усатый голец, озёрная и травяная лягушки (Кузьмин, 2012; Токранов, 2013; Ляпков, 2016). Обобщение имеющейся на сегодняшний день информации позволяет проанализировать хронологию появления в конце XX – начале XXI веков и современное распространение этих гидробионтов в водоёмах Камчатского края.

Результаты и обсуждение

Сибирский усатый голец (рис. 1) впервые был обнаружен в р. Камчатке вблизи пос. Ключи в конце прошлого столетия (Токранов, 2001). Однако, по устному сообщению местных жителей, похожую на него рыбу в 1998–1999 гг. ещё несколько раз вылавливали как в самой реке Камчатке в окрестностях пос. Ключи, так и в одном из её близко расположенных крупных притоков р. Еловке. После того, как в августе 2002 г. в находящемся сравнительно недалеко от пос. Ключи пойменном озере Куражечном в мальковый невод попало сразу более десятка экземпляров



Рис. 1. Крупные особи сибирского усатого гольца из пойменных озёр среднего течения р. Камчатка (фото автора)

этого гольца размером от 7 до 13 см (Токранов, 2005, 2006), стало окончательно ясно, что в водоёмах Камчатки появился новый представитель пресноводных рыб, который попал сюда, вероятнее всего, в процессе акклиматизации амурского сазана.

В дальнейшем сибирский усатый голец начал активно расселяться в бассейне р. Камчатки, и потому сегодня его можно встретить в пойменных озёрах почти на 200 км выше (район пос. Долиновка и устья р. Кирганик) и более чем на 50 км ниже (протока в оз. Азабачье и прилегающие к ней участки самого озера) по течению от пос. Ключи (рис. 2). Учитывая стабильное воспроизводство усатого гольца, в ближайшие годы вполне вероятно ожидать увеличения его численности, дальнейшего распространения в бассейне р. Камчатки и проникновения в близлежащие речные системы полуострова.

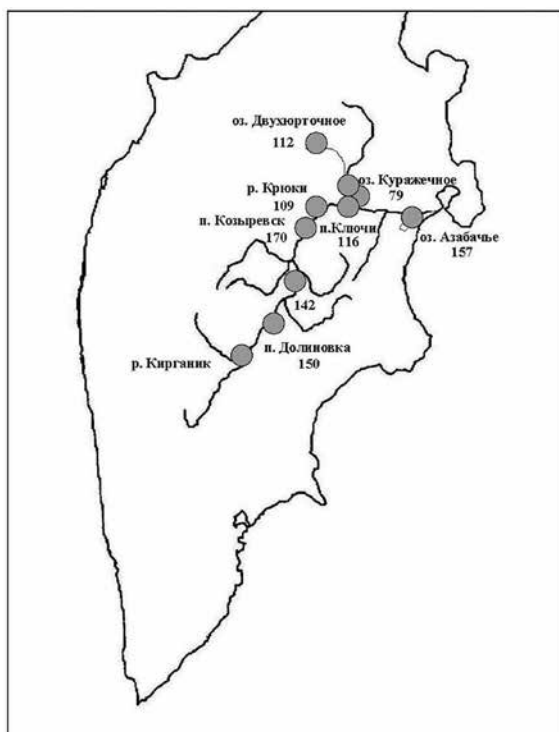


Рис. 2. Современное распространение сибирского усатого гольца в бассейне р. Камчатка (кружками отмечены места поймок его особей, цифрами – их средние размеры, мм)

Другой вселенец – озёрная лягушка (рис. 3), традиционно населяла обширную территорию от Франции на западе до Восточного Казахстана и от Памира на юге до побережья Балтийского моря на севере. Однако в результате преднамеренного или случайного переноса её особей за пределы естественного ареала с начала XX века она стала активно расселяться на восток (Кузьмин, 2012). Согласно имеющимся данным, в течение прошлого века эту лягушку неоднократно привозили из европейской части России на Камчатку и выпускали в водоёмы вблизи Петропавловска-Камчатского (Шейко, Никаноров, 2000; Кузьмин, 2012; Токранов, 2013). Но из-за достаточно суровых климатических условий она долгое время не могла прижиться. В конце концов, какой-то части лягушек в 1990-е годы всё-таки удалось выжить на

участке расположенного в черте Петропавловска-Камчатского Халактырского озера, куда поступают тёплые воды с ТЭЦ-2. В настоящее время озёрная лягушка здесь достигает довольно высокой численности, размножается и успешно зимует (Белоусова, 2013; Токранов, 2013; Ляпков, 2014а). Очевидно, более высокие температуры воды в этом водоёме позволили озёрным лягушкам приспособиться к местным условиям и образовать к началу XXI века на Камчатке первую самую восточную популяцию данного вида.

В дальнейшем озёрная лягушка с помощью человека стала постепенно расселяться по территории Камчатки. Сегодня её можно встретить не только в Халактырском озере и связанных с ним ручьях и речках (Белоусова, 2013). В 2005 г. она впервые была обнаружена в Паратунской долине (Бухалова, Велигура, 2007), где в настоящее время живёт и успешно размножается даже в зимние месяцы в небольших проточных водоёмах с термальной водой, температура которой составляет 26–35 °С. Согласно имеющимся данным (Ляпков, 2014а, б), самовоспроизводящиеся группировки озёрной лягушки в последние годы обнаружены в водоёмах у посёлков Малки, Эссо и Анавгай, а также зарегистрированы в одном из небольших озёр в районе Мутновской ГеоТЭС на высоте около 800 м н.у.м. (рис. 4). Несомненно, что в настоящее время расселение лягушек по территории Камчатского края происходит только благодаря человеку. Однако, при увеличении численности этих земноводных, в дальнейшем не исключено их самостоятельное распространение.

В 2015 г. стало достоверно известно о появлении на Камчатке ещё одного представителя земноводных – травяной лягушки, 150 неполовозрелых особей которой весной 2005 г. было завезено из Московской области на частную базу для охоты и рыбалки, расположенную в южной части полуострова в среднем течение р. Голыгиной (рис. 5) в месте выхода термальных источников, обеспечивающих слабый подогрев мелких пойменных водоёмов (Ляпков, 2016). Через год после появления на Камчатке небольшая часть привезённых особей травяной лягушки достигла половой зрелости и приступила к размножению в подогреваемой термальными водами луже, а к 2010 г. её кладки были отмечены уже во многих водоёмах вблизи базы. В 2015 г. численность только самок травяной лягушки в среднем



Рис. 3. Самец (вверху) и самка (внизу) озёрной лягушки из проточных водоёмов с термальной водой в долине р. Паратунка (фото В.Е. Кириченко)



Рис. 4. Известные в настоящее время места нахождения самовоспроизводящихся группировок озёрной лягушки в водоёмах Камчатского края: 1 – Халактырское озеро, 2 – водоёмы долины р. Паратунка, 3 – водоёмы у пос. Малки, 4 – водоёмы у пос. Эссо, 5 – водоёмы у пос. Анавгай, 6 – озеро в районе Мутновской ГеоТЭС



Рис. 5. Единственное в настоящее время место обитания травяной лягушки (отмечено кружком) в мелких пойменных водоёмах среднего течения р. Гольгиной (Южная Камчатка)

течении р. Гольгиной составляла свыше 2,6 тыс. экз. (Ляпков, 2016). Столь успешная интродукция этой лягушки за счёт разового выпуска небольшого количества особей выявлена впервые и, по всей вероятности, связана с наличием подогреваемого водоёма, облегчившего «первопоселенцам» переход к более суровым условиям обитания. И хотя сегодня, это единственное местообитание данного вида на Камчатке, при увеличении численности в дальнейшем, вполне возможно, его самостоятельное распространение в бассейне р. Гольгиной, а также расселение с помощью человека в другие водоёмы полуострова.

Заключение

Анализ полученных данных о появлении в последние два–три десятилетия и распространении на территории Камчатского края таких чужеродных видов гидробионтов как лягушки (озёрная и травяная) или сибирский усатый голец заставляет задуматься об усилении санитарно-карантинного контроля за специальным или случайным завозом сюда новых представителей животного и растительного мира. Ведь вместе с вселенцами, нередко являющимися хищниками или пищевыми конкурентами коренных обитателей, в лососёвые водоёмы полуострова могут быть занесены паразитарные и инфекционные заболевания, которых ранее здесь никогда не отмечали. К огромному сожалению, специальных исследований по оценке проникновения на Камчатку чужеродных гидробионтов в настоящее время не ведётся. Нет точных сведений о фактическом распространении и современной численности в водоёмах полуострова сибирского усатого голца, вся имеющаяся на сегодняшний день информация о котором получена, как правило, в результате его случайных поимок.

Литература

- Андреева М.А. 1955. Расселение карповых рыб на Камчатке // Рыбное хозяйство. № 10. С. 32–34.
- Белоусова И.Н. 2013. Видовой состав и особенности экологии бесхвостых земноводных на Камчатке // Материалы 1-й Всероссийской научно-практической конференции «Экология Камчатки и устойчивое развитие региона» (Петропавловск-Камчатский, 22–23 октября 2012 г.). Петропавловск-Камчатский: КамГУ им. Витуса Беринга. С. 24–32.
- Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Базаркин Г.В., Введенская Т.Л., Травина Т.Н. 2006. Серебряный карась *Carassius auratus* и амурский сазан *Cyprinus carpio* бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады VI научной конференции. Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс». С. 22–42.
- Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. 2007. Рыбы реки Камчатка / Под ред. д.б.н. В.Ф. Бугаева. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. 459 с.: 16 отд.л. цв. ил.
- Бухалова Р.В., Велигура Е.М. 2007. лягушка озерная *Rana ridibunda* (Pallas, 1771) в Паратунской долине (юго-восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады VII международной научной конференции, посвященной 25-летию организации Камчатского отдела Института биологии моря. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 51–58.
- Есина В.П. 2008. Экология бесхвостых земноводных на Камчатке // Экология и заповедное дело: сб. научных статей по материалам межведомственной научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский: Камчатский филиал АНО ВПО ЦС РФ «РУК». С. 69–76.
- Кузьмин С.Л. 2012. Земноводные бывшего СССР / издание второе, переработанное. М.: Товарищество научных изданий КМК. 370 с., 70 цв. ил.
- Кузнецов И.И. 1931. Опыты акклиматизации карасей на Камчатке и красной на Амуре // Рыбное хозяйство Дальнего Востока. № 1–2. С. 49–53.
- Куренков И.И. 1954. Результаты акклиматизации карася в водоемах Камчатки // Труды совещания по проблемам акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных. М.: Изд-во АН СССР. С. 130–134.
- Куренков И.И. 1958. Акклиматизация новых рыб на Камчатке // Техничко-экономический бюллетень Камчатского совнархоза. № 6. С. 23–25.
- Куренков И.И. 1970. Некоторые пути реконструкции пресноводной ихтиофауны Камчатки // Материалы совещания по развитию производительных сил Камчатской области до 1980 г. Секция рыбного хозяйства. Петропавловск-Камчатский: УРП Камчатской области. С. 72–74.
- Куренков И.И. 1977. К акклиматизации стерляди на Камчатке // Вопросы географии Камчатки. Вып. 7. С. 50–52.
- Куренков И.И., Моисеев П.А. 1977. Опыт акклиматизации карповых рыб в лососевых водоемах (Камчатка) // Симпозиум по реакции водных экосистем на вселение новых видов: Тезисы докладов. М.: ВНИРО. С. 66–67.
- Лагунов И.И. 1939. Акклиматизация карасей на Камчатке // Рыбное хозяйство. № 3. С. 26.
- Ляпков С.М. 2014а. Озерная лягушка *Pelophylax ridibundus* на Камчатке: распространение, местообитания и особенности структуры популяции // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тезисы докладов XV между. науч. конф., посвященной 80-летию со дня основания Кроноцкого государственного биосферного природного заповедника (Петропавловск-Камчатский, 18–19 ноября 2014). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 62–66.
- Ляпков С.М. 2014б. Озерная лягушка (*Pelophylax ridibundus*) в термальных водоемах Камчатки // Зоологический журнал. Т. 93. Вып. 12. С. 1427–1432.
- Ляпков С.М. 2016. Травяная лягушка (*Rana temporaria*) на Камчатке: формирование первой популяции // Современная герпетология. Т. 16. № 3/4. С. 123–128.
- Ляпков С.М. 2018. Первая популяция травяной лягушки (*Rana temporaria*) на Камчатке: возрастной состав и особенности постметаморфозного роста // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XIX международной научной конференции, посвященной 70-летию члена-корреспондента РАН И.А. Черешнева (Петропавловск-Камчатский, 14–15 ноября 2018 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 101–104.
- Ляпков С.М. 2020. Первая популяция травяной лягушки *Rana temporaria* на Камчатке: межводоемная изменчивость размеров метаморфов и сроки их выхода на сушу и особенности постметаморфозного роста // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XXI международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня рождения одного из организаторов современной гидробиологической науки на Камчатке, д.б.н. В.В. Ошуркова

- (Петропавловск-Камчатский, 18–19 ноября 2020 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 93–97.
- Токранов А.М. 2001.** Нахождение сибирского усатого гольца *Barbatula toni* (Balitoridae) на Камчатке // Вопросы ихтиологии. Т. 41. № 2. С. 268–269.
- Токранов А.М. 2004.** Аклиматизация рыб на Камчатке в XX в. // Материалы XXI Крашенинниковских чтений «Камчатка: прошлое и настоящее». Петропавловск-Камчатский: Камчатская областная научная библиотека. С. 213–218.
- Токранов А.М. 2005.** Становление популяции сибирского усатого гольца *Barbatula toni* (Balitoridae) в бассейне р. Камчатка // Доклады V научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс». С. 123–127.
- Токранов А.М. 2006.** Распространение и некоторые черты биологии сибирского усатого гольца *Barbatula toni* (Balitoridae) в бассейне реки Камчатка // Вопросы ихтиологии. Т. 46, № 6. С. 760–765.
- Токранов А.М. 2008.** Осетровая летопись Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады VIII международной научной конференции, посвященной 275-летию с начала Второй Камчатской экспедиции (1732–1733 гг.). Петропавловск-Камчатский: изд-во «Камчатпресс». С. 255–260.
- Токранов А.М. 2013.** Чужеродные виды гидробионтов в фауне Камчатки // Материалы 1-й Всероссийской научно-практической конференции «Экология Камчатки и устойчивое развитие региона» (Петропавловск-Камчатский, 22–23 октября 2012 г.). Петропавловск-Камчатский: КамГУ им. Витуса Беринга. С. 114–124.
- Токранов А.М. 2015.** Рыбы и земноводные Быстринского природного парка // Растительный и животный мир Быстринского природного парка (центральная Камчатка). Петропавловск-Камчатский: изд-во КамГУ им. Витуса Беринга. С. 197–201.
- Токранов А.М., Бонк А.А. 2015.** Сибирский усатый голец *Barbatula toni* в бассейне р. Камчатки // Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоёмов: Сборник материалов Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения И.И. Куренкова (Петропавловск-Камчатский, 7–9 октября 2015 г.) (Электронный ресурс). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 119–123.
- Шейко Б.А., Федоров В.В. 2000.** Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holocerphali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. С. 7–69.
- Шейко Б.А., Никаноров А.П. 2000.** Класс Amphibia – Земноводные. Класс Reptilia – Пресмыкающиеся // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. С. 70–72.

**ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЗООБЕНТОСА Р. ДУКЧА (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)
И ЕЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ С НЕКОТОРЫМИ АБИОТИЧЕСКИМИ
И БИОТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ СРЕДЫ**

Е.В. Хаменкова¹, А.Б. Крашенинников^{1,2}, Д.А. Кондакова¹

¹*Институт биологических проблем Севера ДВО РАН,
ул. Портовая, 18, г. Магадан, 685000, Россия. E-mail: tauy@mail.ru*

²*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Букирева, 15, г. Пермь, 614990, Россия. E-mail: krashennnikov2005@yandex.ru*

Динамика параметров зообентоса в течение сезона зависит как от особенностей жизненных циклов отдельных видов, формирующих структуру конкретного донного сообщества, так и от абиотических факторов среды, основным из которых традиционно считается динамика уровня воды (половодья, паводки, межень). Между тем, достоверных статистических данных, отражающих взаимосвязь между уровневными режимами водоема и изменением количественных показателей зообентоса в литературе практически нет.

В ходе работы была сделана попытка показать взаимосвязь между сезонной изменчивостью количественных характеристик зообентоса и динамикой уровня и расхода воды на примере р. Дукча (Магаданская область). Проведен корреляционный анализ количественных характеристик между отдельными группами зообентоса.

Установлено, что уровень и расход воды могут не оказывать влияния на динамику количественных характеристик зообентоса. Предложено объяснение обстоятельств, при которых возможно такое развитие событий. Выявлено, что корреляция между численностью и биомассой отдельных групп бентоса, значительно выше, чем с уровнем и расходом воды. Получены первые статистически достоверные значения численности и биомассы зообентоса малого лососевого водотока Северного побережья Охотского моря, показано, что они почти в два раза выше, чем раньше указывалось для этого региона.

**THE DYNAMICS OF QUANTITATIVE INDICES OF ZOOBENTHOS
AND ITS RELATIONSHIP WITH SOME ABIOTIC AND BIOTIC
ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE DUKCHA RIVER
(MAGADAN REGION)**

E.V. Khamenkova¹, A.B. Krashenninnikov^{1,2}, D.A. Kondakova¹

¹*Institute of Biological Problems of the North FEB RAS,
18 Portovaya St., Magadan, 685000, Russia. E-mail: tauy@mail.ru*

²*Perm State University, 15 Bukireva St., Perm, 614990, Russia. E-mail: krashenninnikov2005@yandex.ru*

The dynamics of zoobenthos parameters during the season depends both on the characteristics of the life cycles of separate species, which form the structure of a particular bottom community, and on abiotic factors, the main of which is traditionally considered to be the dynamics of the water level (snowmelt floods, high water, low water). Meanwhile, there is practically no reliable statistical data in literature, reflecting the correlation between the water levels and the changes quantitative indices of zoobenthos.

In the course of the work, an attempt was made to show the relationship between the seasonal variability of the quantitative characteristics of zoobenthos and the dynamics of the water level and discharge on the example of the Dukcha River (Magadan Region). Correlation analysis of quantitative characteristics between individual groups of zoobenthos was carried out.

It was found that the water level and discharge may not affect the dynamics of the quantitative characteristics of zoobenthos. An explanation of the circumstances under which such a development of events is possible is proposed. It was revealed that the correlation between the abundance and biomass of individual groups of benthos is significantly higher than with the water level and discharge. The first statistically reliable values of the abundance and biomass of the zoobenthos of the small salmon watercourse on the Northern coast of the Sea of Okhotsk were obtained; it was shown that they are almost twice as high as previously indicated for this region.

Региональные черты ритрона Дальнего Востока описаны еще во второй половине 20 века, когда в обзорной работе «Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока» были представлены общие характеристики макрозообентоса дальневосточных рек, в том числе средние значения биомассы для разных районов (Леванидов, 1981). Несомненно, с этого времени появилось много новых данных для пресноводных экосистем не только Дальнего Востока, но и других регионов. Между тем, сезонных или годовых сборов среди них, по-прежнему, мало. Имеющиеся сведения указывают, что колебания количественных характеристик зообентоса в течение года или только периода открытой воды могут быть значительными (Барышев, 2019; Паньков, 2004; Хаменкова, Тесленко, 2017 и др.). Такая изменчивость обусловлена многими биотическими и абиотическими факторами среды. Среди них основными выступают особенности жизненных циклов и режим уровня воды в реке (Богатов, 1994; Шубина, 2006; Тиунова, 2008; Алимов и др., 2013; Барышев, 2019). Последний фактор, непосредственно влияет на увеличение скорости течения, и, следовательно, на интенсивность воздействия водного потока на донных обитателей. Этот механизм воздействия хорошо описан в работах, посвященных изучению дрефта (Богатов, 2013; Богатов и др., 2013). Кроме того, уровень воды неизбежно оказывает влияние на площадь дна, где в фазу межени происходит концентрация организмов, а при разливе реки – их распределение на большей площади русла (Богатов, 1994; Барышев, Веселов, 2007, 2019; Алимов и др., 2013). Высокая изменчивость численности и биомассы зообентоса при традиционном подходе к сбору гидробиологических проб (один раз в две недели), до настоящего времени, не позволяла получить статистически достоверные значения корреляции между обилием зообентоса и факторами среды. Цель работы – получить статистически достоверные значения численности и биомассы основных групп макрозообентоса малого лососевого водотока на северном побережье Охотского моря (р. Дукча) и оценить влияние уровня и расхода воды на их динамику в период открытой воды.

Материалы и методы

Река Дукча – малый лососевый водоток, протяженностью 36 км и площадью водосбора 332 км² (Ресурсы..., 1967), протекает в Ольском районе Магаданской области и впадает в бухту Гертнера на северном побережье Охотского моря. Грунт реки представлен мелкой и средней галькой, в среднем и верхнем течении распространены валунные участки. Температура воды в течение безледного периода не поднимается выше 9 °С. Обследованный участок реки в соответствии с классификацией И. Иллиеса и Л. Ботошняну, представляет собой ритраль (Illies,

Botosaneanu, 1963). Отбор проб осуществлялся в нижнем течении, в 1 км от устья, в районе расположения гидрометрического створа Колымского управления Гидрометеослужбы (КУГМС), классическими гидробиологическими методами с использованием модифицированного бентометра В.Я. Леванидова, с площадью захвата 0,0625 м² (Тиунова, 2003) в период открытой воды с 15 мая по 13 ноября 2019 г. Согласно Н.Ю. Соколовой и А.И. Баканову (1982) для изучения продукции макрозообентоса (на примере личинок хирономид) рекомендована следующая частота сбора проб: летом – 1 раз в неделю; весной и осенью – раз в две недели; зимой – 1 раз в месяц. Минимальное количество станций отбора – 4. Расчет необходимого количества проб учитывает отношение величины стандартной ошибки (S) и средней арифметической. Для большинства водотоков средние величины численности и биомассы могут быть получены с ошибкой 10–20%. Количество проб (n), необходимое для получения данных с этой точностью, вычисляется по формуле (Баканов, 1978):

$$n = \frac{\sigma^2}{s^2}, \text{ где } \sigma - \text{стандартное отклонение.}$$

Величина σ рассчитана на основе данных, полученных ранее (Хаменкова, 2015; Хаменкова, Тесленко, 2017) для р. Ола (Магаданская область). Периодичность отбора проб составила один раз в неделю, на участке русла отбиралось по 4 пробы на удалении друг от друга около 3 м. Всего было собрано 25 серий и 95 количественных проб бентоса. Данные об изменении уровня и расхода воды получены в КУГМС. Для выявления связи между этими абиотическими факторами среды и обилием бентосных групп проведен корреляционный анализ в программе Past 4.03. В качестве меры связи между параметрами выбраны коэффициенты линейной корреляции Пирсона, ранговой корреляции Спирмена и Кендалла. Последние рассматривались, поскольку могут улавливать и нелинейные связи.

