

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 двусторчатых 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 (Voix 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 ($^{\circ}\text{C}$), рН 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%.



Рис. 2. Биотопы временного ручья

Таблица 1

Гидрологические характеристики временного ручья в период исследования в 2013 году

Дата	Температура воды, $^{\circ}\text{C}$	рН	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	—

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

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 khorensense</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>Diplocladius 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>Orthocladius abiskoensis</i>	–	–	–	+	–	–	–
<i>Orthocladius lamellatus</i> Saether	–	+	+	+	–	–	–
<i>Orthocladius lapponicus</i> Goetghebuer	–	+	–	–	–	–	–
<i>Orthocladius</i> sp.	+	–	–	–	+	+	–
<i>Parachaetocladius</i> sp.	–	–	+	–	–	–	–
? <i>Pseudorthocladius</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> <i>indet.</i>	+	–	–	–	+	–	–
Подсем. Tanytarsinae							
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 Pisiidiidae. 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 унивольтный 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 унивольтного жизненного цикла: зимовка только в стадии яиц

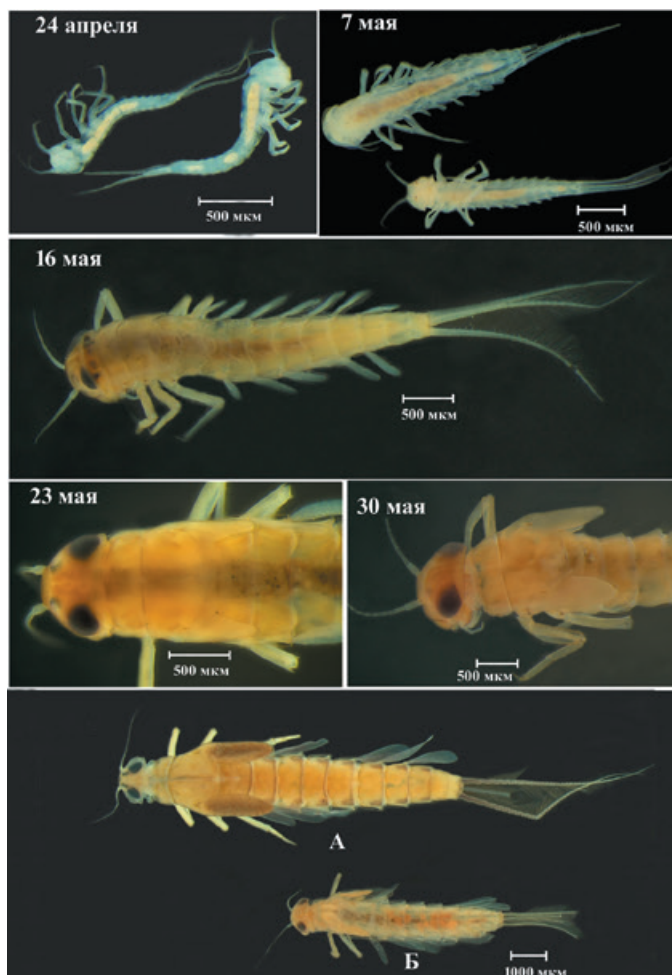


Рис. 3. Динамика развития личинок *Metretetus omelkoi* Тиунова в течение апреля – июня 2012

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. Коконы и личинки *Hydrobaenus majus* Makarchenko et Makarchenko, извлеченные из коконов

Hydrobaenus distinctus – третий вид рода *Hydrobaenus*, собранный из временного ручья, помимо Приморья обнаружен в Мичуринском озере (Макарченко, Макарченко, 2014) и в Большехехцирском заповеднике Хабаровского края (Яворская и др., 2017).

Tvetenia vialis, ранее описанный из временного водотока (Макарченко, Макарченко, 2012), в 2017 г. был отмечен в Соснинском ручье Большехехцирского 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 места 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 khorensense* 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* (Тиунова, 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 (поденка *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 *Metretetus omelkoi* Тиунова 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: Макаренко 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.
- Макаренко Е.А., Макаренко 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., Макаренко М.А., Орел О.В., Макаренко Е.А. 2017. Фауна комаров-звонцов (Diptera, Chironomidae) природного заповедника «Большехехидирский» (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.
- Jazdzewska 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., Sohrt 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 EA, Makarchenko MA. 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., Semenchko 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 Primorskii 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 Afrika, 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.