Результаты и обсуждение

Основной предпосылкой к построению гипотезы о значительном влиянии уровневых режимов на динамику количественных характеристик зообентоса и, соответственно, желанием ее подтвердить или опровергнуть, были наши результаты, полученные для р. Ола (Магаданская область) в 2011–2013 гг. (Хаменкова, 2015; Хаменкова, Тесленко, 2017; Хаменкова и др., 2017). Известно, Север Дальнего Востока отличается широким распространением вечной мерзлоты, причем сплошная криолитозона достигает 60° с.ш., и лишь вдоль побережья северной части Охотского моря и южнее, многолетнемерзлые породы имеют островной или прерывистый характер. Такие условия неизбежно оказывают влияние на динамику речных гидрологических процессов. Увеличивающийся в ходе весеннего снеготаяния или летних осадков речной сток, поддерживается водоупорными грунтами криолитозоны, а отсутствие естественного зарегулирования в подавляющем большинстве рек приводят к тому, что вода не имеет возможности уходить в грунт или пойменные системы, а распределяется по поверхности речного русла. В результате, ширина речных русел может иметь колоссальные колебания (Аржакова, 2001). Так, для р. Ола ширина русла в эпи- и гипоритрали может увеличиваться от 2–5 м в межень до >100–250 м во время подъема уровня воды в период катастрофических паводков (Рис. 1).

Такие колебания ширины речного русла, и, следовательно, площади дна, доступной для заселения, не могут не сказываться на динамике количественных



Рис. 1. Р. Ола (Магаданская область). Ширина русла и пойма реки в период межени

характеристик зообентоса. Сокращение площади речного русла в верховьях р. Ола рассматривалось в качестве возможной причины роста численности и биомассы зообентоса до 15 г/м^2 , – величины, вдвое превышающей средние значения, принятые для маловидовых сообществ ритрона Северной части Дальнего Востока (Леванидов, 1981; Хаменкова, 2015). Концентрация донного населения на небольших обводненных участках в период межени отмечена также в р. Большая Уя (южная Карелия), что, несомненно, приводит к колебаниям количественных характеристик донных сообществ (Барышев, 2008). Естественная зарегулированность стока учитывается как фактор, сглаживающий паводковые явления и, потому благоприятный для развития зообентоса (Леванидова, 1982).

Прежде чем оценить влияние абиотических факторов на динамику количественных показателей зообентоса, мы проверили наличие корреляции между уровнем воды, расходом воды и площадью дна, доступного для заселения зообентосом. В ходе анализа было выявлено, что значимая положительная взаимосвязь наблюдается между уровнем и расходом воды ($r_s = 0,97168$; $p = 4,59\text{E-}60$), а связь между уровнем или расходом воды и площадью дна достоверно низкая. Это может быть обусловлено тем, что выбранный участок реки в месте отбора проб имеет четкие береговые границы, незначительно меняющиеся даже при максимальных значениях уровня воды, при этом критического осушения русла летом не происходит. Иными словами, уменьшение площади дна, доступной для заселения, не наблюдается на протяжении всего периода открытой воды, вода покрывает речное дно на этом участке реки всегда. При таких обстоятельствах, основным действующим фактором при подъеме уровня режима может оставаться интенсивность потока, т.е. сила его воздействия на грунт и донных обитателей.

По полученным результатам динамика численности и биомассы зообентоса в нижнем течении р. Дукча в период открытой воды 2019 г. была представлена несколькими пиками. По численности отмечен один продолжительный подъем в июле и значительно меньший и неравномерный подъём в октябре – начале ноября. Изменчивость показателей биомассы проявлялась сильнее: основной рост установлен в конце мая, начале июля и в сентябре, тогда как общая тенденция снижения и минимальные значения наблюдались в августе (Рис. 2).

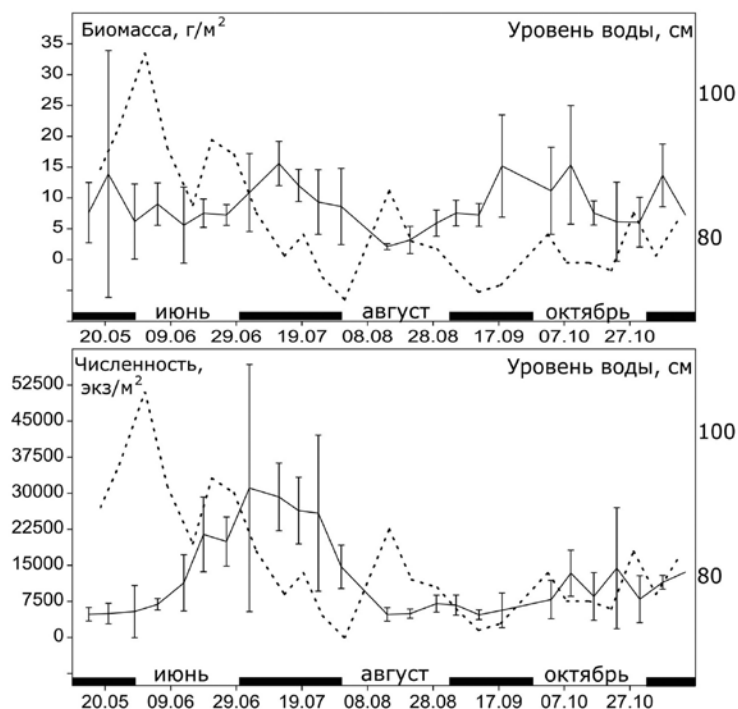


Рис. 2. Средние значения и стандартное отклонение общей численности и биомассы макрозообентоса в р. Дукча в период исследований. Пунктирной линией обозначен уровень воды

Средние значения численности и биомассы составили соответственно $12\,642,6 \pm 10\,827,8$ экз./м² ($S = 8,8\%$) и $9,0 \pm 6,6$ г/м² ($S = 7,5\%$). Полученные значения биомассы превышают величины, ранее установленные для ритрона Северной части Дальнего Востока почти вдвое (Леванидов, 1981).

Корреляционный анализ между динамикой общей численности и биомассы и изменениями уровня и расхода воды вновь не показал достоверной связи. В ходе работ в составе донного сообщества нижнего течения р. Дукча было выявлено 15 групп бентоса принадлежащих 2 классам, 5 отрядам и 9 семействам. Доля каждой группы зообентоса в структуре сообщества в течение сезона заметно изменялась. Например, рост биомассы хирономид 24 июля сопровождался снижением биомассы блефарид и ручейников. Это может означать, что и связь разных групп с абиотическими факторами, по-видимому, также различалась. Мы провели корреляционный анализ между численностью и биомассой выявленных групп бентоса и значениями уровня и расхода воды. Корреляция $>0,3$ была выявлена лишь для некоторых двукрылых и ручейников (Табл. 1). Незначительная положительная корреляция наблюдалась между численностью (N) и биомассой (B) блефарид, мошек, *Chelifera* sp. и расходом воды. В то же время, связь между численностью блефарид и уровнем воды была недостоверной. Отрицательная корреляция наблюдалась между биомассой хирономид, эмпирид, численностью эмпирид, дикранот, ручейников и уровнем и расходом воды.

Интересно отметить достоверную положительную корреляцию между уровнем и расходом воды и численностью и биомассой блефарид и мошек (Табл. 1). Эти группы являются типичными обитателями валунов и прикрепляются к ним с помощью присосок на стадиях личинки и куколки. Мы отбирали пробы исключительно с гальки бентометром. Увеличение численности и биомассы этих двукрылых

Таблица 1

Значения коэффициентов ранговой корреляции Спирмена между обилием бентосных групп, расходом и уровнем воды в р. Дукча

Коэффициент корреляции Спирмена				
Расход воды	0,38608	B Blephariceridae	0,36182	Уровень воды
	0,32654	N Blephariceridae	Связь не достоверна	
	-0,33569	B Chironomidae	-0,32871	
	0,35151	B Simuliidae	0,31548	
	0,49984	N Simuliidae	0,47134	
	-0,4319	N Trichoptera	-0,50595	
	-0,36916	N Empididae	-0,33622	
	-0,42699	B Empididae	-0,41058	
	-0,47531	N <i>Dicranota</i> sp.	-0,49386	
	0,46315	N <i>Chelifera</i> sp.	0,46326	
	0,46432	B <i>Chelifera</i> sp.	0,46442	

Примечание. В таблице показаны только те группы, для которых, хотя бы с одним из параметров наблюдалась достоверная корреляция $>0,3$. Большие значения корреляции в соответствующей паре выделены цветом.

вероятнее всего свидетельствует об усилении механического воздействия потока на валуны, за счет чего личинки и куколки срывались на участки галечного грунта, не совсем типичные для этих бентосных групп. Для некоторых групп бентоса корреляция их обилия с режимом воды была отрицательной. Например, при подъеме уровня/расхода воды снижалась численность ручейников, биомасса хирономид, биомасса и численность эмпидид. В то же время, численность и биомасса двукрылых рода *Chelifera* показали положительную корреляцию с водным режимом.

При слабой корреляции обилия бентосных групп с расходом и уровнем воды, биотические связи в рассматриваемом сообществе выражены сильнее (Табл. 2). Достоверная корреляционная зависимость была отмечена между численностью и биомассой поденок, веснянок, мошек, клещей и блефаридерид. Наиболее сильные связи выявлены с помощью применения статистики Спирмена, значения коэффициентов корреляции Спирмена чаще, чем в статистике Пирсона и Кендалла превышали 0,5. Это говорит о наличии нелинейной связи.

Заключение

Представленные в литературе сведения о влиянии уровневых режимов на динамику численности и биомассы зообентоса носят преимущественно теоретический характер. Зачастую, достоверные результаты, полученные в ходе изучения динамики дрейфа, чаще чем, при непосредственном изучении взаимосвязи между количественными характеристиками бентоса и динамикой уровня воды или ее расхода, экстраполируются на все гидробиологические работы, связанные с оценкой количественных характеристик донных сообществ. Проведенные работы, позволяют понять, что такие, важные для донных сообществ абиотические факторы, как уровень и расход воды, не всегда оказывают заметное влияние на динамику их количественных характеристик. Установлено, что в условиях, когда площадь речного дна, покрытого водой, меняется незначительно, уровень и расход воды слабо влияют на общую динамику обилия бентоса. Уровень и расход воды в боль-

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции между обилием различных групп бентоса в р. Дукча

Параметр	Таксон	Статистика Пирсона	Статистика Спирмена	Статистика Кендалла	Таксон	Параметр
Биомасса	Ephemeroptera	0,30383	0,54593	0,39731	Blephariceridae	Биомасса
	Ephemeroptera	0,30771	0,5261	0,40217	Simuliidae	
	Plecoptera	0,31907	0,62624	0,45405	Blephariceridae	
	Plecoptera	0,45716	0,52038	0,37085	Chironomidae	
	Plecoptera	—	0,62087	0,4252	Ephemeroptera	
	Simuliidae	0,37003	0,55576	0,43255	Blephariceridae	
	Acarina	0,50683	0,33195	—	Chironomidae	Численность
	Blephariceridae	—	0,63712	0,5062	Simuliidae	
	Chironomidae	0,54702	0,65305	0,46513	Plecoptera	
	Ephemeroptera	0,32083	0,56362	0,42253	Blephariceridae	
	Ephemeroptera	—	0,52052	0,3855	Simuliidae	
	Plecoptera	—	0,53772	0,3954	Blephariceridae	
	Plecoptera	0,30276	0,62577	0,43895	Chironomidae	
	Plecoptera	—	0,50602	0,36399	Simuliidae	
	Simuliidae	0,59071	0,60728	0,49873	Blephariceridae	
Численность	Chironomidae	0,56087	0,53599	0,38294	Acarina	
	Plecoptera	0,60354	0,59505	0,42543	Chironomidae	
	Simuliidae	0,62254	0,66769	0,55726	Blephariceridae	

Примечание. Указаны пары, где хотя бы один коэффициент >0,5 по модулю. Показаны только достоверные значения.

шей степени коррелирует с обилием отдельных групп бентоса и их динамикой. Изменения обилия зообентоса в р. Дукча в период открытой воды представлены двумя пиками численности и несколькими пиками биомассы. Показано, что влияние отдельных групп зообентоса друг на друга (биотические связи) может быть выше, чем воздействие водного режима. Наибольшая корреляция между количественными показателями наблюдалась у веснянок и хирономид, а также мошек и блефарациерид. Статистически достоверные значения численности и биомассы макрозообентоса в р. Дукча оказались почти вдвое выше, чем указывалось ранее для зообентоса водотоков Северного побережья Охотского моря.

Литература

Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. 2013. Продукционная гидробиология. Спб.: Наука. 343 с.
Аржакова С.К. 2001. Зимний сток рек криолитозоны России. СПб: РГТМУ. 209 с.
Баканов А.И. 1978. К вопросу о методике изучения агрегаций бентоса // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л.: Наука. № 37. С. 72–75.
Барышев И.А. 2008. Распределение организмов зообентоса при снижении уровня воды в малой реке // Биология внутренних вод. № 4. С. 81–85.
Барышев И.А. 2019. Макрозообентос рек Восточной Фенноскандии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Петрозаводск. 46 с.
Барышев И.А., Веселов А.Е. 2007. Сезонная динамика бентоса и дрефта беспозвоночных организмов в некоторых притоках Онежского озера // Биология внутренних вод. № 1. С. 80–86.
Богатов В.В. 1994. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 218 с.

- Богатов В.В. 2013.** О закономерностях функционирования речных экосистем в свете базовых научных концепций // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. № 4. С. 90.
- Богатов В.В., Федоровский А.С., Никулина Т.В. 2013.** Роль гидрологических факторов в формировании видового разнообразия сообществ водорослей (на примере р. Комаровка, Приморский край, Россия) // Экология. № 6. С. 428–435.
- Паньков Н.Н. 2004.** Структурные и функциональные характеристики зообентоценозов р. Сылвы (бассейн Камы). Пермь: Изд-во Перм. ун-та. 162 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. 1967.** // Под ред. Н.Д. Шека; Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Ленинград: Гидрометеоздат, Т. 19: Северо-Восток. Колым. упр. гидрометеорол. службы. 600 с.
- Леванидов В.Я. 1981.** Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 3–21.
- Леванидова И.М. 1982.** Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР. Фаунистика, экология, зоогеография Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera. Л.: Наука. 215 с.
- Соколова Н.Ю., Баканов А.И. 1982.** Методика количественного учета и выявления пространственного распределения бентоса (хинономид) // Методическое пособие по изучению хинономид. Душанбе: Дониш. С. 3–19.
- Тиунова Т.М. 2003.** Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидро-биологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: Изд-во ВНИРО. С. 5–13.
- Тиунова Т.М. 2008.** Состав и структура сообществ зообентоса микробиотопов в метаритрали малой предгорной реки умеренно холодноводного типа // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 4. С. 31–45.
- Хаменкова Е.В. 2015.** Структура и распределение сообществ макрозообентоса в бассейне реки Ола (Магаданская область): автореф. дис. ...канд. биол. наук. Магадан. 22 с.
- Хаменкова Е.В., Тесленко В.А. 2017.** Структура сообществ макрозообентоса и динамика их биомассы в реке Ола (северное побережье Охотского моря, Магаданская область) // Зоологический журнал. Т. 96, № 6. С. 619–630.
- Хаменкова Е.В., Тесленко В.А., Тиунова Т.М. 2017.** Распределение Фауны Макробентоса В Бассейне Реки Ола (Северное Побережье Охотского Моря) // Зоологический журнал. Т. 96, № 4. С. 400–409
- Шубина В.Н. 2006.** Бентос лососевых рек Урала и Тимана. Спб.: Наука. 401 с.
- Illies J., Botosaneanu L. 1963.** Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique: Avec 18 figures dans le texte et en supplément // Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Mitteilungen. V. 12, № 1. P. 1–57.

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ЗООБЕНТОСА
НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ДУКЧА (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)
И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ГРУППОВОМУ СОСТАВУ**

Е.В. Хаменкова¹, Д.А. Кондакова¹, А.Б. Крашенинников^{1,2}

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН,

ул. Портовая, 18, г. Магадан, 685000, Россия. E-mail: tauy@mail.ru

²Пермский государственный национальный исследовательский университет,

ул. Букирева, 15, г. Пермь, 614990, Россия. E-mail: krashennnikov2005@yandex.ru

На Дальнем Востоке России до настоящего времени структура сообществ зообентоса в водотоках разного типа, даже на уровне крупных таксонов изучена недостаточно. Между тем, именно такие базовые представления выступают необходимым условием мониторинга качества поверхностных вод. В работе рассмотрена сезонная динамика групповой структуры зообентоса в нижнем течении р. Дукча, типичного малого лососевого водотока Магаданской области. Проведено сравнение с данными из других регионов Дальнего Востока. Показано значение таких работ для оценки качества поверхностных вод с использованием традиционных индексов.

**SEASONAL DYNAMICS OF ZOOBENTHOS STRUCTURE
IN THE LOW REACHES OF THE DUKCHA RIVER
(MAGADAN REGION) AND ASSESSMENT OF WATER QUALITY
BY GROUP COMPOSITION**

E.V. Khamenkova¹, D.A. Kondakova¹, A.B. Krashenninnikov^{1,2}

¹Institute of Biological Problems of the North FEB RAS,

18 Portovaya St., Magadan, 685000, Russia. E-mail: tauy@mail.ru

²Perm State University, 15 Bukireva St., Perm, 614990, Russia. E-mail: krashenninnikov2005@yandex.ru

In the Russian Far East, the structure of zoobenthos communities in watercourses of various types, even at the level of large taxa, has not been sufficiently studied to date. Meanwhile, it is these basic concepts that are a necessary condition for monitoring the quality of surface waters. The work considers the seasonal dynamics of the group structure of zoobenthos communities in the lower reaches of the Dukcha River – a typical small salmon watercourse of the Magadan region. Comparison with data from other regions of the Far East is carried out. The importance of such works for assessing the quality of surface waters using traditional indices is shown.

Введение

Известно, что важным прикладным аспектом изучения макрозообентоса, является мониторинг территориальных вод. Традиционно аргументами в пользу проведения экологического мониторинга пресноводных экосистем с использованием сообществ донных беспозвоночных выступают простота их сбора и определения, широкое распространение и высокая чувствительность к загрязнениям. В то же время, большинство индексов и критериев оценки качества поверхностных вод

связаны с детальным определением групп бентоса (Введение в биомониторинг..., 2019), либо разработаны и применимы только в европейской части страны. Определение видового состава гидробионтов считается обязательным условием изучения экосистем водоемов и водотоков, без которого наблюдения любого характера считаются малоэффективными (Жадин, 1940; Константинов, 1986; Барышев, 2019). И на деле такая работа доступна только специалистам. Для многих групп бентоса, идентификация вида на стадии личинки и вовсе невозможна. Кроме этого, для многих регионов, в том числе и севера Дальнего Востока, общие представления о структуре бентоса и сезонной динамике отдельных таксономических групп в водотоках и водоемах разного типа слабо представлены либо отсутствуют.

В работе изучена сезонная динамика структуры сообщества макрозообентоса (на основании крупных таксономических групп) нижнего течения малого холодноводного лососевого водотока на северном побережье Охотского моря – реки Дукча в окрестностях г. Магадан и проведена оценка качества поверхностных вод по количественным метрикам групп донных беспозвоночных.

Материал и методы

Река Дукча – малый лососевый водоток протяженностью 36 км и площадью водосбора 332 км² (Ресурсы..., 1967), протекает в Ольском районе Магаданской области и впадает в бухту Гертнера на северном побережье Охотского моря. Грунт реки представлен мелкой и средней галькой, в среднем и верхнем течении распространены валунные участки. Температура воды в период обследования не поднимается выше 9 °С. В соответствии с классификацией И. Иллиеса и Л. Ботошаняну весь водоток представляет собой ритраль (Illies, Botosaneanu, 1963). Для проведения исследования был выбран участок в нижнем течении реки в 1 км от устья, в районе гидрометрического створа Колымского управления Гидрометеослужбы. Отбор проб осуществляли классическими гидробиологическими методами с использованием модифицированного бентометра В.Я. Леванидова, с площадью захвата 0,0625 м² (Тиунова, 2003) в период открытой воды с 15 мая по 13 ноября 2019 г. каждые 7 дней. Любая из 25 серий, включала, по возможности, 4 количественные пробы бентоса. Всего собрано 95 количественных проб бентоса.

Для определения структуры сообщества донных организмов использована классификация А.М. Чельцова-Бебутова в модификации В.Я. Леванидова (1977). Согласно ей доминанты составляли более 15%, субдоминанты от 5,0 до 14,9%, второстепенные виды от 1,0 до 4,9% общей биомассы или численности.

Известно, что структура макрозообентоса лежит в основе многих индексов и критериев оценки качества поверхностных вод, которые базируются на таксономических, количественных (численность и биомасса), трофических и иных показателях (Вшивкова и др., 2019). В данном исследовании были использованы количественные метрики, основанные на значениях численности/биомассы или относительной численности/биомассы крупных таксонов.

D/N_{ex} – доля двукрылых по отношению к общей численности организмов. Отношение совокупности числа всех таксонов отряда Diptera к общему числу экземпляров всех таксонов в пробе. При значении индекса, близком к 1, вода считается критически грязной и не пригодной даже для технических целей.

$\%N_{\text{EPT}}/B_{\text{EPT}}$ – доля организмов комплекса ЕРТ, % общей численности или биомассы. Обычно в зоне среднего течения водотоков (метаритрали) доля ЕРТ по численности может достигать 70–80%, а по биомассе даже больше.

$\%N_{Eph}$ – доля численности поденок, % общей численности. Доля поденок в чистых и/или относительно незагрязненных водотоках довольно высокая; при нарастающем влиянии численность поденок вначале снижается, затем они могут совсем исчезнуть из сообщества.

$\%N_{Ch}$ – доля численности личинок хирономид, % общей численности. Традиционно, в случае ненарушенных экосистем обилие личинок хирономид должно сопровождаться одновременно и хорошей представленностью комплекса ЕРТ, а также других групп сенситивных организмов при малой доле олигохет.

Перечисленные индексы рассчитаны для зообентоса нижнего течения р. Дукча, как по средним за сезон данным, так и по датам отбора проб.

Результаты и обсуждение

На основании среднегодовых данных в структуре сообщества макрозообентоса по численности (>70%) и биомассе (>30%) преобладали хирономиды. По биомассе доминировали также ручейники – около 28% и личинки других двукрылых блефарид (20%), а поденки (8,4%) и веснянки (5,3%) входили в состав субдоминантов. По численности к разряду субдоминирующих групп относились поденки (8,5%) и клещи (7,7%) (Рис. 1). Известно, что доля хирономид может возрастать в ответ на негативные факторы среды (Щербина, 2009). В связи с этим следует отметить, что р. Дукча в нижнем течении не подвержена очевидному антропогенному влиянию, и полученные данные принимаются нами, как соответствующие фоновым показателям.

Среднегодовых данных о структуре макрозообентоса, в литературе представлено немного. Для Магаданской области такие сведения имеются для притоков среднеразмерной р. Ола и бассейна крупной р. Тауй, в которых отмечена схожая иерархия с высоким преобладанием хирономид в структуре сообществ (Хаменкова, 2015; Хаменкова, Тесленко, 2017; Кочарина, Хаменкова, 2003). Высокое значение хирономид в структуре сообществ известно также для крупной североуральской р. Щугор, где они по численности составляют от 53 до 95% (Шубина, 1986); малых водотоков Камчатского п-ва (Чебанова, 2009) и восточной Фенноскандии (Барышев, 2019). В обозначенных реках, существенную роль в сообществах играют поденки,

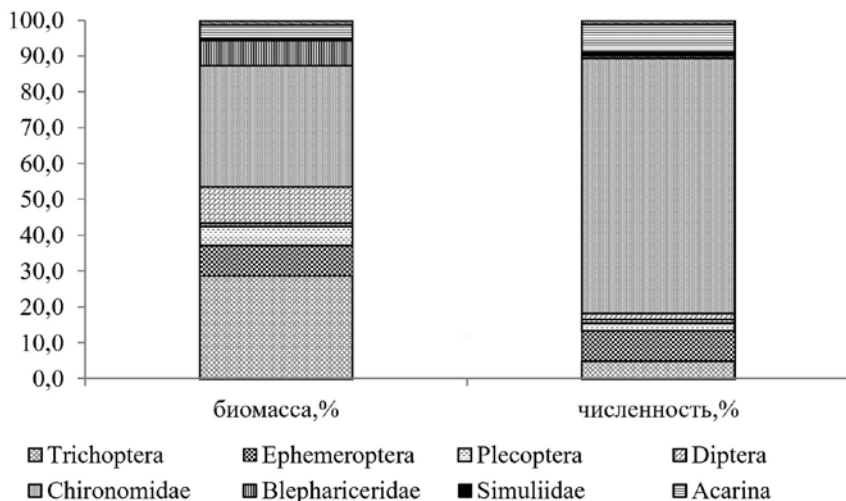


Рис. 1. Среднегодовая структура сообществ макрозообентоса по биомассе и численности нижнего течения р. Дукча

реже – ручейники и веснянки. Иногда значительную долю в структуре занимают прочие двукрылые, чаще всего типулиды (по биомассе), и, например, мошки, по численности. В иерархии таксономических групп малой лососевой р. Кедровая (Южное Приморье) среднегодовые показатели плотности хирономид изменялись в пределах 16,3–38%, при явном доминировании группы поденок (Леванидов, 1977; Кочарина и др., 1988).

Сезонные изменения структуры сообществ макрозообентоса, даже по крупным таксономическим группам, могут быть значительными. Результаты, полученные для зообентоса нижнего течения р. Дукча, представлены на рисунке 2. По численности в течение всего периода открытой воды доминировали хирономиды – от 47,8 до 88,9% (рис. 2, А). Наименьшие показатели численности наблюдались в мае и начале июня, а также во второй половине августа – начале сентября. В мае свыше 20% численности приходилось на поденок, летом их доля была невелика от 1,8 до 4,6%, и возрастала лишь в октябре. В августе снижение численности хирономид сопровождалось ростом доли ручейников, с 14 августа по 18 сентября она составляла от 12 до 14%. Значения численности остальных групп были невысокими.

В структуре сообщества по биомассе преобладали хирономиды и ручейники: показатели хирономид варьировали от 14 до 71,8% (в среднем, около 30%); ручейников – от 4,8 до 57,4% (в среднем, около 30%) (рис. 2, Б). С июля по октябрь доля хирономид изменялась незначительно, а у ручейников в течение сезона наблюдалось

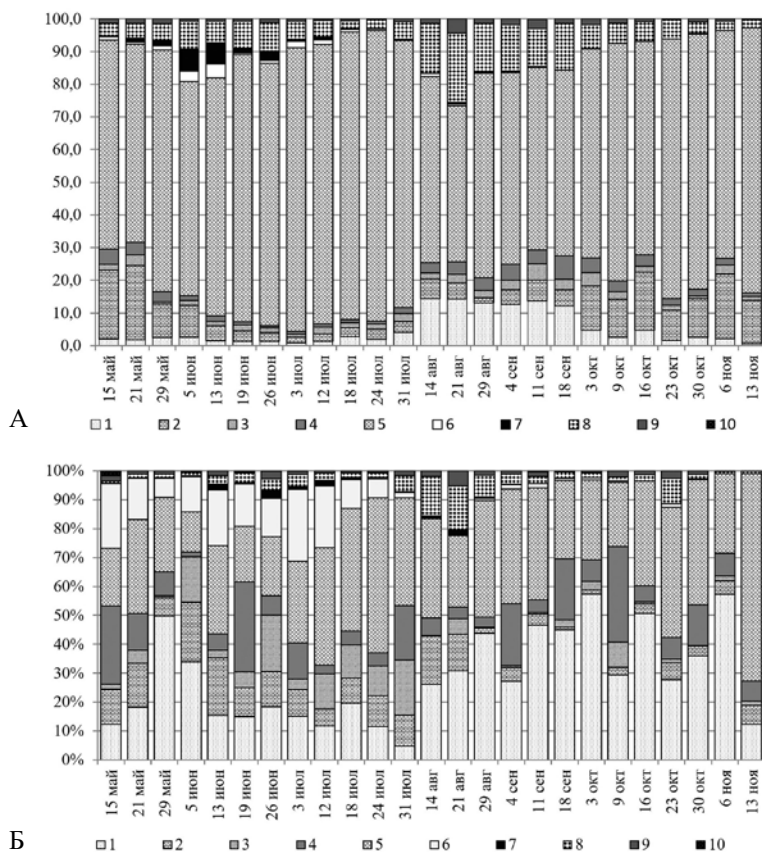


Рис. 2. Сезонная динамика структуры численности (А) и биомассы (Б) сообщества макрозообентоса нижнего течения р. Дукча в весенне-осенний период 2019 года: 1 – Trichoptera, 2 – Ephemeroptera, 3 – Plecoptera, 4 – Diptera, 5 – Chironomidae, 6 – Blephariceridae, 7 – Simuliidae, 8 – Acarina, 9 – Planaria, 10 – Dytiscidae

два пика биомассы, в конце мая и основной, продолжительный подъём с конца августа до начала ноября, включительно. Следует также отметить относительно высокую долю биомассы блефаридерид в мае-июле, которая достигала 24% биомассы всего сообщества. Периодически наблюдалось высокие значения биомассы и других двукрылых (например, типулид и дикранот), а также веснянок.

Согласно литературным данным, схожая структура сообществ в летний период, с высоким преобладанием хирономид по численности (70% и >) и доминированием хирономид и ручейников по биомассе, была отмечена ранее в июле для малых рек Кулькuty, Орохолинджа, Богурчани и Окурчан, впадающих в зал. Одян (Магаданская область) (Хаменкова, Рябуха, 2017). По данным, полученным в ходе обследования водотоков в бассейне р. Тимптон (южная Якутия), в структуре сообществ бентоса по численности и биомассе в июле также преобладали хирономиды, они составляли более 80% численности, и более 40% биомассы. По биомассе долю хирономид снижали представители отрядов Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera (Тиунова и др., 2013). Исследования водотоков на севере Дальнего Востока, в том числе, результаты, полученные в ходе сезонных сборов в нижнем течении р. Дукча, свидетельствуют, что колебания структуры сообществ могут быть значительными даже на уровне крупных таксономических групп. Такие колебания объясняются несколькими причинами, прежде всего особенностями жизненных циклов беспозвоночных, составляющих основу сообществ, а также важными абиотическими факторами, например, динамикой уровня воды, влияющей как на интенсивность дрейфа, так и на перераспределение отдельных групп зообентоса по речному руслу.

Расчет метрик, основанных на показателях относительной численности или биомассы различных групп бентоса, показал, что в соответствии с традиционной трактовкой индексов, качество воды в р. Дукча, по среднегодовым данным характеризуется в основном как плохое или неудовлетворительное (см. таблицу). При этом наблюдались значительные колебания рассчитанных индексов в весенне-осенний период. Самые стабильные индексы в течение периода открытой воды имели двукрылые (D/N_{ex}), их показатели изменялись от 0,6 до 0,9, что указывало на плохое качество воды. Доля группы ЕРТ варьировала в пределах 2,9–23,5% по численности, и от 20,3 до 70% по биомассе; доля численности поденок $\%N_{\text{Eph}}$ составляла 0,6–22,9%, а хирономид $\%N_{\text{Ch}}$ – 14,4–71,8%. Полученные результаты свидетельствуют о слабой применимости перечисленных индексов при определении качества воды по групповому составу бентоса в малых холодноводных водотоках севера Дальнего Востока.

Заключение

Определение групповой структуры зообентоса – один из самых доступных механизмов для получения первого представления о донном сообществе, в том числе для необследованных ранее районов. Такого рода данные позволяют не только получить общие представления о типах водотоков, но и создать необходимую базу для координации и формирования концепции оценки качества поверхностных вод для широкого спектра территорий, в том числе, дальневосточных.

По полученным нами данным и известным литературным сведениям (Засыпкина, Самохвалов, 2015; Кочарина, Хаменкова, 2003; Хаменкова, Тесленко, 2017), групповая структура сообществ макрозообентоса водотоков северного побережья Охотского моря характеризуется не только высокими показателями хирономид, но и значительная динамикой других групп в пространственно-временном аспекте.

Таблица 1

Индексы оценки качества воды, рассчитанные для сообщества макрозообентоса нижнего течения р. Дукча по нескольким количественным метрикам

Дата	Метрики				
	D/N _{EX}	%N _{EPT}	%B _{EPT}	%N _{Eph}	%N _{Ch}
15.05.2019	0,7	23,4	21,9	19,3	64,6
21.05.2019	0,6	31,8	53,8	26,6	58,0
29.05.2019	0,8	15,7	41,6	13,0	73,7
05.06.2019	0,8	12,9	70,0	9,0	67,8
13.06.2019	0,9	7,2	52,0	4,0	76,4
19.06.2019	0,9	5,7	22,3	3,0	82,9
26.06.2019	0,9	4,9	51,2	2,4	81,8
03.07.2019	0,9	2,9	24,1	1,4	89,4
12.07.2019	0,9	5,3	31,1	2,0	86,5
18.07.2019	0,9	6,6	40,4	2,4	88,9
24.07.2019	0,9	5,6	29,1	2,6	90,6
31.07.2019	0,8	9,2	32,9	3,2	82,8
14.08.2019	0,6	20,9	45,4	4,8	58,3
21.08.2019	0,5	22,0	58,4	5,2	48,5
29.08.2019	0,7	16,9	46,8	1,6	63,8
04.09.2019	0,6	19,1	30,5	5,2	59,4
11.09.2019	0,6	26,1	56,7	7,4	54,6
18.09.2019	0,6	20,4	43,9	6,4	58,9
03.10.2019	0,7	20,5	68,1	12,8	66,8
09.10.2019	0,7	17,4	39,1	12,3	72,0
16.10.2019	0,7	21,5	53,8	15,7	70,0
23.10.2019	0,8	10,6	35,9	7,4	83,3
30.10.2019	0,8	14,4	42,4	11,4	78,8
06.11.2019	0,7	23,5	67,5	18,9	70,9
13.11.2019	0,8	15,1	20,3	13,3	81,2
Среднее:	0,8	15,2	43,2	8,5	72,4

Расчет простых количественных индексов оценки качества поверхностных вод свидетельствует о необходимости учета указанных особенностей зообентоса северных рек. Ключевыми из них является необходимость проведения сезонных сборов материала, адаптация существующих индексов и критериев к сообществам, в которых преобладают двукрылые, в частности хирономиды, использование интегрированного подхода оценки качества поверхностных вод.

Литература

- Барышев И.А. 2019.** Макрозообентос рек Восточной Фенноскандии: дисс. ... д-ра биол. наук: 03.02.10 / Барышев Игорь Александрович; [Место защиты: ФГБУН Зоологический институт Российской академии наук], 2020
- Введение в биомониторинг пресных вод: учеб. пособие. 2019.** Владивосток: Изд. ВГУЭС. 240 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. 1967.** // Под ред. Н.Д. Шека; Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Ленинград: Гидрометеоиздат, Т. 19: Северо-Восток. Колым. упр. гидрометеорол. службы. 600 с.
- Жадин В.И. 1940.** Фауна рек и водохранилищ // Труды Зоологического института АН СССР. Т. 5, вып. 3–4. М. – Л.: Изд. АН СССР. 992 с.

- Засыпкина И.А., Самохвалов В.Л. 2015.** Зообентос водотоков северного Охотоморья. Магадан: Кордис. 327 с.
- Константинов А.С. 1986.** Общая гидробиология. 4-е изд. М: Высшая школа 472 с.
- Кочарина С.Л., Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А., Николаева Е.А., Тиунова Т.М., Тесленко В.А., 1988.** Донные беспозвоночные в экосистеме лососевой реки юга Дальнего Востока СССР // Фауна, систематика и биология пресноводных беспозвоночных. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 86–108.
- Кочарина С.Л., Хаменкова Е.В. 2003.** Структура сообществ донных беспозвоночных в некоторых водотоках бассейна р. Тауй (Охотское побережье, Магаданская область) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 91–106.
- Леванидов В.Я. 1977.** Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Т. 45, № 148. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 126–159.
- Тиунова Т.М. 2003.** Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидро-биологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: Изд-во ВНИРО. С. 5–13.
- 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. Т. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 187–198.
- Хаменкова Е.В. 2015.** Структура и распределение сообществ макрозообентоса в бассейне реки Ола (Магаданская область): автореф. дис... канд. биол. наук. Магадан. 22 с.
- Хаменкова Е.В., Рябуха Е.А. 2017.** Макрозообентос малых водотоков зал. Одян (Магаданская область) как пример необходимости осторожного использования данных, полученных для водотков-аналогов // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток. Вып. 7. С. 243–250.
- Хаменкова Е.В., Тесленко В.А. 2017.** Структура сообществ макрозообентоса и динамика их биомассы в реке Ола (северное побережье Охотского моря, Магаданская область) // Зоологический журнал. Т. 96, № 6. С. 619–630.
- Чебанова В.В. 2009.** Бентос лососевых рек Камчатки. М.: Изд-во ВНИРО. 172 с.
- Шубина В.Н. 1986.** Гидробиология лососевой реки Северного Урала. Л.: Наука. 158 с.
- Щербина Г.Х. 2009.** Изменение видового состава и структурно-функциональных характеристик макрозообентоса водных экосистем Северо-Запада России под влиянием природных и антропогенных факторов: автореф. дис... д-ра биол. наук. Спб. 49 с.
- Illies J, Botosaneanu L. 1963.** Problems et Methods de la Classification et de la Zonation Ecologique des eaux courantes, considerees surtout du point de vue Faunistique // Int. Verein. Theor. Angew. Limnol. Stuttgart. N12. P. 1–57.

**К ФАУНЕ МЕЛКИХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ
(MOLLUSCA, BIVALVIA) ЗАПОВЕДНИКА «УБСУНУРСКАЯ
КОТЛОВИНА» (РЕСПУБЛИКА ТЫВА, РОССИЯ)**

М.О. Шарый-оол¹, Е.Н. Ялышева²

¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: sharyiool@biosoil.ru

²Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение «Осиновская школа», ул. Советская, 48,
пос. Осиновый мыс, Богучанский район, Красноярский край, 663457, Россия. E-mail: ona_vita@rambler.ru

Представлены сведения по фауне мелких двустворчатых моллюсков озера Торе-Холь международного биосферного заповедника «Убсунурская котловина» Тувы и Монголии (список всемирного природного наследия ЮНЕСКО). Аннотированный список состоит из 8 видов, 4 родов, двух подсемейств: Euglesinae и Pisidiinae семейства Sphaeriidae. *Cingulipisidium nitidum* (Jenyns, 1832) впервые приводится для фауны озера Торе-Холь, *Euglesa ovale* (Clessin, 1903) (Bivalvia: Sphaeriidae: Euglesinae) – новый для фауны России вид. В хорологическом плане преобладают эндемичные виды, обитающие в пресных водоемах Внутренней Азии (67%) от высокогорных плато Тибета до Афганистана.

**ON A SMALL BIVALVES FAUNA (MOLLUSCA, BIVALVIA)
OF THE UBSUNUR HOLLOW RESERVE
(THE REPUBLIC OF TYVA, RUSSIA)**

M.O. Sharyi-ool¹, E.N. Yalysheva²

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS,
159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: sharyiool@biosoil.ru

²Municipal State Educational Institution «Osinovskaya shkola»,
48 Sovetskaya St., Osinovyi Mys village, Krasnoyarsk Krai, 663457, Russia. E-mail: ona_vita@rambler.ru

Data on a small bivalve's fauna of the Tuvan-Mongolian Biosphere Reserve «Ubsunur Hollow» (UNESCO list) are presented. Annotated checklist including 8 species from 2 subfamilies (Euglesinae and Pisidiinae) and 4 genera is given. *Cingulipisidium nitidum* (Jenyns, 1832) is the first record for Tore-Khol Lake, *Euglesa ovale* (Clessin, 1903) (Bivalvia: Sphaeriidae: Euglesinae) is the first record for Russia. Majority of endemic species are distributed in the Inner Asia (67%) from Tibet to Afghanistan.

Фауна мелких двустворчатых моллюсков исследована в российском сегменте пресного озера Торе-Холь, выделенного в буферную зону кластерного участка «Цугээр-Элс» международного биосферного заповедника «Убсунурская котловина» Тувы и Монголии, включенного в список всемирного природного наследия ЮНЕСКО, исследована. Весь материал собран Е.Н. Ялышевой в рамках гидробиологического мониторинга в летние месяцы 2011, 2013, 2015 гг. из донных биотопов разных типов. Раковины и экземпляры мелких двустворчатых моллюсков собраны на 4 станциях или участках, с охватом глубин от 2 до 8 метров, расположенных

в разных зонах озера. Участки «Перешеек» и «Шарлаа» находятся в заповедной зоне в месте сужения озера в приграничной области, где отсутствует антропогенная нагрузка. Участки «Юрты» и «База отдыха» используются в рекреационных целях и испытывают антропогенную нагрузку (см. рисунок). Намеченные участки мониторинга охватывают различные зоны озера, имеющие сходные биотопические характеристики, что позволяет провести их сравнительную характеристику.

Участок «Перешеек» ($N50^{\circ}02'42.6''$ $E094^{\circ}59'53.5''$) характеризуется отлогим песчаным дном, с обильно заросшими тростником берегами и полным отсутствием водной растительности. Заиленные грунты отмечаются на глубинах от 3-х метров. Здесь отмечено два типа биотопов: биотоп заиленного песка и песчаный. Илы на глубинах более 5 м имеют явно выраженный запах сероводорода.

Участок «Шарлаа» ($N50^{\circ}01'32.6''$ $E095^{\circ}03'28.4''$) находится в месте впадения одноименного ручья и, как и первый участок, характеризуется отлогим песчаным дном. По берегу произрастает лиственный лес. В отличие от первого участка, здесь отмечены «пятна» водной растительности из рдестов и нитчатых водорослей. Заиленные грунты отмечены в прибрежной зоне в районе макрофитов. Для участка характерны два типа преобладающих биотопов: заиленного песка и заиленного песка и водной растительности. Илы на этом участке часто включают в себя остатки водной растительности.

Участок «Юрты» ($N50^{\circ}04'42.2''$ $E095^{\circ}08'42.6''$) находится в охраняемой зоне и располагается напротив юрточного городка заповедника. Дно отлогое, песчаное, макрофиты отсутствуют, заиленные грунты отмечаются на глубинах свыше 3-х метров. Берега опустыненные, поросшие редким кустарником. Здесь отмечено два типа биотопов: песчаный и заиленного песка. Илы серые, полностью состоящие из остатков экзоскелета кладоцер.



Участки отбора проб моллюсков на оз. Торе-Холь: А – «Юрты», В – «База отдыха», С – «Шарлаа», D – «Перешеек»

Участок «База отдыха» (N50°06'03.7" E095°08'55.1") расположен напротив крупной базы отдыха в северо-восточной части озера. Дно отлогое, но в отличие от других участков, глубина нарастает быстрее. Макрофиты отсутствуют, берега опустыненные, поросшие редким кустарником. Характерны два типа биотопов: песчаный и заиленного песка.

Пробы отбирались и обрабатывались по стандартной методике, оценка качества воды проводилась на основании нормирования ГОСТ 17.1.2.04-77 и ГОСТ 17.1.3.07-82. Вода во всех зонах озера относится к чистым водам, прозрачность по диску Секки составляет более 5 м, что соответствует ксеносапробному классу и олиготрофному типу, по гидробиологическим показателям воды относятся к чистым и соответствует I классу.

Собранные мелкие двусторчатые моллюски зафиксированы 75% этанолом и хранятся в научной малакологической коллекции лаборатории пресноводной гидробиологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток. Последующее изучение конхологических признаков раковин и анатомии мягкого тела моллюсков проведено первым автором с применением сканирующей электронной микроскопии на базе Центров коллективного пользования (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН и ННЦМБ ДВО РАН, Владивосток).

Ниже приводится аннотированный список мелких двусторчатых моллюсков озера Торе-Холь на территории, государственного природного биосферного заповедника (ГПБЗ) «Убсунурская котловина» (Республика Тыва); вид, впервые отмеченный в озере Торе-Холь, обозначен одной звездочкой (*); (**) – обозначение для первого указания вида для фауны России.

Класс Bivalvia Linnaeus, 1758

Семейство Sphaeriidae Jeffreys, 1862

Подсемейство Pisidiinae Gray, 1857

1. *Odhneripisidium popovae* Starobogatov et Streletzkaja, 1967

МАТЕРИАЛ. Кластер «Цугээр-Элс», станция «Перешеек», глубина 3 м, заиленный песок, 27.VI 2015, 3 экз.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Оз. Торе-Холь Тувы и Монголии (Старобогатов, Стрелецкая, 1967; Старобогатов и др., 2004).

2. *Odhneripisidium tuvaense* Izzatullaev et Starobogatov, 1986

МАТЕРИАЛ. Кластер «Цугээр-Элс», станция «Юрты», глубина 3 м, заиленный песок, 25.VI 2013.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Оз. Торе-Холь Тувы и Монголии, оз. Камышистое близ Кош-Агача, Горный Алтай (Старобогатов и др., 2004; Прозорова, Засыпкина, 2008).

3. *Odhneripisidium terekholicum* Izzatullaev et Starobogatov, 1986

МАТЕРИАЛ. Кластер «Цугээр-Элс», станция «Перешеек», глубина 2 м, заиленный песок, 13.VIII 2011, раковина (ЕЯ); станция «Юрты», глубина 2 м, заиленный песок, 08.VIII 2011, 1 экз.; станция «База», глубина 4 м, заиленный песок, 14.VIII 2011, 1 экз.; станция «Юрты», глубина 3 м, заиленный песок, 25.VI 2013, 9 экз., левая створка.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Оз. Торе-Холь Тувы и Монголии (Изатуллаев, Старобогатов, 1986; Старобогатов и др., 2004; Прозорова, Засыпкина, 2008).

Подсемейство Euglesinae Pirogov et Starobogatov, 1974

4. *Cingulipisidium crassum* (Stelfox, 1918)

МАТЕРИАЛ. Кластер «Цугээр-Элс», станция «Перешеек», глубина 4 м, 8 м, заиленный песок, 13.VIII 2011, 2 экз., правая створка; станция «Шарлаа», глубина 5 м, 27.VI 2015, серый ил, 2 экз.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Север Европы, Украина, р. Урал, Сибирь (Kantor et al., 2010), бассейн верхнего Енисея (Долгин, 2012).

5. *Cingulipisidium nitidum* (Jenyns, 1832)*

МАТЕРИАЛ. Кластер «Цугээр-Элс», станция «Перешеек», глубина 2 м, заиленный песок, 13.VIII 2011, 3 юв. экз., правая створка; станция «Юрты», глубина 3 м, заиленный песок, 25.VI 2013, 15 экз.; станция «База», глубина 2 м, заиленный песок, 26.VI 2013, 1 экз., раковина; станция «Перешеек», глубина 3 м, заиленный песок, 27.VI 2015, 10 экз.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Европа, Сибирь (Корнюшин, 1996).

6. *Euglesa ovale* (Clessin, 1903)**

МАТЕРИАЛ. Кластер «Цугээр-Элс», ручей Шарлаа, впадающий в озеро, 28.VI 2015, мох и прибрежная растительность на берегу ручья, левая створка.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Эндем пресных водоемов Внутренней Азии. Описан из северо-восточного Тибета (Сай-Лянгар, недалеко от Мистама, средний берег, устье Тарима; станция Шанду между Турфон и Хами; Зулайхо в южной части пустыни Гоби (Clessin, 1903, цитируется по: Иззатуллаев, 1974).

7. *Euglesa zugmayeri* (Weber, 1910)

МАТЕРИАЛ. Кластер «Цугээр-Элс», станция «Перешеек», глубина 4 м, 5 м, 8 м, заиленный песок, 13.VIII 2011, 17 экз., 6 юв. экз., 6 раковин; станция «База», глубина 2 м, 5 м, 7 м, 8 м, заиленный песок, 14.VIII 2011, 10 экз., раковина; станция «Юрты», глубина 3 м, заиленный песок, 25.VI 2013, 3 юв. экз.; станция «Шарлаа», глубина 5 м, 27.VI 2015, серый ил, 2 экз.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Эндем пресных водоемов Внутренней Азии. Описан из оз. Пангонг (западный Тибет), найден в Таджикистане в районах Гиссарского хребта (Жадин, 1952), хребта Хозратишох (Иззатуллаев, 1974) и Бадахшане (Корнюшин, 1996), в Афганистане (оз. Шива) (Корнюшин, 1996), оз. Торе-Холь Тувы и Монголии (Sharyi-ool et al., 2015).

8. *Pseudeupera (Pseudeupera) subtruncata* (Malm, 1853)

МАТЕРИАЛ. Кластер «Цугээр-Элс», станция «Перешеек», глубина 2 м, заиленный песок, 13.VIII 2011, раковина.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Вся Палеарктика (Корнюшин, 1996), в Неарктике: Канада, Онтарио, Манитоба, Саскатчеван, Альберта, Британская Колумбия и северо-западные территории; США: Нью-Йорк, Огайо, Мичиган, Висконсин, южная Дакота, Монтана, Вайоминг, Калифорния и Колорадо (Herrington, 1962).

Таким образом, к настоящему времени, в озере Торе-Холь выявлено 8 видов мелких двустворчатых моллюсков из 4 родов двух подсемейств – *Euglesinae* и *Pisidiinae* семейства *Sphaeriidae*. В хронологическом плане преобладают эндемичные виды, обитающие в пресных водоемах Внутренней Азии (67%) от высокогорных плато Тибета (Китай, Индия) до Афганистана.

Литература

- Долгин В.Н. 2012. Пресноводные моллюски бассейна верхнего Енисея и озер Тувы // Вестник Томского государственного педагогического университета. Вып. 7 (122). С. 129–131.
- Жадин В.И. 1952. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. Определители по фауне СССР. Т. 46. М.; Л. 376 с.
- Иззатуллаев З.И. 1974. Новые и малоизвестные двустворчатые моллюски семейства *Pisidiidae* фауны Таджикистана // Зоологический журнал. Т. 53. № 7. С. 1086–1088.

- Иззатуллаев З.И., Старобогатов Я.И. 1986.** Виды рода *Odhneripisidium* (Bivalvia Pisidiidae) фауны СССР. Труды Зоологического института АН СССР, Л.: Наука. Т. 148. С. 54–70.
- Корнюшин А.В. 1996.** Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidea Палеарктики (фауна, систематика, филогения). Киев. 175 с.
- Прозорова Л.А., Засыпкина М.О. 2008.** Виды рода *Pisidium* (Bivalvia: Luciniformes: Pisidiidae) в бассейне реки Большой Енисей (Тува) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 12. С. 106–111.
- Старобогатов Я.И., Стрелецкая Э.А. 1967.** Состав и зоогеографическая характеристика пресноводной малакофауны Восточной Сибири и севера Дальнего Востока // Моллюски и их роль в биоценозах и формировании фаун. Труды Зоологического института АН СССР. Т. 42. Л.: Наука. С. 221–268.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. 2004.** Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины / Под ред. Богатова В.В., Цалолихина С.Я. СПб.: Наука. С. 9–491.
- Herrington H.B. 1962.** A revision of the Sphaeriidae of North America (Mollusca: Pelecypoda). Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan. N118. 74 p.
- Clessin S. 1903.** *Pisidium* aus Zentralasien. In.: Futterer K. Durch Asien. Bd. III. Naturwissenschaftliche und meteorologische Ergebnisse. Berlin. S. 81–82.
- Kantor Y.I., Vinarski M.V., Shileyko A.A., Sysoev A.V. 2010.** Catalogue of the continental mollusks of Russia and adjacent territories. Version 2.3.1. <http://www.ruthenica.com/categorietr-8.html>
- Sharyi-ool M.O., Yalysheva E.N., Kuksin A.N. 2015.** New data on small bivalve fauna (Bivalvia: Pisidioidea: Euglesidae) in Ubsunur Hollow of Tuva and Mongolia // IV International Scientific and Practical Conference «Biodiversity and conservation of the gene pool of flora, fauna and population of Central Asia». Kyzyl, Russia. P. 143–144.

**СОДЕРЖАНИЕ И СТОК НИТРАТНОГО АЗОТА
В ВОДЕ РЕКИ АМУР У ХАБАРОВСКА В ПЕРИОД
ОЧЕНЬ СИЛЬНЫХ НАВОДНЕНИЙ**

В.П. Шестеркин, Н.М. Шестеркина

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

Рассмотрено содержание и сток нитратного азота в воде р. Амур у Хабаровска в период очень сильных наводнений в 2013, 2019 и 2020 гг. Показаны значительные вариации концентраций в зависимости от стока и содержания в воде основных формирующих наводнение притоков. Максимальное содержание (0,79 мг N/л) и сток (1 200 т/сут) нитратного азота отмечалось на гребне паводка в 2019 году.

**NITRATE NITROGEN CONCENTRATION AND RUNOFF
IN THE AMUR RIVER WATER NEAR Khabarovsk
DURING THE PERIOD OF VERY SEVERE FLOODS**

V.P. Shesterkin, N.M. Shesterkina

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

The concentration and flow of nitrate nitrogen in the water of the Amur River near Khabarovsk during the period of very severe floods in 2013, 2019 and 2020 are considered. Significant variations in concentrations depending on the runoff and water content of the main flood-forming tributaries are shown. The maximum content (0.79 mg N/l) and runoff (1,200 t/day) of nitrate nitrogen was observed at the flood crest in 2019.

Введение

Река Амур – крупнейшая трансграничная река Евразии, сток которой составляет более половины общего стока всех рек Охотского побережья. Поэтому большие экономические преобразования в последние годы в бассейне Амура, в основном в китайской части, не могли не повлиять на сток нитратного азота, содержание которого лимитирует качество поверхностных вод и влияет на биологическую продуктивность рек и озер.

Спецификой природных условий бассейна Амура являются наводнения, охватывающие большие территории и имеющие частую повторяемость (каждые 3 года на среднем Амуре). Появлению наводнений в июле-сентябре способствуют восточноазиатские муссоны, вызывающие обильные осадки на большей части Приамурья. Кроме циклонической деятельности их возникновению способствуют густая речная сеть, горный рельеф, наличие мерзлых пород на севере и суглинистых грунтов на юге, резкое падение уклонов и малая высота берегов на среднем Амуре.

Очень сильные наводнения, вызывающие затопление населенных пунктов, у Хабаровска отмечаются при уровнях воды более 590 см (Бойкова, 1963). Наиболее часто такие наводнения отмечались в 50-е годы. В 2013 г. уровень и расход воды (808 см и 46100 м³/с) у Хабаровска превысил исторический максимум за весь период наблюдений. Данное наводнение формировалось в условиях насыщения влагой почв поздней весной и интенсивных ливневых дождей на верхнем и среднем Амуре, характеризовалось последовательным участием паводков на рр. Зея, Бурей, Сунгари и Уссури, их наложением при смещении вниз по течению основной волны амурского паводка. Очень сильные наводнения формировались также в 2019 и 2020 гг. в результате выходов тайфунов.

Гидрохимическая изученность Амура в период очень сильных паводков низкая. Мониторинг Росгидромета у г. Хабаровск в 1951–1975 гг. проводился в основном за содержанием главных ионов и органического вещества на середине реки на пике паводка, редко – на спаде, нитратная форма азота стала изучаться лишь после 1975 г.

Гидрохимические исследования ИВЭП ДВО РАН в 1998–2009 гг. свидетельствовали о повышенном содержании и стоке нитратного азота в воде р. Амур во время сформированных в бассейне р. Сунгари паводков (Шестеркин, Шестеркина, 2002, 2009). В 1998 г. на гребне паводка редкой повторяемости (раз 150 лет) содержание достигало 1,0 мг N/л, сток – 2687 т/сут. Повышенная концентрация нитратного азота отмечалась также в паводки 2002 и 2005 гг. (0,92 и 0,64 мг N/л соответственно). В 2009 г. на пике паводка содержание превышало 0,5 мг N/л, сток составил 703 т/сут, причем длительное затопление поймы (88 дней) обусловило значительный вынос нитратов (Шестеркин, Шестеркина, 2012, 2014).

Целью настоящей работы является изучение содержания и стока нитратного азота в воде р. Амур у Хабаровска в период очень сильных наводнений.

Объекты и методы

Исследования проводили в 2013–2020 гг. на р. Амур у г. Хабаровск ниже ж/д моста на 5–6 равномерно распределенных по ширине вертикалях. Выбор створа был обусловлен тем, что здесь проявляется влияние всех очагов формирования паводков, мониторинг за химическим составом проводится Росгидрометом с 1942 г. Пробы воды брали с поверхности 1–2 раза в месяц. Образцы анализировали в ЦКП при ИВЭП ДВО РАН. В работе кроме авторских использовали материалы по гидрологии Росгидромета за 2013 и 2019 гг.

Результаты и обсуждение

В 2013 г. историческому наводнению предшествовало многоводное половодье, во время которого пойма Амура у Хабаровска находилась под водой 46 дней. После короткого спада уровень воды с отметки 245 см стал постепенно возрастать (рис. 1). В начале паводка доминирование вод верхнего Амура и р. Зея (по 30%), р. Сунгари (25%) в стоке Амура обусловило на середине реки увеличение концентрации нитратного азота до 0,49 мг N/л (Шестеркин, 2016).

В конце второй декады августа в химическом составе вод Амура произошли большие изменения, вызванные влиянием паводка верхнего Амура. Отмечалось снижение средней концентрации нитратного азота с 0,28 до 0,23 мг N/л. Изменилось и ее распределение по ширине реки – наибольшие значения наблюдались в правобережной части русла.

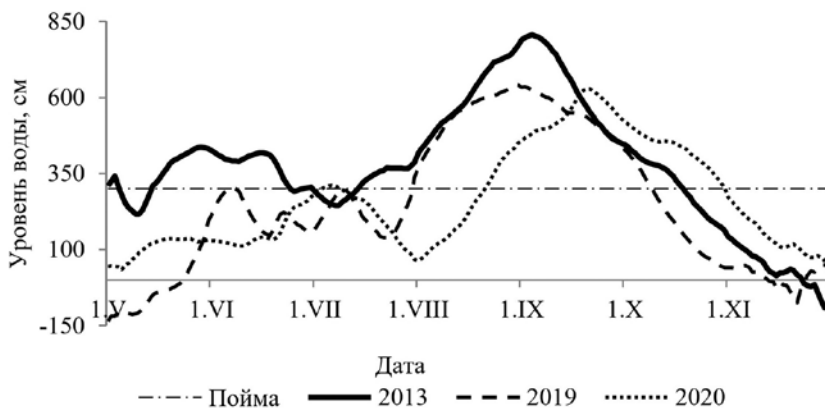


Рис. 1. Изменение уровней воды р. Амур у г. Хабаровск в мае–ноябре 2013, 2019, 2020 гг.

В конце августа при уровне воды 773 см содержание нитратного азота продолжало снижаться, причем в правобережной части Амура в большей степени, чем в левобережной части. Такая трансформация химического состава вод Амура была обусловлена влиянием паводков верхнего Амура, рр. Зея и Уссури.

На гребне паводка содержание нитратного азота в правобережной части и середине Амура резко возросло до 0,31 и 0,46 мг N/л соответственно. В левобережной же части реки его содержание изменялось в узком диапазоне (0,04–0,06 мг N/л). По сравнению с паводками в 1998, 2002 и 2009 гг., содержание нитратного азота было ниже, что могло быть вызвано выносом его в половодье (в мае в китайской части Амура ниже устья р. Сунгари содержание достигало 1,59 мг N/л). Сток нитратов на гребне в сутки составлял 956 т (Шестеркин, 2016).

Повышение содержания нитратного азота в воде на середине Амура свидетельствовало об усилении влияния сунгарийского паводка, вклад которого в это время возрос до 30% (Дугина, 2014). В то же время, одновременный подход максимумов паводков практически всех крупных притоков Амура обусловил резкую неоднородность в содержании нитратного азота по ширине реки (Шестеркин, 2016).

На спаде паводка концентрация нитратов резко повысилась за счет выноса с затопленных сельхозугодий Китая и России. На середине Амура его содержание достигало наибольшего значения (0,54 мг N/л), а длительность паводка (115 дней) обусловила высокий сток нитратного азота (64,6 тыс. т) в Охотское море (Шестеркин, 2016).

В дальнейшем содержание нитратного азота в воде стало постепенно снижаться, по ширине Амура значения сглаживались, хотя максимум продолжал оставаться на середине.

В 2019 г. повышению уровня воды р. Амур у г. Хабаровск (642 см) предшествовали 3 небольших паводка в июне и июле (рис. 1), сформированных выходами циклонов и активных атмосферных фронтов на Приамурье. В результате ливневых дождей на многих реках прошли паводки с уровнями категории неблагоприятного, местами опасного явления.

Во время первого паводка в июне при уровне 261 см среднее содержание нитратного азота составило 0,40 мг N/л, в 2,7 раза было выше, чем в июне 2013 г. Больше содержалось его при уровне 218 см (рис. 2). По ширине реки концентрация распределялась неравномерно, на середине была в 1,8 и 2,1 раза выше, чем у правого и левого берегов соответственно.

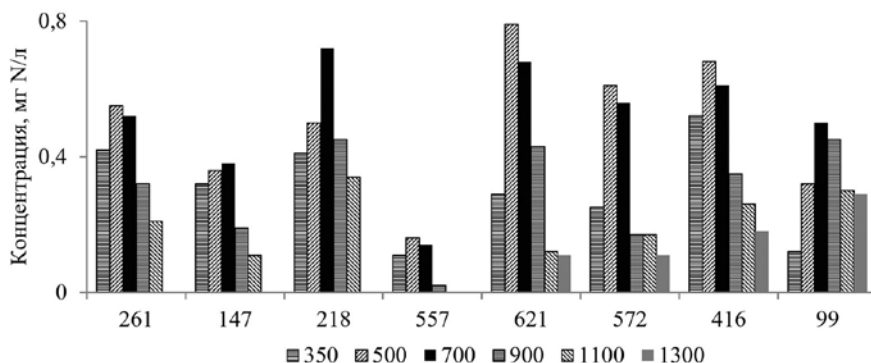


Рис. 2. Распределение концентрации нитратного азота в воде р. Амур от правого берега до левого у г. Хабаровск при разных уровнях воды в 2019 г.

Очень сильное наводнение у Хабаровска (пойма находилась под водой 71 день) стало формироваться в результате влияния активных фронтальных разделов и выхода тайфуна DANAS, которые в июле вызвали в Приамурье очень сильные дожди. Высокой водности Амура в это время также способствовали повышенные расходы воды р. Бурея, которые ниже ГЭС в июле в среднем составляли 2383 м³/с (максимум достигал 5161 м³/с).

На подъеме паводка в августе при уровне 557 см содержание нитратного азота по всей ширине Амура резко снизилось из-за потребления планктоном, причем в левобережной части упало ниже предела обнаружения (0,01 мг N/л). Крайне низкая, в отличие от паводка 2013 г., концентрация была в остальной части Амура (до 0,16 мг N/л). Среднее содержание нитратного азота составило 0,07 мг N/л (Шестеркин, Шестеркина, 2020). Подобная динамика его содержания отмечалась на подъеме паводка в 2013 г. (Шестеркин, 2016), что свидетельствует о значительном влиянии р. Сунгари в период очень сильных наводнений.

В августе тайфуны LEKIMA и KROSA обусловили в бассейнах рр. Уссури и Сунгари сильные дожди, которые вызвали повышение водности Амура. Достижению максимального уровня воды также способствовали повышенные расходы р. Бурея, которые в среднем составляли 3281 м³/с (максимум 5839 м³/с).

На гребне паводка содержание нитратного азота из-за влияния р. Сунгари резко возросло, достигнув у правого берега Амура максимального значения (0,79 мг N/л), которое по сравнению с левобережной частью было выше в 7 раз. Сравнение уровней концентраций на гребне паводков в 2013 и 2019 гг. свидетельствует о более высоком значении в 2019 г., т.е. об усилении хозяйственной деятельности в бассейне р. Сунгари.

Большая длительность паводка привела к выносу значительного количества нитратов. На гребне паводка сток нитратного азота составлял 1,2 тыс. т/сут., т.е. был выше, чем 2013 г. За весь период наводнения сток составил 71,2 тыс.т.

Снижение уровня воды в Амуре (рис. 1) было продолжительным из-за тайфуна LINGLING, который принес в Приамурье обильные осадки. На спаде паводка содержание нитратного азота на середине и у правого берега вначале снизилось, а затем резко возросло по всей ширине реки (рис. 3), достигнув в правобережной части максимума (до 0,68 мг N/л).

Летом 2020 г. появлению очень сильного наводнения на р. Амур (628 см) предшествовали небольшой паводок и глубокая летняя межень (рис. 1). Паводок формировался в южных, местами центральных районах Приамурья в конце июня

в результате выхода циклона с территории КНР. С 3 по 8 июля пойма Амура у Хабаровска находилась под водой (рис. 3). На спаде паводка отмечалось максимальное за все годы мониторинга содержание нитратного азота на середине реки (1,06 мг N/л). Такие особенности химического состава воды могли быть обусловлены выносом солей с сельхозугодий Китая, возможно бассейна р. Нэньцзян, где содержание нитратов иногда достигает 13,2 мг/л (Baojian Liu, 2013).

Очень сильное наводнение стало формироваться в середине августа (рис. 1) в результате активных фронтальных разделов, вызвавших в Приамурье высокие паводки. Большое влияние на сток Амура, как и в 2019 г., оказала р. Буря, расходы воды которой в среднем составили 2455 м³/с (максимум достигал 5913 м³/с). На р. Амур у Хабаровска в начале наводнения при уровне 450 см содержание нитратного азота по ширине реки из-за влияния рр. Зея, Буря и Уссури распределялось относительно равномерно. Из-за влияния р. Сунгари наибольшее содержание отмечалось на середине Амура (рис. 3), причем, по сравнению с паводками 2013 и 2019 гг., его значение было в среднем ниже на 0,1 мг N/л.

В сентябре бывший тайфун BAVI принес в южные и часть центральных районов Приамурья дожди, местами сильные. Большое влияние также оказали тайфуны MAYSAK и HAISHEN. Это привело к затоплению поймы Амура на глубину от 1,5 до 3,3 м, которая в районе Хабаровска, также как и в 2019 г., находилась под водой 71 день. Расходы воды рр. Зея и Буря, в среднем составляющие 722 и 1626 м³/с соответственно, в отличие от 2013 и 2019 гг. большого влияния на водность Амура не оказали. Поэтому на подъеме паводка при уровне 540 см по всей ширине Амура, кроме левобережной части, отмечался рост концентраций нитратного азота.

В отсутствие больших различий в максимальных уровнях воды в 2019 и 2020 гг., можно предположить, что на гребне паводка 2020 г. сток нитратов составлял 870 т N/сут, т.е. был в 1,4 раза ниже, чем в 2019 году. Такое снижение стока могло быть вызвано выносом его с территории КНР во время паводка в июле, когда содержание было максимальным (рис. 3).

Снижение уровня Амура носило более длительный характер (рис. 1), чем в паводки 2013 и 2019 гг. из-за выхода западного циклона и влияния фронтальных разделов на территории Приамурья. Выше, чем во время этих наводнений было также содержание нитратного азота, что также свидетельствует об усилении хозяйственной деятельности в китайской части бассейна Амура.

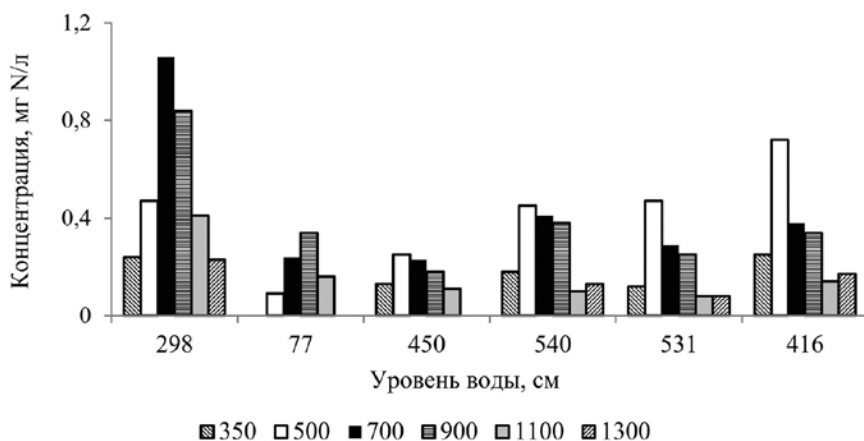


Рис. 3. Распределение концентрации нитратного азота в воде р. Амур от правого берега до левого у г. Хабаровск при разных уровнях воды в 2020 г.

Заключение

Содержание нитратного азота в воде р. Амур у г. Хабаровск в период очень сильных наводнений изменяется в широких пределах из-за больших различий в химическом составе вод основных притоков и их вклада на всех этапах формирования наводнения.

Влияние р. Сунгари во время очень сильных наводнений проявляется в правобережной части и на середине Амура в повышенных концентрациях нитратного азота на гребне и спаде, когда с затопленных сельхозугодий поступает большое количество солей. Максимальное содержание (0,79 мг N/л) и сток нитратного азота (1 200 т/сут) отмечался на гребне паводка в 2019 г. Значительно ниже эти значения были во время исторического наводнения 2013 г. (0,46 мг N/л и 956 т/сут), что свидетельствует об усилении хозяйственной деятельности на территории Кита

Литература

- Бойкова К.Г. 1963. Наводнения на реках Амурского бассейна // Вопросы географии Дальнего Востока. Сб. пятый. Хабаровск: кн. изд-во. С. 192–259.
- Дугина И.О. 2014. Выдающееся наводнение на Амуре 2013 года и его особенности. Взгляд гидролога // Наводнение 2013. Талакан: Русгидро. С. 41–57.
- Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. 2002. Максимальный ионный сток Среднего Амура // Биогеохимические и геоэкологические исследования наземных и пресноводных экосистем. Владивосток: Дальнаука. С. 105–115.
- Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. 2009. Особенности качества воды р. Сунгари // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. № 1. С. 50–53.
- Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. 2012. Пространственная и сезонная изменчивость химического состава воды Среднего Амура // Водное хозяйство России. № 5. С. 18–28.
- Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. 2014. Многолетняя изменчивость стока нитратного и нитритного азота в р. Амур у Хабаровска // Водные ресурсы. Т. 41. № 4. С. 412–418.
- Шестеркин В.П. 2016. Изменение химического состава вод Амура в период исторического наводнения в 2013 году // Водные ресурсы. Т. 43. № 3. С. 287–296.
- Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. 2020. Влияние крупных наводнений в районе Хабаровска в 2018–2019 гг. на гидрохимическую структуру вод Амура // Метеорология и гидрология. № 11. С. 92–99.
- Baojian Liu, Cong-Giang Liu, Gan Zhang, Zhi-Ghi Zhao, Si-Liang Li, Jian Nu, Nu Ding, Yun-chao Lang, Xiao-dong Li. 2013. Chemical weathering under mid-to cool temperate and monsoon-controlled climate: A study on water geochemistry of the Songhuajiang river system, northeast China // Applied Geochemistry. V.13. P. 265–278.

**ЗООБЕНТОС ОЗЕРА ЦВЕТОЧНОЕ И ПРОТОКИ
ШЕРЕМЕТЬЕВСКАЯ РЕКИ УССУРИ (ПРИРОДНЫЙ ПАРК
ШЕРЕМЕТЬЕВСКИЙ, ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)**

Н.М. Яворская

¹*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,*

ул. Дикопольцева, 56, г. Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru

²*ФГБУ «Заповедное Приамурье», ул. Юбилейная, 8, пос. Бычиха, Хабаровский край, 680502, Россия*

Приведены данные по разнообразию донных беспозвоночных, количественным показателям, структуре сообществ и качестве воды водоемов природного парка «Шереметьевский» (Хабаровский край, Россия). В оз. Цветочное и протоке Шереметьевская р. Уссури выявлено 48 таксонов гидробионтов (13 групп зообентоса). По биомассе доминировали моллюски, по плотности – олигохеты. К постоянным обитателям относятся мокрецы, хирономиды, олигохеты, поденки, пиявки, моллюски и нематоды. По встречаемости преобладали олигохеты (97%) и хирономиды (94%). Средняя плотность зообентоса составила 681 ± 223 экз./м², биомасса – $0,5 \pm 0,2$ г/м². Согласно олигохетному индексу Гуднайта и Уитлея обследованные водоемы находятся в хорошем состоянии (46%), воды чистые.

**ZOOBENTHOS OF THE TSVETOCHNOYE LAKE AND THE
CHANNEL SHEREMETYEVSAYA OF THE USSURI RIVER
(SHEREMETYEVSKEY NATURAL PARK,
Khabarovsk Territory)**

N.M. Yavorskaya

¹*Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS,*

56 Dikopoltsev St., Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru

²*Joint Directorate of State Natural Reserves and National Parks of the Khabarovsk Territory
«Zapovednoye Priamurye», 8 Yubileynaya St., Bychikha Village, Khabarovsk Territory, 680502, Russia*

The data on the diversity of benthic invertebrates, quantitative indicators, the structure of communities and the quality of water in reservoirs of the Sheremetievsky Natural Park (Khabarovsk Territory, Russia) are presented. In the Tsvetochnoye Lake and the Channel Sheremetievskaya of the Ussuri River 48 taxa of aquatic organisms (13 groups of zoobenthos) were identified. Molluscs dominated by biomass, while oligochaetes dominated by density. Permanent inhabitants include biting midges, chironomids, oligochaetes, mayflies, leeches, molluscs and nematodes. In terms of occurrence, oligochaetes (97%) and chironomids (94%) prevailed. The average density of zoobenthos was 681 ± 223 ind./m², biomass – 0.5 ± 0.2 g/m². According to the Goodnight and Whitley oligochaete index, the surveyed water bodies are in good condition (46%), the waters are clean.

Природный парк «Шереметьевский» организован в соответствии с постановлением губернатора Хабаровского края от 18 января 2016 г. в рамках реализации схемы перспективных особо охраняемых природных территорий регионального

значения «Стратегии экологической безопасности Хабаровского края на период до 2020 года», которая была утверждена распоряжением Правительства края № 758-рп в 2010 г. Парк расположен на правом берегу нижнего течения р. Уссури в пределах Вяземского муниципального района Хабаровского края. Общая площадь его составляет 4714,65 га. Высокая природоохранная ценность парка обусловлена тем, что на этой территории находится крупнейшая в Приамурье смешанная колония четырех видов веслоногих и аистообразных птиц с общей численностью 755 пар. Здесь расположены единственные в Хабаровском крае поселения большой белой цапли *Casmerodius albus* (Linnaeus) и кваквы *Nycticorax nycticorax* (Linnaeus) (Крюкова и др., 2016). Основой кормовой базы многих видов позвоночных являются беспозвоночные животные, играющие значительную роль в пищевых цепях.

Цель работы – изучить состав и количественные показатели сообществ донных беспозвоночных оз. Цветочное и протоки Шереметьевская р. Уссури, как основу кормовой базы бентосоядных рыб и их молоди.

Материал и методика

Количественные бентосные пробы отобраны с помощью ручной дражки конструкции д.б.н. Е.И. Шорникова 24 апреля 2020 г. в оз. Цветочное и протоке Шереметьевская, 3 июня 2020 г. в оз. Цветочное и 24 июня 2020 г. в протоке Шереметьевская с глубины 1,2–2,0 м и с суммарной площади 47,6 м². Штанговый дночерпатель ГР-91 (площадь захвата 0,007 м²) использовался при отборе проб бентоса 23 июня 2020 г. в оз. Цветочное на 24 станциях с глубин 0,3–0,6 м.

В апреле температура воды в оз. Цветочное и протоке Шереметьевская составила 10 °С; 3 и 23 июня в оз. Цветочное – 27 °С и 19,5 °С, соответственно; в протоке Шереметьевская – 19 °С. Грунт дна в прибрежной части оз. Цветочное представлен глиной с небольшой примесью детрита, а в районе свала и котла – детритом с илом; в протоке Шереметьевская – илом с детритом с примесью песка и глины. В оз. Цветочное наблюдается интенсивное развитие водной растительности. Характерной чертой растительного покрова озер, стариц, лугов парка являются реликтовые восточноазиатские и палеотропические виды растений – лотос орехоносный *Nelumbo nucifera* Gaertn., рогульник выемчатolistный *Trapa incisa* Siebold et Zucc., рдест малайский *Potamogeton malaianus* Miq., тростник японский *Phragmites japonicas* Steud., пятичленник китайский *Penthorum chinense* Pursh, красоднев корейский *Hemerocallis coreana* Nakai, лилия мозолистая, веероцветник сахароцветный *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack. (Крюкова и др., 2016).

Сбор имаго амфибиотических насекомых проводили с помощью энтомологического сачка «обкашиванием» прибрежной растительности. Собранный материал фиксировался 4%-м раствором формалина и 96%-м этанолом, обрабатывался по общепринятой методике (Тиунова, 2003). За период работ всего собрано и обработано 35 количественных, 4 качественные бентосные и 4 имагинальные пробы.

Структура сообществ рассчитывалась по количественным сборам зообентоса согласно классификации А.М. Чельцова-Бебутова в модификации В.Я. Леванидова (1977), в соответствии с которой доминанты от общей плотности или биомассы составляют 15% и более. Экологическое состояние водоемов с использованием показателей зообентоса оценивали по олигохетному индексу Гуднайта и Уитлея (Семенченко, 2004). Определение видовой принадлежности донных беспозвоночных проводилось по определителям (Определитель..., 1994, 1997, 2000, 2001, 2006, 2016).

Результаты и обсуждение

Таксономический состав оз. Цветочное и протоки Шереметьевская. В оз. Цветочное и протоке Шереметьевская выявлено 48 таксонов пресноводных беспозвоночных, принадлежащих к четырем типам животных (табл. 1).

Таблица 1

Фауна донных беспозвоночных оз. Цветочное и протоки Шереметьевская

Таксоны	Озеро Цветочное	Протока Шереметьевская
Тип Nemathelminthes – Круглые, или Первичнополостные, черви		
Класс Nematoda – Круглые черви	+	+
Тип Annelida – Кольчатые черви		
Класс Oligochaeta – Малощетинковые черви		
Семейство Naididae	+	+
Семейство Tubificidae	+	+
Семейство Lumbriculidae	+	+
Класс Hirudinea – Пиявки		
Семейство Erpobdellidae	–	+
Семейство Hirudinidae		
<i>Haemopsis</i> sp.	+	–
Семейство Glossiphoniidae		
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i> (Linnaeus, 1761)	+	–
Тип Arthropoda – Членистоногие		
Класс Arachnida		
Отряд Acariformes		
Hydrachnidae – Водяные клещи	+	+
Класс Malacostraca – Высшие раки		
Отряд Isopoda – Равноногие раки		
Семейство Assellidae		
<i>Asellus hilgendorfi</i> Bovallius, 1886	+	–
Класс Insecta – Насекомые		
Отряд Collembola – Подуры		
Семейство Poduridae		
<i>Podura aquatica</i> Linnaeus, 1758	+	+
Отряд Odonata – Стрекозы		
Семейство Coenagrionidae		
<i>Erythromma humerale</i> Selys, 1887	+	–
Семейство Gomphidae		
<i>Stylurus flavipes</i> (Charpentier, 1825)	+	–
<i>Trigomphus nigripes</i> (Selys, 1887)	–	+
Семейство Corduliidae		
<i>Epitheca bimaculata</i> Charpentier, 1825	+	+
<i>Somatochlora</i> sp.	+	+
Отряд Ephemeroptera – Поденки		
Семейство Caenidae		
<i>Caenis maculata</i> (Tshernova, 1952)	+	–
Семейство Siphonuridae		
Siphonuridae gen. sp.	+	–

Отряд Coleoptera – Жуки		
Семейство Haliplidae		
<i>Halipus</i> sp.	+	–
Семейство Scirtidae gen. sp.	+	–
Отряд Trichoptera – Ручейники		
Семейство Rhyacophilidae		
<i>Rhyacophila monstrosa</i> Levanidova et Schmid, 1977	+	–
Семейство Brachycentridae		
<i>Micrasema</i> sp.	+	–
Семейство Leptoceridae		
<i>Setodes</i> sp.	+	–
Семейство Phryganeidae		
<i>Hagenella clathrata</i> (Kolenati, 1848)	+	–
<i>Agrypnia</i> sp.	+	–
Семейство Limnephilidae		
<i>Nemotaulius</i> sp.	–	+
Отряд Diptera – Двукрылые		
Семейство Dolichopodidae	+	–
Семейство Limoniidae	–	+
Семейство Chaoboridae	–	+
Семейство Chironomidae		
Подсемейство Tanypodinae		
<i>Procladius</i> sp.	+	+
<i>Tanypus kraatzi</i> (Kieffer, 1912)	+	–
<i>Tanypus</i> sp.	+	–
Подсемейство Orthoclaadiinae		
<i>Cricotopus</i> gr. <i>sylvestris</i>	+	–
<i>Cricotopus</i> sp.	+	+
<i>Corynoneura scutellata</i> Winnertz, 1846	+	+
<i>Chaetocladius</i> sp.	+	+
<i>Orthocladus</i> (s.str.) gr. <i>saxicola</i>	+	–
<i>Hydrobaenus laticaudus</i> Sæther, 1976	+	–
Подсемейство Chironominae		
Триба Chironomini		
<i>Polypedilum</i> (T.) <i>bicrenatum</i> Kieffer, 1921	+	+
<i>Polypedilum</i> (s.str.) <i>nubeculosum</i> (Meigen, 1804)	+	+
<i>Parachironomus arcuatus</i> Goetghebuer, 1919	+	–
<i>Cladotanytarsus</i> gr. <i>mancus</i>	+	+
<i>Zavreliella marmorata</i> (v.d.Wulp, 1859)	+	–
Триба Tanytarsini		
<i>Paratanytarsus inopertus</i> Walker, 1856	+	–
<i>Corynocera oliveri</i> Lindeberg, 1970	+	–
<i>Tanytarsus</i> sp.	+	+
Тип Mollusca – Моллюски		
Класс Bivalvia – Двустворчатые моллюски	+	+
Класс Gastropoda – Брюхоногие моллюски	+	+
Семейство Acroloxidae gen. sp.	+	+

Наибольший видовой состав беспозвоночных отмечен в оз. Цветочное (43 таксона), а наименьший – в протоке Шереметьевская (24 таксона), что связано, по видимому, с разной степенью обследования водоемов. К интересной находке и впервые собранной в оз. Цветочное относятся хирономиды *Hydrobaenus laticaudus*, которые распространены на Аляске (США) и лишь в некоторых водоемах бассейна Нижнего Амура) (Makarchenko et al., 2019).

Структура сообществ. Озеро Цветочное. Бентосное сообщество по пробам, отобраным 24 апреля 2020 г., насчитывало 13 систематических групп животных (табл. 2).

Помимо этого, встречались имаго перепончатокрылых и равнокрылых, а также, пауки, наземные жуки, зоопланктон, молодь рыб из родов *Perccottus* Dybowski и *Rhynchocypris* Günther, а также креветки *Palaemonetes sinensis* (Sollander). По плотности и биомассе доминировали олигохеты (49,0% и 15,1%) и моллюски (15,1% и 75,4%), а также хирономиды по плотности (28,0%). Субдоминанты по обоим показателям отсутствовали. Категорию второстепенных по плотности представляли

Таблица 2

Структурные характеристики сообществ беспозвоночных оз. Цветочное и протоки Шереметьевская в весенний и летний периоды 2020 г.

Группы	Показатели	Озеро Цветочное			Протока Шереметьевская	
		24.04.2020	03.06.2020	23.06.2020	24.04.2020	24.06.2020
Oligochaeta	N	816	366	31 811	82	584
	B	1,3	0,3	29,1	0,1	0,1
Nematoda	N	28	40	2504	4	13
	B	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
Hirudinea	N	3	0	736	1	1
	B	<0,1	0,0	0,8	<0,1	<0,1
Hydrachnidae	N	9	9	147	1	0
	B	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,0
Asellidae	N	9	4	0	0	0
	B	0,1	<0,1	0,0	0,0	0,0
Odonata	N	11	5	0	5	0
	B	0,4	0,1	0,0	0,2	0,0
Ephemeroptera	N	3	3	295	1	0
	B	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,0
Coleoptera	N	1	0	0	0	0
	B	<0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Trichoptera	N	12	1	0	1	0
	B	<0,1	<0,1	0,0	0,1	0,0
Ceratopogonidae	N	52	5	884	1	2
	B	0,1	<0,1	0,5	<0,1	<0,1
Chironomidae	N	467	615	159 057	6	69
	B	0,2	0,2	37,9	<0,1	<0,1
Diptera indet.	N	5	1	0	2	6
	B	<0,1	<0,1	0,0	<0,1	<0,1
Mollusca	N	252	62	1915	14	45
	B	6,6	12,3	60,2	0,1	0,5
Всего (без моллюсков)	N	1667 (1415)	1113 (1051)	197 349 (195 434)	116 (102)	721 (675)
	B	8,8 (0,1)	12,8 (0,0)	129,1 (1,0)	0,5 (0,0)	0,7 (0,0)

Примечание. N – плотность, экз./м²; B – биомасса, г/м².

нематоды и мокрецы; по биомассе – водяные ослики, стрекозы и хирономиды.

Третьего июня 2020 г. в бентосе обнаружено 12 таксономических групп организмов. Отсутствовали жуки. Хирономиды (55,3%) и олигохеты (32,9%) преобладали по плотности, а моллюски (95,5%) по биомассе. Субдоминантами по плотности были моллюски. Разряд второстепенных по плотности представляли нематоды, а по биомассе – хирономиды и олигохеты.

23 июня 2020 г. в бентосе присутствовало только 8 групп беспозвоночных. Не отмечены водяные ослики, ручейники, стрекозы и другие двукрылые. Лидировали по обоим количественным показателям хирономиды (80,6% и 29,4%) и олигохеты (16,1% и 22,5%), а по биомассе продолжали преобладать моллюски (46,6%). Субдоминанты не отмечены. Категорию второстепенных представляли моллюски и нематоды по плотности.

Структура сообществ. Протока Шереметьевская. Сообщество донных беспозвоночных 24 апреля 2020 г. насчитывало 11 групп (табл. 2). Помимо этого, в бентосе встречался зоопланктон, рыбы из рода *Cobitis* Linnaeus и креветки. Доминировали по плотности и биомассе олигохеты (70,4% и 25,0%), и моллюски (18,7%), стрекозы (35,0%) и ручейники (18,4%) по биомассе. Субдоминанты по биомассе не выявлены, а по плотности их представляли моллюски и хирономиды. К категории второстепенных видов по обоим показателям относились другие двукрылые и нематоды и стрекозы по плотности.

24 июня 2020 г. в бентосе выявлено 9 групп организмов. Отсутствовали водяные клещи и ручейники. По обоим количественным показателям продолжали превалировать олигохеты (81,0% и 15,8%) и моллюски по биомассе (71,2%). К категории субдоминантов по плотности отнесены хирономиды и моллюски; по биомассе – стрекозы. В разряд второстепенных по плотности вошли нематоды; по биомассе – хирономиды и другие двукрылые.

Таким образом, в оз. Цветочное выявлено наибольшее видовое разнообразие донных беспозвоночных (13 групп гидробионтов), а также их количественные показатели. Только здесь отмечены водяные ослики и личинки жуков. Общая плотность бентоса в оз. Цветочное составила 200129 экз./м², в среднем 878±288 экз./м², биомасса – 150,7 г/м². В протоке Шереметьевская зарегистрировано 11 групп беспозвоночных. Общая плотность зообентоса составила 838 экз./м², в среднем 13±6 экз./м², биомасса – 1,3 г/м².

Донная фауна в оз. Цветочное и протоки Шереметьевская, ввиду своей мелководности, доступна для рыб. Отмечено (Боруцкий и др. 1952), что инфауна и эпифауна бассейна р. Амура, благодаря высокой кормовой ценности, широко используется рыбами. Многие бентосоядные рыбы охотно поедают различных ракообразных, моллюсков, крылатые формы водных насекомых, наземных беспозвоночных, случайно попавших в воду, а также олигохет, пиявок и других насекомых.

Качество воды. Олигохетный индекс Гуднайта и Уитлея показал, что экосистема оз. Цветочное находится в хорошем состоянии (39%) (воды «чистые»). По этому индексу экологическое состояние протоки Шереметьевская оценено как сомнительное (73%). Это связано на наш взгляд с отрождением молоди червей в период проведения исследований, что привело к некоторому искажению полученных результатов.

Заключение

Предварительные результаты исследования зообентоса в природном парке «Шереметьевский» показали, что в составе донной фауны оз. Цветочное и протоки

Шереметьевская р. Уссури выявлено 48 таксонов гидробионтов, принадлежащим к четырем типам животных – Круглые черви, Кольчатые черви, Членистоногие и Моллюски. Наибольшее видовое разнообразие отмечено для отряда Двукрылые. К интересной находке и впервые собранной в оз. Цветочное относятся хирономиды *Hydrobaenus laticaudus*, которые распространены на Аляске и лишь в некоторых водоемах бассейна Нижнего Амура. В бентосе зафиксировано 13 таксономических групп беспозвоночных, среди которых по биомассе доминировали моллюски, а по плотности – олигохеты. Наиболее бедной из грунтов оказалась глина. Максимальные значения сообществ зообентоса выявлены в летний период. К постоянным обитателям относятся мокрецы, хирономиды, олигохеты, поденки, пиявки, моллюски, нематоды. По встречаемости преобладали олигохеты (97%) и хирономиды (94%). Далее следовали нематоды (66%), моллюски (60%), мокрецы (49%) и водяные клещи (40%). У других двукрылых, поденок и стрекоз встречаемость составила по 37%, пиявок – 34%, ручейников – 29%, водяных осликов – 27%. Редко отмечены жуки (6%). Средняя плотность и биомасса бентоса составили 681 ± 223 экз./м² и $0,5 \pm 0,2$ г/м². Инфауна (без моллюсков) представлена в основном мелкими формами. Согласно олигохетному индексу Гуднайта и Уитлея оз. Цветочное и протока Шереметьевская находятся в хорошем состоянии (46%), воды «чистые».

Благодарности

Автор глубоко благодарен к.б.н. Р.С. Андроновой за организацию экспедиционных работ на территорию природного парка «Шереметьевский» и А.Н. Катышеву за помощь в сборе материала (ФГБУ «Заповедное Приамурье»).

Литература

- Боруцкий Е.В., Ключарева О.А., Никольский Г.В. 1952. Донные беспозвоночные (зообентос) Амура и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: Издание московского общества испытателей природы. Т. 3. С. 5–139.
- Крюкова М.В., Пронкевич В.В., Махинов А.Н., Антонов А.Л. 2016. Природный парк «Шереметьевский»: перспективы природоохранной и рекреационной деятельности. Вестник ДВО РАН. № 3. С. 5–16.
- Леванидов В.Я. 1977. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь» / ред. В.Я. Леванидов, И.М. Леванидова, Е.А. Макаренко. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. Т. 45 (148). С. 126–159.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. 2016. Т. 2. Зообентос. М.-СПб: Товарищество научных изданий КМК. 457 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1994. Т. 1. СПб.: ЗИН РАН. 400 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1997. Т. 3. СПб.: ЗИН РАН. 449 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 2000. Т. 4. СПб.: ЗИН РАН. 997 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 2001. Т. 5. СПб.: Наука. 825 с.
- Определитель насекомых Дальнего Востока России. 2006. Владивосток: Дальнаука. Т. 6. Ч. 4. 936 с.
- Семенченко В.П. 2004. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Минск: Орех. 125 с.
- 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: мет. пособие / под ред. Т.М. Тиуновой. М.: ВНИРО. С. 5–13.
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A., Semchenko A.A. 2019. Morphological description and DNA barcoding of *Hydrobaenus laticaudus* Sæther, 1976 (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae) from Amur River basin (Russian Far East) // Zootaxa. V. 4674, No. 2. P. 225–234.

**ПИГМЕНТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОРΟΣЛЕЙ
ПЕРИФИТОНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ ЗАПОВЕДНИКА
«БОЛЬШЕХЕХЦИРСКИЙ» (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)**

Н.М. Яворская^{1,2}, М.А. Климин¹

¹Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Дикопольцева, 56, г. Хабаровск, 680 000, Россия.
E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru, m_klimin@bk.ru

²ФГБУ «Заповедное Приамурье», ул. Юбилейная, 8, пос. Бычиха, Хабаровский край, 680 502, Россия

Представлены результаты изучения многолетней динамики содержания фотосинтетических пигментов водорослей перифитона в водотоках заповедника «Большехехцирский». Выявлены изменения пигментных характеристик, обусловленные гидрометеорологическими условиями сезонных и межгодовых флуктуаций, а также биологическими особенностями водорослей перифитона. Трофический статус водотоков по содержанию хлорофилла *a* в водорослях перифитона оценивается как мезотрофный. По годовым величинам интегральной первичной продукции реки и ручьи ООПТ характеризуются как высокопродуктивные. Современное экологическое состояние водотоков заповедника удовлетворительное, воды чистые.

**PIGMENTAL CHARACTERISTICS OF THE PERIPHYTON ALGAE
AND THEIR USING FOR ASSESSMENT OF THE WATER CURRENT
CONDITIONS OF THE BOLSHEKHEKHTSIRSKY NATURE
RESERVE (KHABAROVSK TERRITORY)**

N.M. Yavorskaya^{1,2}, M.A. Klimin¹

¹Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, 56 Dikopoltsev St., Khabarovsk, 680 000, Russia. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru, m_klimin@bk.ru

²Joint Directorate of State Natural Reserves and National Parks of the Khabarovsk Territory «Zapovednoye Priamurye», 8 Yubileinaya St., Bychikha Village, Khabarovsk Territory, 680 502, Russia

The results of the study of long-term dynamics of the content of photosynthetic pigments in periphyton algae in the watercourses of the Bolshekhkhtsirsky reserve are presented. Changes in pigment characteristics were revealed due to hydrometeorological conditions of seasonal and interannual fluctuations, as well as biological characteristics of periphyton algae. The trophic status of watercourses according to the content of chlorophyll *a* in periphyton algae is assessed as mesotrophic. According to the annual values of the integral primary production, the rivers and streams of specially protected natural areas are characterized as highly productive. The current ecological state of the watercourses of the reserve is satisfactory, the waters are clean.

Введение

Заповедник «Большехехцирский» расположен в непосредственной близости от г. Хабаровск на островном низкогорном массиве Хехцир, которому свойственны флористическое богатство, пестрота и многообразие сочетаний элементов

флоры (Заповедники..., 1985). Рельеф Хехцира более ста лет назад охарактеризовал Р.К. Маак, назвавший этот горный массив «интересным во всех отношениях». Он писал: «Плывущимъ по Усури противъ теченія прежде всего представляются на правомъ берегу гряды Хѣхцырскихъ горъ, которыя вскоре уходятъ внутрь страны и уступаютъ место широкимъ равнинамъ, пересекаемымъ, въ некоторыхъ местахъ, цепями холмовъ, которые примыкаютъ къ самой реке; между темъ какъ на левомъ берегу одна такая равнина занимаетъ огромное пространство» (Маак, 1861, С. 7–8).

Реки и ручьи северного макросклона хр. Большой Хехцир, протяженностью до 15 км (рр. Быкова, Половинка, Соснинский и др.), впадают в протоку Амурская реки Амур. Горные водотоки южных склонов хребта, длиной от 10 до 20 км (рр. Одыр, Цыпа, Белая и др.) впадают в равнинную реку Чирка. С запада протекает р. Уссури, которая ограничивает хребет и территорию заповедника. В нее впадает ряд рек и ручьев длиной до 10 км (Инженерка, Грязный Кривун и др.). Водотоки северного склона берут начало на высоте 450–550 м над уровнем моря, водотоки южного – 500–650 м над уровнем моря и имеют горный характер, высокую скорость течения. Поймы почти всех рек заболочены, берега низкие, русла извилистые каменистые, продольный профиль в пределах гор ступенчатый. Во время прохождения дождевых паводков высокой обеспеченности и в период весеннего снеготаяния происходит резкий подъем уровней воды, обусловленный большой крутизной склонов, изометрической формой бассейнов и значительными уклонами русел. Спад воды продолжается до конца ноября – начала декабря. В сухие периоды водотоки сильно мелеют и пересыхают. Горные водотоки характеризуются низкими температурами воды, бурным потоком, большими скоростями течения и незначительной мутностью в течение большей части года (Махинов, 2011; Флора..., 2011). По химическому составу поверхностные воды хребта являются гидрокарбонатными кальциевыми, по величине минерализации (от 21,0 до 70,4 мг/дм³) – ультрапресными (Шестеркина и др., 2005).

Основная роль в функционировании водных экосистем, их устойчивости, формировании качества водной среды принадлежит водорослям. В предгорных притоках бассейна р. Амур главным продуцентом органического вещества служит перифитон, преимущественно диатомовые водоросли (Леванидов, 1969). Менее распространены другие отделы: динофитовые, эвгленофитовые, золотистые, желтозеленые и красные водоросли (Протасов, 1994). В настоящее время в водных объектах заповедника насчитывается 357 видов водорослей (включая разновидности и формы – 376) из 7 отделов, 61 семейства и 139 родов, среди которых наиболее многочисленно и разнообразно представлены диатомовые – 169 видов (включая разновидности и формы – 188) и харовые водоросли – 69 видов (Медведева, 2019). Растительные пигменты являются маркерами физиологического состояния растительных организмов и функционирования экосистемы в целом (Сигарева, 2012). Информация о качественных и количественных характеристиках растительных пигментов водорослей перифитона позволяет решать задачи контроля санитарно-биологического состояния водных объектов и определять возможные пути их регулирования (Медведева, 2020). Известно много работ по изучению биомассы и пигментных показателей водорослей перифитона в водотоках США, Канады, Швейцарии, Новой Зеландии, Японии, Франции, России и стран СНГ (Беляева, 2017). Однако пигментные характеристики водорослей перифитона в бассейне р. Амур изучены недостаточно, а сведения о них в реках и ручьях заповедника «Большехехцирский» ограничены (Яворская, 2016).

Цель работы – выявить сезонную динамику фотосинтетических пигментов водорослей перифитона водотоков заповедника «Большехехцирский» и дать оценку качества их вод.

Материал и методика

Исследования проводили в апреле–ноябре 2014 г., мае–ноябре 2015 г., апреле–ноябре 2016–2018 г., апреле, июне–июле 2019 г. Материалом для определения фотосинтетических пигментов послужили водоросли перифитона, населяющие гравийно-галечный субстрат в реках и ручьях северного (Быкова, Половинка, Соснинский), южного (Золотой, Одыр, Цыпа, безымянный, Белая Речка) и западного (Куркуниха, Головина, Грязный Кривун, Шереметьевский, Синюгинский, безымянный, Пилка, Чирка, Инженерка, Уссури, Дворовый) склонов хр. Большой Хехцир (рис. 1).

С глубины 0,1–0,3 м методом случайной выборки доставали 5–12 камней, с которых водоросли перифитона счищали щеткой в определенном объеме воды. Затем определяли площадь камней по их проекции весовым методом (Богатов, 1994). Водоросли перифитона концентрировали из 0,02–0,85 л воды через мембранные фильтры «Владипор» типа МФАС-ОС-3 и фильтры обеззоленные синяя лента (ТУ 6-09-1678-77). Определение пигментов перифитона проводили по стандартной спектрофотометрической методике (ГОСТ 17.1.4.02–90) с учетом методических уточнений М.А. Климкина и С.Е. Сиротского (2005). Измерения выполняли с помощью спектрофотометра UV мини-1240 фирмы Shimadzu на базе Центра коллективного пользования при ИВЭП ДВО РАН. Всего обработано 122 пробы водорослей перифитона, в т.ч. в водотоках, стекающих с северного склона хр. Большой Хехцир – 54 пробы, западного – 56, южного – 12 проб.

Концентрацию хлорофилла a ($C_{\text{хл } a}$) рассчитывали по S.W. Jeffrey и G.F. Humphrey (Jeffrey, Humphrey, 1975); хлорофиллов b , $c_1 + c_2$ ($C_{\text{хл } b}$, $C_{\text{хл}}$

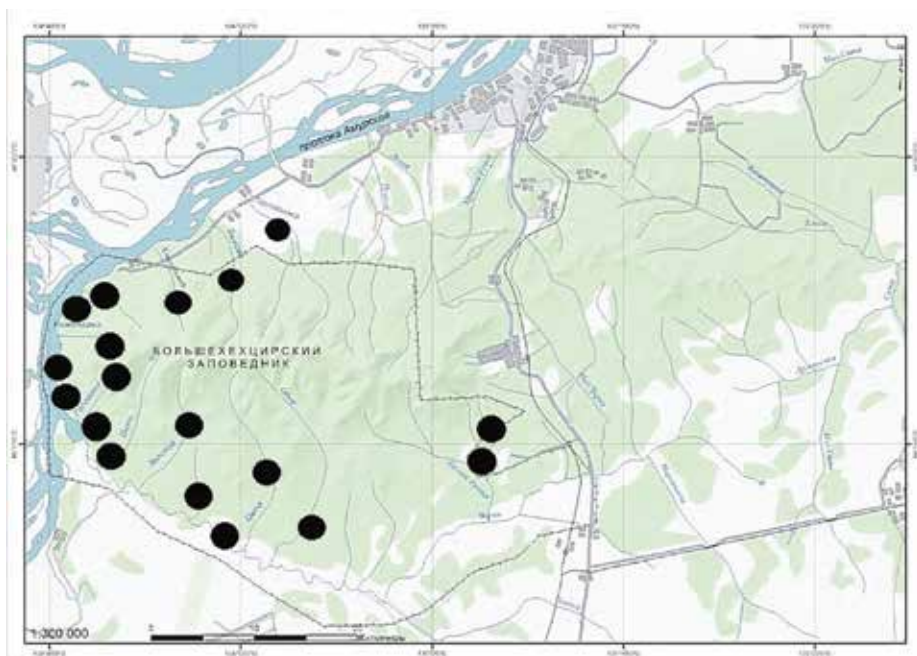


Рис 1. Карта-схема заповедника «Большехехцирский» с указанием мест сбора материала

$c_1 + c_2$), каротиноидов (С k), пигментный индекс ($I_{430/664}$) по методикам ГОСТа (ГОСТ 17.1.4.02–90); пигментное отношение ($O_{480/664}$) по R.A. Watson и P.L. Osborne (Watson, Osborne, 1979). Расчет первичной продукции под 1 м² и определение трофического статуса водотоков произведены согласно работам Г.Г. Винберга и В.В. Бульона (Винберг, 1960; Бульон, 1983). Оценка качества воды по концентрации хлорофилла *a* в перифитоне водотоков проведена по работе С.Е. Сиротского и Д.Н. Юрьева (Сиротский, Юрьев, 2000). Построение карты осуществлено в программе ArcGIS10.1.

В настоящей работе обобщены данные количественного учета бокоплавов, поденок, ручейников, хирономид, веснянок. Пробы бентоса отбирали складным бентометром (площадь захвата 0,063 м²) и обрабатывали по общепринятой методике (Тиунова, 2003). Для оценки состояния сообществ зообентоса использовали численность (N, экз./м²) и биомассу (B, г/м²).

Результаты и обсуждение

Результаты измерений концентраций фотосинтетических пигментов водорослей перифитона рек и ручьев заповедника «Большехецирский» представлены в таблице.

Хлорофилл *a* содержится у всех растений (Минеева, 2014). В фонде зеленых пигментов водорослей перифитона в водотоках северного, южного и западного склонов хр. Большой Хехцир преобладает хлорофилл *a*, относительное содержание дополнительных хлорофиллов немного ниже. По результатам всех наблюдений в трофогенной зоне рек концентрация основного пигмента растительной клетки – хлорофилла *a* – колебалась в широких пределах: от 0,6 (сентябрь 2018 г., руч. Куркуниха) до 130,2 мг/м² (ноябрь 2017 г., р. Половинка), составив в среднем 17,6 мг/м². Содержание хлорофилла *a* достигало 77% от суммарного количества хлорофиллов ($a + b + c$).

Наличие дополнительных пигментов (хлорофилл *b* и хлорофилл *c*) зависит от систематической принадлежности растительных организмов. Примерно треть общего количества хлорофиллов у зеленых водорослей (отдел Chlorophyta) составляет хлорофилл *b* (Минеева, 2014). Концентрация хлорофилла *b* варьировала от 0 (сентябрь 2018 г., р. Быкова) до 19,2 мг/м² (ноябрь 2014 г., р. Половинка) (в среднем 2,6 мг/м²).

Хлорофилл *c* содержится только у диатомовых (Bacillariophyta), золотистых (Chrysophyta), динофитовых (Dinophyta), криптофитовых (Cryptophyta) и бурых (Phaeophyta) водорослей (Минеева, 2014). Содержание хлорофилла *c* колебалось от 0 (апрель, май 2017 г., руч. Соснинский; апрель 2017 г., руч. Головина) до 27,5 мг/м² (ноябрь 2016 г., р. Половинка) (в среднем 2,6 мг/м²).

Каротиноидные пигменты (каротин и ксантофиллы) – желтые фотосинтетические пигменты перифитона (Ермолаев, 1989). Количество каротиноидов изменялось от 0,7 (май 2015 г., руч. Дворовый; сентябрь 2016 г., р. Быкова) до 133,5 мг/м² (ноябрь 2016 г., р. Половинка), среднее значение этого показателя составило 11,3 мг/м².

Наименьшие значения пигментного отношения (0,4) были отмечены в безымянном ручье (южный склон хр. Большой Хехцир), р. Чирка (июнь 2015 г.), р. Быкова (июль 2016 г.), р. Половинка (август 2016 г.); наибольшие (3,5) – в руч. Куркуниха (сентябрь 2018 г.). Пигментное отношение в среднем составляло 0,8. Данные показатели характеризуют нормальное физиологическое состояние водорослей, обитающих при достаточной обеспеченности биогенным питанием (Сиротский, Медведева, 1996).

Пигментный индекс отражает пигментное разнообразие водорослевого сообщества (Margalef, 1960). Пигментный индекс может служить и как индикатор старения фитопланктонного сообщества – тогда его значение повышается (Ермолаев, 1989). Считается, что для нормально функционирующего фитопланктона этот коэффициент обычно равен 1,25–4,0, а наибольшие его значения (10–20 и выше) характерны для перифитона, обогащенного растительным детритом (Бульон, 1983). За период наших исследований минимальное значение пигментного индекса (1,2) зафиксировано в р. Половинка (апрель, 2014 г.), максимальное (8,0) – руч. Куркуниха (сентябрь, 2018 г.), среднее – 2,4.

Таким образом, содержание хлорофилла *a* в обследованных водотоках заповедника сопоставимо с таковым в других реках горного и полугорного типа Дальнего Востока России, США, Канады и в большинстве случаев составляет от 10 до 100 мг/м³ (Богатов, 1994; Сиротский, 1993, 1998, 2014; Сиротский, Медведева, 1996; Яворская, Климин, 2019). Необходимо отметить, что полученные сведения по содержанию хлорофилла *a* также совпадают с подобными протоки Амурская р. Амур (от 6,5 до 93,6 мг/м³) (Яворская, 2017).

Сезонная и межгодовая динамика пигментов. Отмечено (Алимов и др., 2013), что в каждом географическом районе отдельные организмы и речные экосистемы исторически адаптированы к особенностям водного режима реки (совокупное изменение во времени расходов и уровней воды, уклонов и скоростей течения, термического и ледового режимов, химического состава природных вод и других характеристик). Известно, что динамика водности рек и ручьев хр. Хехцир в разные сезоны отличается. С крутого западного склона хребта стекают короткие ручьи, а с более пологих северного и южного склонов – длинные. В связи с тем, что реки и ручьи, стекающие с южного склона, являются наиболее труднодоступными объектами, за период исследований в них собрано небольшое количество проб водорослей перифитона, причем в лучшем случае (р. Одыр) ежегодно в течение четырех лет. Наиболее часто удалось исследовать водотоки, стекающие с северного склона хребта. Учитывая достаточно близкие морфометрические характеристики водотоков северного и южного склонов хребта, сравнительно близка в них должна быть и динамика концентрации фотосинтетических пигментов водорослей перифитона. В реках и ручьях, стекающих с южного склона хр. Большой Хехцир, в среднем за 2014–2017 гг. количество хлорофиллов *a*, *b*, *c* водорослей перифитона составляло соответственно 18,0; 2,6; 2,0 мг/м², каротиноидов – 9,9 мг/м². Как видно из данных, приведенных в таблице, результаты разовых исследований состава пигментов в водотоках южного склона хр. Большой Хехцир близки к средним данным для таковых в водотоках северного склона.

В водотоках заповедника, стекающих с северного склона хр. Большой Хехцир, общее содержание пигментов водорослей перифитона с 2014 по 2018 гг. стабильно увеличивалось в июне и ноябре, в периоды межени (рис. 2).

Исключениями являются лишь данные 2017 г., когда в ноябре резкого увеличения пигментов не произошло, а также хорошо выраженный апрельский максимум 2014 г. В первом случае причиной может быть поздний паводок, во втором, вероятно, это следствие аномального увлажнения территории Приамурья после катастрофического наводнения на р. Амур в 2013 г. В среднем за 2014–2018 гг. в реках и ручьях заповедника, стекающих с северного склона хр. Большой Хехцир, количество хлорофиллов *a*, *b*, *c* водорослей перифитона составляло соответственно 21,4, 2,9 и 3,1 мг/м², каротиноидов – 14,2 мг/м².

Таблица 1

Содержание в водорослях перифитона водотоков заповедника «Большехехицкий» фотосинтетических пигментов и величины их соотношений, 2014–2019 гг.

Водоток, t _{воды}	Год	C _{хл а²} , мг/м²	C _{хл в²} , мг/м²	C _{хл с²} , мг/м²	C _{к²} , мг/м²	O _{480/664}	I _{430/664}
Северный склон хр. Бол. Хехцир							
Половинка, 1–20 (11)	2014	14,3–122,5 (49,8)	3,1–19,2 (7,1)	1,6–16,6 (6,5)	7,8–69,3 (28,1)	0,5–0,7 (0,6)	1,2–2,3 (1,9)
	2015	2,5–58,9 (22,9)	1,0–6,4 (3,3)	0,3–8,5 (3,6)	1,2–39,0 (15,6)	0,5–0,9 (0,7)	2,1–2,6 (2,3)
	2016	2,4–130,2 (35,1)	0,5–13,4 (4,3)	0,4–27,5 (5,7)	1,7–133,5 (28,3)	0,4–1,2 (0,8)	1,4–2,5 (2,1)
	2017	29,9	12,0	3,6	15,1	0,6	2,2
Быкова, 1–17,8 (10)	2016	1,1–7,5 (4,1)	0,1–1,7 (0,7)	0,1–1,0 (0,5)	0,7–5,4 (2,5)	0,4–1,0 (0,7)	1,9–4,1 (2,5)
	2017	1,2–30,9 (6,8)	0,7–3,6 (1,5)	0,1–2,3 (0,7)	1,2–19,0 (5,2)	0,7–1,3 (1,0)	1,9–3,4 (2,8)
	2018	4,7–71,6 (21,6)	0–4,1 (1,2)	0,9–9,7 (3,2)	3,2–43,4 (14,1)	0,6–1,0 (0,8)	2,0–2,8 (2,5)
	2015	2,8	0,4	0,3	1,5	0,6	2,0
Соснинский, 1–22 (10)	2016	4,1–46,0 (25,1)	1,6–3,4 (2,5)	0,5–11,5 (6,0)	2,7–27,7 (15,2)	0,7–0,7 (0,7)	1,5–2,1 (1,8)
	2017	0,8–9,8 (5,1)	0,5–2,3 (1,4)	0–1,2 (0,4)	1,4–5,3 (3,2)	0,6–1,9 (1,0)	2,0–4,7 (2,8)
Южный склон хр. Бол. Хехцир							
Одыр, 7–17 (13)	2014	5,7	2,0	0,8	3,6	0,7	2,2
	2015	4,3	2,1	0,5	2,1	0,6	2,1
	2016	5,9	1,6	0,8	4,0	0,8	2,3
	2017	8,6	2,0	1,0	4,6	0,6	2,1
Цыпа, 14–16 (15)	2014	8,2	2,7	0,8	4,3	0,6	2,0
	2017	7,2	1,9	0,8	4,0	0,6	2,1
Золотой, 14	2015	7,1	1,4	0,7	3,6	0,6	2,0
Чирка, 18–23 (21)	2014	66,0	6,1	3,9	34,1	0,6	1,9
	2015	23,0	1,5	2,3	9,1	0,4	2,0
	2017	7,5	2,3	0,7	5,1	0,8	2,4
Белая Речка, 9	2016	58,3	2,5	10,3	39,5	0,8	1,7
Безымянный, 13	2015	13,9	5,3	1,6	5,6	0,4	2,0

Водоток, t _{вод}	Год	C _{хл а} , мг/м²	C _{хл в} , мг/м²	C _{хл с} , мг/м²	C _к , мг/м²	O _{480/664}	I _{430/664}
Западный склон хр. Бол. Хехир							
Уссури, 12–26 (23,6)	2017	11,6–27,1 (17,1)	2,5–4,0 (3,5)	1,9–3,5 (2,5)	8,0–14,8 (10,5)	0,6–0,8 (0,7)	2,1–2,8 (2,5)
	2018	8,0–37,3 (15,9)	0,5–4,2 (2,6)	0,5–6,3 (3,2)	4,5–24,7 (10,9)	0,6–1,2 (0,8)	2,1–2,8 (2,3)
	2019	54,5–67,3 (60,9)	4,7–9,5 (7,1)	7,8–9,5 (8,6)	34,2–51,2 (42,7)	0,7–1,0 (0,8)	2,1–4,4 (3,3)
Пилка, 1–16,3 (9,7)	2015	1,6–5,0 (3,5)	0,3–0,7 (0,5)	0,3–1,2 (0,7)	1,1–3,2 (2,2)	0,7–0,8 (0,7)	2,3–2,4 (2,4)
	2016	6,3–10,5 (8,4)	2,7–6,5 (4,6)	0,8–1,9 (1,4)	3,9–7,4 (5,7)	0,7–0,8 (0,7)	2,3–2,7 (2,5)
	2017	4,3–79,0 (25,5)	1,3–13,6 (4,7)	0–12,6 (3,3)	3,5–46,1 (15,2)	0,7–1,0 (0,8)	1,8–2,6 (2,4)
	2018	4,5–8,2 (6,0)	0,9–2,0 (1,5)	0,9–2,4 (1,5)	3,5–6,3 (5,1)	0,5–1,3 (0,9)	2,4–3,2 (2,7)
	2019	6,2	1,4	0,8	4,0	0,7	2,2
Курунка, 2–17,9 (9,6)	2018	0,6–13,7 (6,8)	0,2–1,7 (1,0)	0,4–2,8 (1,2)	2,0–8,7 (4,9)	0,6–3,5 (1,6)	2,2–8,0 (4,2)
	2019	16,3	0,5	3,8	11,0	0,8	2,4
	2015	0,9	0,2	0,1	0,7	0,8	2,3
Дворовой, 12	2018	1,9–6,2 (4,1)	0,5–1,3 (0,9)	0,7–1,0 (0,9)	1,9–5,2 (3,5)	0,9–1,1 (1,0)	3,1–3,1 (3,1)
	2018	2,8	0,7	0,8	2,0	0,8	2,6
Синюгинский, 13,9	2018						2,6
Безымянный, 15	2018	19,8	1,5	4,6	10,7	0,6	2,5
Инженерка, 2–12 (6)	2015	2,8–16,8 (8,0)	0,8–1,6 (1,1)	0,4–1,9 (1,0)	1,7–9,3 (4,5)	0,5–0,8 (0,7)	1,9–2,3 (2,1)
Грязный Кривун, 4–12 (7,2)	2015	4,8–15,3 (9,5)	0,9–4,3 (2,0)	0,4–3,1 (1,5)	0,4–1,7 (1,3)	0,5–0,7 (0,6)	1,9–2,3 (2,0)
Шереметьевский, 11–12 (11,5)	2018	24,9–29,2 (27,1)	2,0–3,1 (2,6)	4,1–7,4 (5,7)	13,3–17,8 (15,5)	0,6–0,7 (0,6)	2,1–2,4 (2,2)

Примечание: пределы колебаний и средние показатели (в скобках) температуры воды и содержания фотосинтетических пигментов и величин их соотношений; C_{хл а} – концентрация хлорофилла а; C_{хл в} – концентрация хлорофилла в; C_{хл с} – концентрация хлорофилла с; C_к – концентрация каротиноидов; O_{480/664} – значения пигментного отношения; I_{430/664} – значения пигментного индекса.

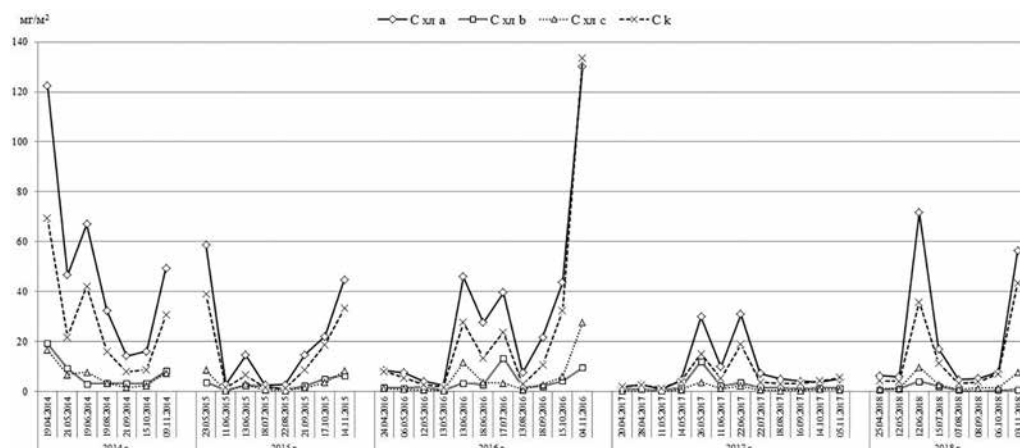


Рис. 2. Сезонная динамика концентрации фотосинтетических пигментов водорослей перифитона в водотоках, стекающих с северного склона хр. Большой Хехцир заповедника «Большехехцирский», 2014–2018 гг.

В водотоках, стекающих с западного склона хр. Большой Хехцир, общее содержание пигментов водорослей перифитона с 2015 по 2019 гг. заметно повышалось во время межени весной и летом (рис. 3).

По результатам четырех отборов, сделанных осенью (2015 и 2018 гг.), зафиксировано лишь небольшое увеличение пигментов, что может быть связано с характеристиками водотоков, приведенными выше. В среднем за 2015–2019 гг. в реках и ручьях заповедника, стекающих с западного склона хр. Большой Хехцир, количество хлорофиллов *a*, *b*, *c* водорослей перифитона составляло соответственно 13,8, 2,3 и 2,2 мг/м^2 , каротиноидов – 8,8 мг/м^2 .

Межгодовые сезонные различия динамики концентрации фотосинтетических пигментов водорослей перифитона в водотоках заповедника хорошо выражены, имеют несколько весенне-летне-осенних максимумов, которые определяются гидрологическими факторами, сложившимися в каждый конкретный год, влияние которых хорошо прослеживается (рис. 4).

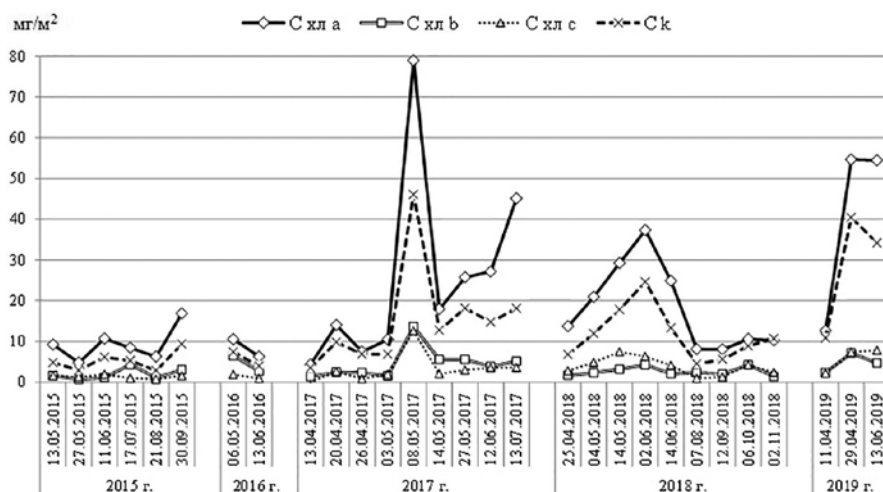


Рис. 3. Сезонная динамика концентрации фотосинтетических пигментов водорослей перифитона в водотоках, стекающих с западного склона хр. Большой Хехцир заповедника «Большехехцирский», 2015–2019 гг.

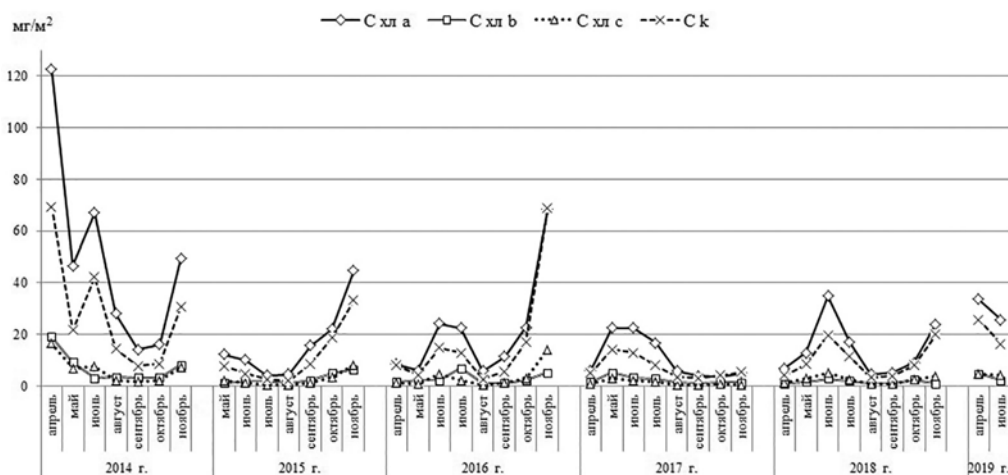


Рис. 4. Многолетняя динамика осредненных концентраций фотосинтетических пигментов водорослей перифитона в водотоках заповедника «Большехецирский», 2014–2019 гг.

В 2014 г. зафиксировано три пика – апрель, июнь, ноябрь. Следует отметить, что в апреле наблюдались самые высокие концентрации растительных пигментов за весь шестилетний период исследований водотоков. Это объясняется особенностями гидрометеорологических условий весны данного года (повышенный фон температуры воздуха, большой дефицит жидких осадков), способствовавших интенсивному снеготаянию, раннему сходу снежного покрова и раннему вскрытию рек (Государственный доклад..., 2015).

В 2015 г. содержание фотосинтетических пигментов в июле–августе оказалось наиболее низким почти за весь период наблюдений, близки к этим минимальным значениям августовские данные 2016–2018 гг. Тем не менее, в этот год отмечался небольшой пик в мае и хорошо выраженный – в ноябре. Это связано с затяжной и холодной весной, с температурами около и на 1–2 °C ниже нормы, с преобладанием дождливой погоды. Лето было дождливое, а осенью преобладала относительно теплая и умеренно дождливая погода (Государственный доклад..., 2016).

В 2016 г. зафиксированы пики максимумов в июне–июле и ноябре. Причем в мае выявлены очень низкие значения содержания растительных пигментов. В этот год апрель и май характеризовались неустойчивым температурным режимом. Май был дождливым, осадков выпало в 1,5–2,5 раза больше обычного. Лето также было дождливым, умеренно теплым. В сентябре уровень температуры воздуха был повышенным, но с началом октября резко похолодало и отмечался дефицит осадков (Государственный доклад..., 2017).

В 2017 г. в мае и июне отмечены одинаковые значения хлорофилла *a*, являющиеся максимальными в этот год. К тому же осенью не зарегистрирован сильный рост растительных пигментов. В этот год весной сохранялся повышенный фон температуры воздуха, а лето началось на неделю позже обычных сроков и было холодным. Осадков выпало около и больше нормы. В конце сентября отмечались сильные осадки. В октябре–ноябре были резкие колебания температуры воздуха, причем наиболее холодными, на 1–4 °C ниже нормы, были первые две декады октября, а в начале ноября температура воздуха была на 4–6 °C выше обычной (Государственный доклад..., 2018).

В 2018 г. зафиксированы пики максимумов хлорофилла *a* в июне и ноябре. Весной отмечался повышенный фон температуры воздуха, дефицит осадков, который

сохранялся до конца первой декады июня. Наибольшее количество осадков (120–170% месячной нормы) выпало в июле. В начале сентября прошли сильные и очень сильные дожди и наступило резкое похолодание. Со второй половины месяца и до конца ноября установилась теплая погода без осадков. Среднемесячная температура воздуха осенью превышала норму на 2–5 °С (Государственный доклад..., 2019).

В 2019 г. обследования проводились только в апреле и июне, но полученные результаты хорошо показывают некоторый спад содержания растительных пигментов от апреля к июню, после прохождения дождей.

Резюмируя сказанное, в динамике содержания хлорофилла *a* и общего количества пигментов в течение теплого сезона года отмечено два–три максимума, количество и выраженность которых обусловлены характером увлажнения территории, однако более контрастно проявились они в реках северного склона хр. Большой Хехцир. Для рек и ручьев заповедника характерно относительно равномерное распределение водорослей всех отделов, т.е. по динамике фотосинтетических пигментов хорошо прослеживается сезонная сукцессия видов водорослей. Полученные результаты сезонной динамики водорослей перифитона водотоков заповедника «Большехехцирский» вполне сопоставимы с таковыми заказника «Хехцирский» (Яворская, Климин, 2019).

Динамика содержания хлорофилла *a* и количественных показателей зообентоса. Развитие популяций водных насекомых напрямую зависит от степени развития популяций организмов-продуцентов органического вещества, таких, как водоросли перифитона и фитобентоса. Активно потребляя органическое вещество растительного происхождения и будучи одним из основных компонентов питания рыб, личинки амфибиотических насекомых активно участвуют в трансформации вещества и энергии от продуцентов к высшим трофическим уровням (Голубков, 2000). В основу изучения динамики зообентоса положена плотность и биомасса бокоплавов, поденок, веснянок, ручейников и хирономид, в связи с их практически 100% встречаемостью в донных сообществах рек и ручьев заповедника «Большехехцирский».

В водотоках, стекающих с северного склона хр. Большой Хехцир, в мае, на фоне небольшого снижения концентрации хлорофилла *a*, плотность беспозвоночных в общем увеличивалась, благодаря отрождению их молоди. Исключение составили хирономиды, у которых в мае происходил вылет стенотермных видов имаго (рис. 5).

В июне одновременно выросли концентрация хлорофилла *a* и плотность бокоплавов, хирономид, поденок благодаря отрождению их молоди. В июле, после прохождения паводковых вод, снизилась концентрация хлорофилла *a*, а также по причине вылета имаго хирономид и веснянок уменьшилась плотность их личинок в бентосе, но продолжала расти плотность бокоплавов, поденок, ручейников, что связано с появлением их молоди. В августе, после прохождения дождей, вновь произошло небольшое снижение концентрации хлорофилла *a* и плотности бентоса. Исключением является увеличение численности ручейников. В сентябре, после паводка, с гальки был смыт слой накопившегося в межень наилка, совсем немного возросла концентрация хлорофилла *a*, и выросла плотность бокоплавов, поденок, веснянок, ручейников, вероятно, поступивших с других участков русла. В октябре начали повышаться концентрация хлорофилла *a*, а также плотность личинок хирономид и поденок при небольшом ее снижении у бокоплавов, веснянок и ручейников. В ноябре, во время установившегося меженного периода, выросла только концентрация хлорофилла *a* и плотность хирономид. Оставшиеся бентосные организмы заранее стали покидать участки осушения и промерзания русла.

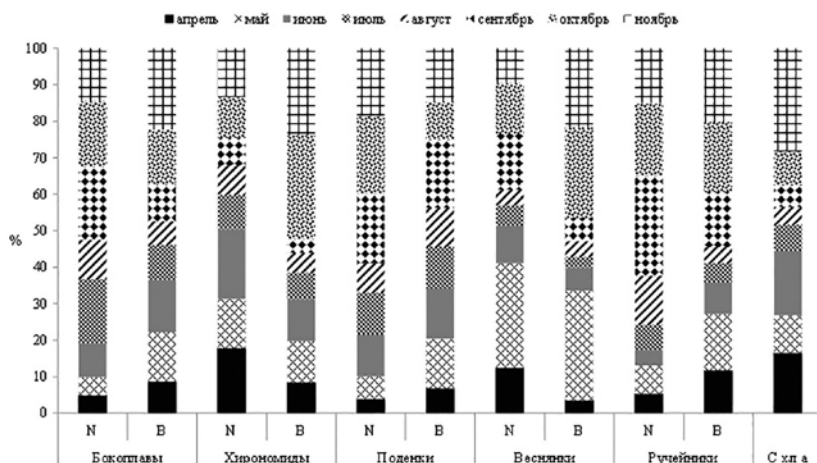


Рис. 5. Сезонная динамика осредненных значений плотности (N, экз./м²) и биомассы (B, г/м²) бокоплавов, хирономид, поденок, веснянок, ручейников и концентрации хлорофилла *a* (мг/м²) в водотоках, стекающих с северного склона хр. Большой Хенцир заповедника «Большехенцирский», 2014–2018 гг.

Динамика биомассы бокоплавов, личинок поденок, веснянок, ручейников, хирономид в водотоках, стекающих с северного склона хребта, имеет свои особенности. Так, в мае, на фоне снижения концентрации хлорофилла *a*, наблюдался рост биомассы у всех беспозвоночных, что связано с их жизненными циклами. В июне снизилась только биомасса у веснянок и ручейников в связи с вылетом их имаго. Но уже в июле произошло снижение биомассы всего донного населения по причине смыва их паводковыми водами и вылетом имаго амфибиотических насекомых. В августе, в результате взросления особей, возросла биомасса личинок веснянок. В сентябре произошел рост биомассы почти у всех гидробионтов, за исключением хирономид, а в октябре исключение составили только поденки. В ноябре, в период межени, вместе с ростом концентрации хлорофилла *a*, происходило увеличение биомассы бокоплавов, поденок, ручейников, что связано с особенностями их биологии.

В реках и ручьях, стекающих с западного склона хр. Большой Хенцир, в мае, одновременно с ростом концентрации хлорофилла *a*, росла плотность бокоплавов и личинок поденок, благодаря отрождению их молоди. Вылет имаго в этот период у хирономид, веснянок и ручейников способствовал снижению их плотности (рис. 6).

В июне, после прохождения паводковых вод, увеличилась концентрация хлорофилла *a* и плотность донных беспозвоночных, за исключением ручейников, у которых продолжался вылет имаго. В июле произошло снижение концентрации хлорофилла *a*, а также плотности хирономид и поденок, как в результате вылета имаго, так и смыва их паводковыми водами. В августе концентрация хлорофилла *a* продолжала снижаться, но выросла плотность бокоплавов, поденок и ручейников в результате отрождения их молоди и поступления гидробионтов с других участков водотоков. Хирономиды и веснянки снизили свою плотность отчасти в результате вылета их имаго. В сентябре, после прекращения дождей, немного возросли концентрация хлорофилла *a* и плотность ручейников, частично за счет их перемещения с других участков рек. В октябре, после прохождения дождей, концентрация хлорофилла *a* еще немного возросла и увеличилась плотность личинок амфибиотических насекомых благодаря появлению их молоди и поступле-

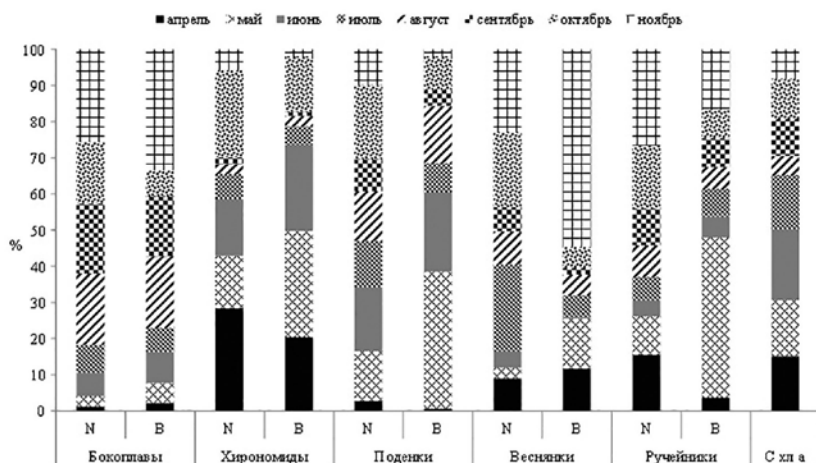


Рис. 6. Сезонная динамика осредненных значений плотности (N, экз./м²) и биомассы (B, г/м²) бокоплавов, хирономид, поденок, веснянок, ручейников, и концентрации хлорофилла *a* (мг/м²) в водотоках, стекающих с западного склона хр. Большой Хенцир заповедника «Большехенцирский», 2015–2019 гг.

нию с других участков водотоков. В ноябре, в межень, на течении образовались пакеты из листового опада и выросла плотность бокоплавов, веснянок и ручейников. Одновременно наблюдалось понижение концентрации хлорофилла *a* и плотности хирономид и поденок, ввиду их перемещения на более глубокие участки русла рек.

В мае отмечался одновременный рост биомассы у всех беспозвоночных за счет подрастающего поколения. В июне биомасса выросла только у бокоплавов, благодаря рождению их молоди. У других насекомых в это время, вероятно, происходил массовый вылет их имаго. В июле, на фоне летней межени, отмечен рост биомассы веснянок и ручейников. В августе наблюдался рост биомассы у бокоплавов, поденок, веснянок. В сентябре немного выросла биомасса ручейников. В октябре, после прохождения паводковых вод, снизилась биомасса только у бокоплавов и ручейников. В ноябре, в период межени, отмечен всплеск биомассы бокоплавов, веснянок и ручейников, что связано с благоприятными абиотическими и биотическими факторами.

Заметим, что паводковые воды в водотоках западного склона хр. Большой Хенцир проходят быстрее, чем в реках северного склона хребта. В связи с этим, в водотоках, стекающих с западного склона хребта, в сезонной динамике отмечено только два пика плотности личинок хирономид, а в водотоках северного склона – три пика. Объясняется этого более экстремальными условиями, которые наблюдаются в водотоках, стекающих с западного склона хребта, благодаря чему жизненный цикл амфибиотических насекомых проходит в достаточно сжатые сроки между межненным и паводковым периодами, либо они погибают, не успев его завершить до пересыхания водотоков. Отмечено (Богатов, 1994), что в периоды паводков личинки насекомых и ракообразные способны пропускать очередные линьки, а в условиях межени – ускорять онтогенез. Амфиподы, планарии и личинки насекомых способны заблаговременно покидать осушающиеся участки русла. Выявлено (Алимов и др., 2013), что в период межени, связанной с пересыханием русла, одна часть гидробионтов способна перемещаться в подрусловой поток, другая – впадать в покоящиеся стадии развития, третья – скапливаться на непересыхающих участках русла.

Во всех обследованных реках и ручьях заповедника «Большехехцирский» содержание хлорофилла *a* и плотность бокоплавов, личинок поденок, веснянок, ручейников, хирономид в течение вегетационного сезона значительно изменялись (рис. 7).

Так, концентрация хлорофилла *a* в водотоках увеличивалась в июне, октябре, ноябре, а снижение зафиксировано в мае, июле–сентябре, что связано с прохождением паводковых вод. На этом фоне увеличение плотности хирономид отмечено в июне, сентябре–октябре, снижение – в мае, июле–августе, ноябре. У бокоплавов рост плотности происходил в мае–июле, сентябре–октябре. Плотность поденок увеличивалась в мае–июле, сентябре–октябре. Плотность ручейников росла в мае, июле–сентябре. Плотность личинок веснянок выросла в мае, июле, сентябре–октябре, благодаря отрождению их молоди и снижалась в июне, августе, ноябре.

Весной наблюдалось увеличение биомассы у всех донных беспозвоночных. Рост биомассы бокоплавов происходил в мае–июне и с августа по ноябрь. У хирономид биомасса увеличивалась только в мае и октябре, в остальные месяцы она плавно снижалась благодаря вылету имаго. Биомасса поденок почти стабильно высокой была в мае–августе, ноябре. Биомасса веснянок росла в мае, августе, октябре–ноябре. Ручейники по биомассе увеличивались в мае и августе–ноябре, вылет их имаго происходил в июне–июле.

Между тем, в реках и ручьях заповедника образование хлорофилла *a* происходит в большом количестве и донные беспозвоночные не успевают полностью его потреблять. Сезонная динамика концентрации хлорофилла *a* и биомассы зообентоса представляет собой чередование их спадов и подъемов (рис. 8).

В мае относительно апреля биомасса бентоса увеличивалась благодаря росту беспозвоночных, а концентрация хлорофилла *a* уменьшалась, что связано как с проходящими дождями, так и с прессом потребителей. С.М. Голубковым (2000) выявлено, что высокий пресс личинок амфибиотических насекомых, относящихся по типу питания к соскребателям, тормозит сукцессию перифитона или даже «возвращает» сообщество на раннюю стадию развития. В июне, в период межени, наблюдался подъем концентрации хлорофилла *a* и совсем небольшой спад биомассы зообентоса в результате вылета имаго амфибиотических насекомых. В июле спад

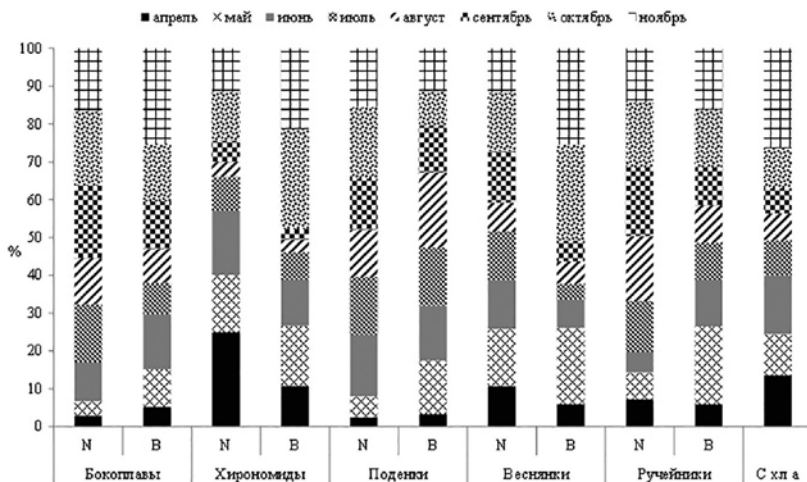


Рис. 7. Сезонная динамика осредненных значений плотности (N, экз./м³), биомассы (B, г/м²) бокоплавов, хирономид, поденок, веснянок, ручейников и концентрации хлорофилла *a* (мг/м²) в водотоках заповедника «Большехехцирский», 2014–2019 гг.

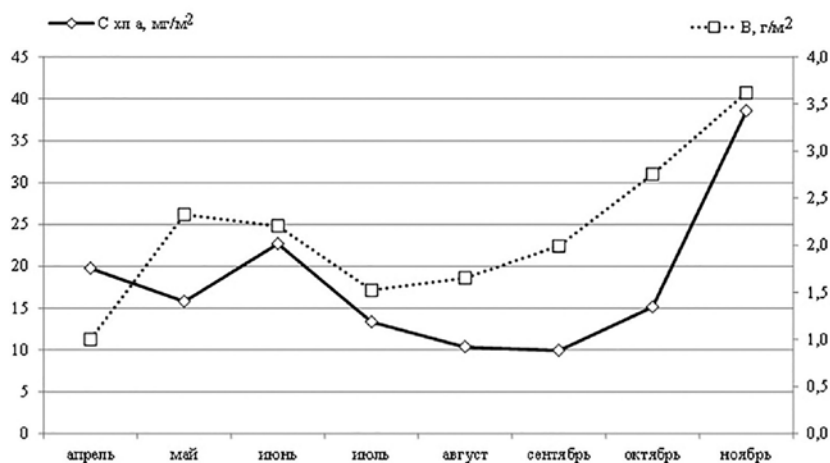


Рис. 8. Сезонная динамика осредненных значений биомассы (В) зообентоса и концентрации хлорофилла *a* (С хл а) в водотоках заповедника «Большехехцирский», 2014–2019 гг.

биомассы бентоса обусловлен массовым вылетом насекомых, а также дождевыми паводками. С июля по сентябрь, в период летнего половодья, концентрация хлорофилла *a* снижалась, и только в межень, в октябре–ноябре, она начала снова расти. Причем биомасса донного населения с августа и вплоть до ноября довольно плавно увеличивалась, достигнув максимума в конце осени, что связано с ростом и размножением беспозвоночных.

За период исследований 2014–2019 гг. характер изменения содержания пигментов соответствовал динамике плотности и биомассы зообентоса только в 2015 г. В остальные годы на фоне увеличения концентрации хлорофилла *a* наблюдались разнонаправленные колебания количественных показателей бентоса. Только в 2018 г. отмечен рост плотности беспозвоночных на фоне снижения их биомассы, при этом концентрация хлорофилла *a* была на уровне 2017 г. Следует отметить, что в водохранилищах характер динамики пигментов в донных отложениях в целом согласуется с характером динамики численности и биомассы макрозообентоса (Сигарева и др., 2020).

Полученные результаты указывают на то, что внутренние и внешние (по отношению к экосистеме) факторы среды вполне благоприятны для развития сообществ водорослей перифитона. Причем стимулирование первичной продукции водорослей за счет выедания животными поверхностного слоя перифитона может улучшить пищевые условия и стимулировать скорость роста и продукцию животных соскребателей фитообрастаний (Голубков, 2000). Таким образом, в сезонной динамике содержания хлорофилла *a* отмечено три пика максимумов (июнь, август, ноябрь), плотности зообентоса – один пик (июнь), биомассы зообентоса – три пика (июнь, август, ноябрь), что связано с гидрологическими условиями (межень, паводок) в период исследований и особенностями экологии донных беспозвоночных (сроки размножения, появление новых генераций, вылет имаго амфибиотических насекомых, выедание рыбами и др.).

Трофический статус и состояние экосистемы. Трофический статус водотоков заповедника «Большехехцирский» по средневзвешенным за вегетационные периоды значениям концентрации хлорофилла *a* в водорослях перифитона оценивается как мезотрофный (II класс качества, воды чистые). Годовые показатели продукции находятся в пределах от 9 до 1901 г С/м² или от 107 до 22 236 ккал/м²,

средние – 257 г С/м² или 3001 ккал/м²; вылов рыб составляет 0,18% от первичной продукции. В целом, по величинам первичной продукции реки и ручьи заповедника «Большехехцирский» относятся к водотокам эвтрофного типа.

Заключение

Впервые в результате многолетних исследований выявлено, что в предгорных и равнинных реках и ручьях заповедника «Большехехцирский» наблюдаются благоприятные условия для фотосинтеза и развития водорослей перифитона, относящихся к основным первичным продуцентам в речных экосистемах. Среди зеленых пигментов преобладает хлорофилл *a*. Содержание хлорофиллов *b* и *c* меньше, т.к. их количество зависит от систематической принадлежности растительных организмов.

Установлены ежегодные чередования подъемов и спадов концентраций растительных пигментов. Выявлены сезонные и межгодовые колебания пигментных характеристик водорослей перифитона, которые обусловлены их биологическими особенностями, а также гидрологическим режимом (паводки, вызванные сильными дождями). Максимальные концентрации хлорофилла *a* и, соответственно, величин первичной продукции, наблюдались в весенний период и в летнюю межень, что связано с активным развитием водорослей перифитона, минимальные – в середине-конце лета, после прохождения паводков, вызванных муссонными дождями и в начале осени – при понижении температуры воды. Изменения в физиологическом состоянии водорослей не выявлены. Средние многолетние показатели содержания хлорофиллов *a*, *b*, *c* составили 17,6, 2,6, 2,6 мг/м², каротиноидов – 13,1, пигментного отношения – 0,8, пигментного индекса – 2,4.

Показано, что в сезонной динамике пики максимумов содержания хлорофилла *a* (июнь, август, ноябрь) полностью совпадают с таковыми биомассы зообентоса и частично – с его плотностью (июнь), что вполне закономерно для благоприятного развития сообществ водорослей перифитона, подверженного выеданию животными, жизненный цикл которых зависит от экологических факторов.

Полученные результаты подтверждают целесообразность использования данных о развитии зообентоса в совокупности с данными по фотосинтетическим пигментам водорослей перифитона для выявления изменений трофического статуса рек и ручьев заповедника.

По годовым величинам интегральной первичной продукции водотоки заповедника характеризуются как высокопродуктивные. Современное экологическое состояние рек и ручьев на основе пигментных характеристик водорослей перифитона можно оценить как удовлетворительное, воды чистые. Представленные сведения отражают нативное состояние водной биоты и в дальнейшем могут использоваться в качестве «регионального фона» при оценке состояния водных экосистем при антропогенном воздействии.

Таким образом, результаты исследования фотосинтетических пигментов водорослей перифитона в водотоках заповедника «Большехехцирский» согласуются с известными в гидробиологии закономерностями и дополняют представления об индикаторном значении растительных пигментов водорослей перифитона при изучении пресноводных экосистем.

Благодарности

Авторы благодарны за организацию экспедиционных работ на территории заповедника «Большехехцирский» С.В. Спиридонову и к.б.н. Р.С. Андроновой.

Мы признательны сотрудникам заповедника – А.М. Долгих, А.И. Лукину, С.В. Лагутину, А.Н. Кадышеву, А.В. Готванскому, Ю.Н. Кя, Э.Ю. Власову, А.Н. Марчукову, Р.В. Дворянкину, В.В. Репяхову, С.Н. Глухову, И.М. Заикину, И.А. Бурдакову и другим за помощь в ходе выполнения работ (филиал «Большехехцирский» ФГБУ «Заповедное Приамурье») и к.г.н. А.В. Остроухову (ИВЭП ДВО РАН) за изготовление карты.

Литература

- Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. 2013. Продукционная гидробиология. Наука. 339 с.
- Беляева П.Г. 2017. Фотосинтетические пигменты фитоперифитона реки Сылта (Средний Урал) // Биология внутренних вод. № 1. С. 52–59.
- 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).
- Винберг Г.Г. 1960. Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во АН БССР. 329 с.
- Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2014 году. 2015. Хабаровск: ООО «Принт». 219 с.
- Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2015 году. 2016. Хабаровск: ООО «Принт-2». 256 с.
- Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2016 году. 2017. Ижевск: ООО «Принт-2». 226 с.
- Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2017 году. 2018. Воронеж: ООО «Фаворит». 250 с.
- Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2018 году. 2019. Хабаровск: ООО «Издательский дом «Гранд–Экспресс». 256 с.
- Голубков С.М. 2000. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых. Труды ЗИН РАН. Т. 284. СПб. 294 с.
- ГОСТ 17.1.04.02–90. ВОДА. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a*. 1990. М.: Издательство стандартов. 14 с.
- Ермолаев В.И. 1989. Фитопланктон водоемов бассейна озера Сартлан. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 96 с.
- Заповедники Дальнего Востока СССР. 1985. М.: Мысль, 319 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.
- Леванидов В.Я. 1969. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Известия ТИНРО. Т. 67. 242 с.
- Маак Р.К. 1861. Путешествие по долине реки Уссури. Т. 1. СПб., 203 с.
- Махинов А.Н. 2011. Физико-географическая характеристика // Флора и растительность Большехехцирского заповедника. Хабаровск: Издательский дом «Частная коллекция». С. 7–22.
- Медведева Л.А. 2019. Новые данные о флоре пресноводных водорослей Большехехцирского заповедника (Хабаровский край) // Биота и среда заповедных территорий. № 2. С. 5–26.
- Медведева Л.А. 2020. Цианобактерии и водоросли // Биота и почвы национального парка «Удэгейская легенда». Владивосток: Дальнаука. С. 219–229.
- Минеева Н.М. 2014. Первичная продукция водных экосистем // Экологический мониторинг. Ч. VIII. Современные проблемы мониторинга пресноводных экосистем. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета. С. 208–225.
- Протасов А.А. 1994. Пресноводный перифитон. Киев: Наукова Думка. 307 с.
- Сигарева Л.Е. 2012. Хлорофилл в донных отложениях волжских водоемов. М.: Товарищество научных изданий КМК. 217 с.
- Сигарева Л.Е., Перова С.Н., Тимофеева Н.А. 2020. Многолетняя динамика макрозообентоса и растительных пигментов в донных отложениях Рыбинского водохранилища // Известия РАН. Серия биологическая. № 1. С. 77–84.
- Сиротский С.Е. 1993. Значение первичной продукции в оценке состояния водной экосистемы реки Амур // Биохимическая экспертиза состояния окружающей среды. Владивосток: Дальнаука. С. 49–69.

- Сиротский С.Е.** 1998. Первичная продукция водотоков и водоемов как биоиндикатор качества водных экосистем // Теоретические основы биогеохимической экспертизы окружающей среды. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука. С. 50–63.
- Сиротский С.Е.** 2014. Фотосинтетические пигменты в перифитоне водотоков бассейнов рек Зeya и Бурея // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука, С. 619–628.
- 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 «a» в автотрофных организмах // Геохимические и эколого-биогеохимические исследования в Приамурье. Вып. 10. Владивосток: Дальнаука. С. 111–129.
- 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: метод. пособие / под ред. Т.М. Тиуновой. М.: ВНИРО. С. 5–13.
- Шестеркина Н.М., Форина Ю.А., Шестеркин В.П.** 2005. Гидрохимия малых рек хребта Большой Хехцир // Биогеохимические и геоэкологические процессы в экосистемах. Владивосток: Дальнаука. Вып. 15. С. 201–208.
- Флора и растительность Большехехцирского заповедника.** 2011. Хабаровск: Частная коллекция. 192 с.
- Яворская Н.М.** 2016. Фотосинтетические пигменты водорослей перифитона как показатели трофического состояния водотоков Большехехцирского заповедника (Хабаровский край) // Научные исследования в заповедниках и национальных парках России / Тез. всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием, посвященной 25-летию юбилею биосферного резервата ЮНЕСКО «Национальный парк «Водлозерский», 29 августа – 4 сентября 2016 г. Петрозаводск. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. С. 266–267.
- Яворская Н.М.** 2017. Содержание фотосинтетических пигментов в водорослях перифитона протоки Амурской (Хабаровский край) // Региональные проблемы. Т. 20, № 1. С. 5–10.
- Яворская Н.М., Климин М.А.** 2019. Зообентос реки Правая (заказник «Хехцирский», Хабаровский край) // Вестник ДВО РАН. № 1. С. 34–43.
- 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.
- Margalef R.** 1960. Valeur indicatrice de la composition des pigment du phytoplankton sur la productivite, composition taxonomique et proprietes dynamiques des populations // Rapp. et process – verbaux reunions. Commiss. Intern. Explorat Sci. Mer. Mediterranee. № S. V. 15, fasc. 2. P. 277–281.
- Watson R.A., Osborne P.L.** 1979. An algal pigment ratio as an indicator of the nitrogen supply to phytoplankton in three Norfolk broads // Freshwater Biol. V. 9. N6. P. 585–594.

СОДЕРЖАНИЕ

Черешнев И.А. Владимир Яковлевич Леванидов (к 100-летию со дня рождения)	5
<i>Богатов В.В.</i> Памяти академика Александра Федоровича Алимова	10
<i>Астахов М.В.</i> Состав бентоса и сиртона двух ручьёв острова Кунашир (Курильские острова)	15
<i>Барабаничиков Е.И.</i> Результаты исследований зоопланктона озера Ханка в сентябре 2020 года	31
<i>Бонк Т.В., Маркевич Г.Н.</i> Видовой состав, структура и сезонная динамика зоопланктона оз. Ангре в 2019–2020 гг. (Камчатка)	36
<i>Вишкова Т.С., Никулина Т.В., Клышевская С.В., Дроздов К.А., Жарикова Е.А.</i> Проблемы загрязнения водотоков урбанизированных территорий и пути их решения на примере реки Вторая Речка (Владивосток, Приморский край)	43
<i>Вишкова Т.С., Никулина Т.В., Дроздов К.А., Иваненко Н.В., Чернышов И.В., Сазонов Е.О.</i> Оценка качества вод реки Вторая Речка, расположенной на урбанизированной территории мегаполиса Владивосток (Приморский край), по показателям макрозообентоса	60
<i>Жарикова Е.А., Клышевская С.В., Попова А.Д., Вишкова Т.С., Никулина Т.В., Иваненко Н.В.</i> Экологическое состояние вод, донных осадков и почв долины р. Вторая Речка (по химическим и микробиологическим показателям)	71
<i>Крашенинников А.Б., Гаврило М.В.</i> Зообентос некоторых водоемов и водотоков острова Южный архипелага Новая земля	77
<i>Лепская Е.В., Шубкин С.В., Коваль М.В., Тепнин О.Б., Коломейцев В.В., Бонк Т.В., Заочный И.А.</i> Биологическая характеристика и экология ихтиоцены озера Накинского (Камчатка)	82
<i>Макарченко Е.А., Азмухаметова Л.М., Вихристюк А.В.</i> Кормовая база и питание молоди кеты (<i>Oncorhynchus keta</i> Walbaum) Биджанского рыбоводного завода в бассейне р. Биджан (Еврейская автономная область)	98
<i>Медведева Л.А.</i> Результаты альгологического обследования среднего течения реки Зея (Амурская область)	104
<i>Никулина Т.В., Вишкова Т.С., Чебан Д.С., Невельская В.П.</i> Оценка состояния вод р. Вторая Речка по данным анализа перифитонных диатомовых сообществ (Владивосток, Приморский край)	118
<i>Никулина Т.В., Сорокин Ю.В.</i> Диатомовая флора р. Фальшивая (Камчатка)	129
<i>Саенко Е.М.</i> Беззубки рода <i>Sinanodonta</i> (Unionidae, Bivalvia) Юго-Восточной Азии из коллекции зоомузея ДВФУ	140
<i>Саенко Е.М.</i> Новые данные по глохидиям дальневосточных беззубок <i>Beringiana</i> и <i>Kunashiria</i> (Unionidae, Bivalvia)	151
<i>Тесленко В.А., Яворская Н.М.</i> Новые сведения о фауне веснянок (Plecoptera, Insecta) особо охраняемых природных территорий Хабаровского края	157
<i>Тиунова Т.М.</i> Видовой состав и структура сообщества временного ручья Южного Приморья (Дальний Восток России)	173
<i>Токранов А.М.</i> Появление и распространение новых видов гидробионтов в водоёмах Камчатки в конце XX – начале XXI веков	184
<i>Хаменкова Е.В., Крашенинников А.Б., Кондакова Д.А.</i> Динамика количественных показателей зообентоса р. Дукча (Магаданская область) и ее взаимосвязь с некоторыми абиотическими и биотическими факторами среды	191

<i>Хаменкова Е.В., Кондакова Д.А., Крашенинников А.Б.</i> Сезонная динамика структуры зообентоса нижнего течения р. Дукча (Магаданская область) и оценка качества воды по групповому составу	199
<i>Шарый-оол М.О., Ялышева Е.Н.</i> К фауне мелких двустворчатых моллюсков (Mollusca, Bivalvia) заповедника «Убсунурская котловина» (Республика Тыва, Россия) ...	206
<i>Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М.</i> Содержание и сток нитратного азота в воде реки Амур у Хабаровска в период очень сильных наводнений	211
<i>Яворская Н.М.</i> Зообентос озера Цветочное и протоки Шереметьевская реки Уссури (природный парк Шереметьевский, Хабаровский край)	217
<i>Яворская Н.М., Климин М.А.</i> Пигментные характеристики водорослей перифитона и их использование для оценки состояния водотоков заповедника «Большехе-цирский» (Хабаровский край)	224

CONTENTS

<i>Chereshnev I.A.</i> Vladimir Yakovlevitsh Levanidov (to the 100th anniversary of the birth-day)	5
<i>Bogatov V.V.</i> In memory of academician Alexander Fedorovich Alimov	10
<i>Astakhov M.V.</i> Benthos and sirtion composition in two streams of Kunashir Island (Kurile Islands)	15
<i>Barabanshchikov E.I.</i> Results of zooplankton studies in Khanka Lake in September 2020	31
<i>Bonk T.V., Markevich G.N.</i> Species composition, structural and seasonal dynamics of zooplankton of the Angre Lake in 2019–2020 (Kamchatka)	36
<i>Vshivkova T.S., Nikulina T.V., Klyshevskaya S.V., Drozdov K.A., Zharikova E.A.</i> Problems of stream pollution located in urbanized territories and ways of solution on the Vtoraya Rechka River example (Vladivostok, Primorye Territory)	43
<i>Vshivkova T.S., Nikulina T.V., Drozdov K.A., Ivanenko N.V., Chernyshov I.V., Sazonov E.O.</i> Estimation of water quality of the Vtoraya Rechka River located in Vladivostok urbanized area (Primorye Territory) according to macrozoobenthos indicators	60
<i>Zharikova E.A., Klyshevskaya S.V., Popova A.D., Vshivkova T.S., Nikulina T.V., Ivanenko N.V.</i> Ecological state of the waters, bottom sediments and soils of the river valley the Vtoraya Rechka River (according to chemical and microbiological indicators)	71
<i>Krasheninnikov A.B., Gavrilov M.V.</i> Zoobenthos of some water bodies and watercourses of the Yuzhny Island of the Novaya Zemlya Archipelago	77
<i>Lepskaya E.V., Shubkin S.V., Koval M.V., Tepnin O.B., Kolomeytsev V.V., Bonk T.V., Zaochniy I.A.</i> Biological characterization and ecology of fish community in the Nachikinskoye Lake (Kamchatka)	82
<i>Makarchenko E.A., Azmukhametova L.M., Vikhristyuk A.V.</i> Feed base and nutrition of juvenile chum salmon (<i>Oncorhynchus keta</i> Walbaum) of the Bidzhan fish hatchery in the Bidzhan River basin (Jewish Autonomous Region)	98
<i>Medvedeva L.A.</i> Results of the algological survey of the middle course of the Zeya River (Amur Region)	104

<i>Nikulina T.V., Vshivkova T.S., Cheban D.S., Nevelskaya V.P.</i> Estimation of water quality of the Vtoraya Rechka River according to analysis of periphyton diatom communities (Vladivostok, Primorye Territory)	118
<i>Nikulina T.V., Sorokin Yu.V.</i> Diatom flora of the Falshivaya River (Kamchatka)	129
<i>Sayenko E.M.</i> South-East Asian anodontins of the genus <i>Sinanodonta</i> stored in the Zoological museum of Far Eastern Federal University	140
<i>Sayenko E.M.</i> New data on glochidia of anodontins <i>Beringiana</i> and <i>Kunashiria</i> (Unionidae, Bivalvia)	151
<i>Teslenko V.A., Yavorskaya N.M.</i> New data on the stonefly fauna (Plecoptera, Insecta) of specially protected natural territories of the Khabarovsk Territory	157
<i>Tiunova T.M.</i> Species composition and community structure of temporal stream in Southern Primorye (Far East Russia)	173
<i>Tokranov A.M.</i> Appearance and distribution of new species of the hydrobionts in the water bodies of Kamchatka in the end of the 20 th and the early of 21 st centuries	184
<i>Khamenkova E.V., Krashenninnikov A.B., Kondakova D.A.</i> The dynamics of quantitative indices of zoobenthos and its relationship with some abiotic and biotic environmental factors in the Dukcha River (Magadan Region)	191
<i>Khamenkova E.V., Kondakova D.A., Krashenninnikov A.B.</i> Seasonal dynamics of zoobenthos structure in the low reaches of the Dukcha River (Magadan Region) and assessment of water quality by group composition	199
<i>Sharyi-ool M.O., Yalysheva E.N.</i> On a small bivalves fauna (Mollusca, Bivalvia) of the Ubsunur Hollow Reserve (the Republic of Tyva, Russia)	206
<i>Shesterkin V.P., Shesterkina N.M.</i> Nitrate nitrogen concentration and runoff in the Amur River water near Khabarovsk during the period of very severe floods	211
<i>Yavorskaya N.M.</i> Zoobenthos of the Tsvetochnoye Lake and the Channel Sheremetyevskaya of the Ussuri River (Sheremetyevsky Natural Park, Khabarovsk Territory)	217
<i>Yavorskaya N.M., Klimin M.A.</i> Pigmental characteristics of the periphyton algae and their using for assessment of the water current conditions of the Bolshekhkheksirsky Nature Reserve (Khabarovsk Territory)	224

Научное издание

ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ
ВЛАДИМИРА ЯКОВЛЕВИЧА ЛЕВАНИДОВА

Выпуск 9

Утверждено к печати Ученым советом ФНЦ Биоразнообразия
наземной биоты Восточной Азии
Дальневосточного отделения
Российской академии наук

Компьютерная верстка *С.В. Филатов*

Подписано в печать 2021 г.
Бумага офсетная. Формат 70х108/16. Усл. п. л. 21,3. Уч.-изд. л. 16,7.
Тираж 150 экз. Заказ

Издательство ООО «Дальнаука»
690106, г. Владивосток, пр. Красного Знамени, 10, каб. 27
Тел. 8(924) 26-30-160. E-mail: dalnauka@mail.ru
<http://www.dalnauka.ru>

Отпечатано