

## Оценка выноса вещества стрекозами из водоемов на сушу в лесостепи Западной Сибири

© 2012 О. Н. ПОПОВА, А. Ю. ХАРИТОНОВ

*Институт систематики и экологии животных СО РАН  
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11  
E-mail: popova.olga.nik@gmail.com*

### АННОТАЦИЯ

Приведены результаты многолетнего мониторинга численности и распределения стрекоз на Чановском полигоне в Барабинской лесостепи. Дана оценка выноса биомассы стрекозами из водоемов в наземные экосистемы. Представленные материалы свидетельствуют о важной роли стрекоз в миграции вещества из водоемов на сушу.

**Ключевые слова:** стрекозы, водоемы, Бараба, лесостепь, биомасса, миграция веществ в экосистемах.

Эвтрофные водоемы Барабинской лесостепи отличаются высокой биологической продуктивностью [1] и обилием амфибионтных насекомых, в том числе стрекоз, которые занимают существенное место в населении как водных, так и сухопутных животных региона [2]. Обилие стрекоз обусловлено мелководностью и высокой степенью зарастания водоемов, что создает благоприятные условия для личиночного развития. Высокая продуктивность барабинских водных биоценозов обеспечивает для личинок хищных стрекоз почти неограниченную кормовую базу. Стрекозы – крупные насекомые: масса личинки финального возраста некоторых видов рода *Aeshna* может достигать и даже превышать 1 г. За время личиночного развития в теле личинок аккумулируется значительный запас вещества, которое после превращения в имаго выносится в наземные экосистемы. Обладая высокой лётной активностью, стрекозы разносят это вещество на расстояние многих километров от водоемов.

Выступая в роли консументов второго порядка, имаго стрекоз в качестве основного корма потребляют других, более мелких амфибионтных насекомых, прежде всего массовых двукрылых из семейств Chironomidae и Culicidae, которые из-за своих незначительных размеров малодоступны большинству насекомоядных птиц. В свою очередь, стрекозы входят в рацион большого количества птиц, выступая в роли передаточного трофического звена между очень мелкими насекомыми и более крупными хищниками – птицами. Тем самым стрекозы обеспечивают более полную утилизацию и перевод на более высокие уровни трофической пирамиды вещества, выносимого насекомыми из водоемов.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования населения стрекоз проводили с 1980 по 2010 г. в центральной части Барабинской лесостепи на территории Новосибирской области (54°32′ – 54°39′ с. ш., 78°06′ – 78°19′ в. д.) на участке площадью 272 км<sup>2</sup>,

Попова Ольга Николаевна  
Харитонов Анатолий Юрьевич

примыкающем к северо-восточному берегу оз. Малые Чаны (на Чановском полигоне). Почти треть его (82 км<sup>2</sup>) – это водопокрытая площадь (общая акватория), немногим более двух третей (190 км<sup>2</sup>) – сухопутная территория.

Общая акватория складывается из юго-восточной части оз. Малые Чаны с заливами, устьевых участков рек Каргат и Чулым, серии небольших озер с разной степенью минерализации, временных водоемов, осоковых и тростниковых болот (займищ). Существенное место в этом ряду занимают временные водоемы, образуемые талой и дождевой водой, а также регулярно или эпизодически пересыхающие прибрежные мелководья озер и часть болот. Вся обследованная акватория подразделена на 13 типов водных биотопов: 1 и 2 – открытая акватория оз. Малые Чаны с погруженной растительностью (14 км<sup>2</sup>) и без нее (5 км<sup>2</sup>); 3 – заросшая тростником периодически пересыхающая литораль оз. М. Чаны (4 км<sup>2</sup>); 4 и 5 – заливы оз. М. Чаны с погруженной растительностью (10 км<sup>2</sup>) и без нее (2 км<sup>2</sup>); 6 и 7 – иные пресноводные озера с погруженной растительностью (8 км<sup>2</sup>) и без нее (3 км<sup>2</sup>); 8 и 9 – болота-займища непересыхающие (6 км<sup>2</sup>) и пересыхающие (14 км<sup>2</sup>); 10 и 11 – участки рек и проток с погруженной растительностью (5 км<sup>2</sup>) и без нее (1 км<sup>2</sup>); 12 – временные водоемы (8 км<sup>2</sup>); 13 – горько-соленые озера (2 км<sup>2</sup>). В приводимые ниже расчеты не включены горько-соленые озера и биотопы, лишенные зарослей погруженной водной растительности, так как численность личинок стрекоз в них крайне низка и мало влияет на общую оценку выноса вещества. Остальную часть акватории с развитой водной растительностью (69 км<sup>2</sup>) считали одонатогенной. По избирательности имаго стрекоз тех или иных элементов ландшафта в пределах суши выделено семь биотопов: 1) увлажненные луга в межгрядных понижениях (87 км<sup>2</sup>); 2) остепненные луга и залежи на гривах (61 км<sup>2</sup>); 3) засеянные поля на гривах (19 км<sup>2</sup>); 4) березово-осиновые колки (8 км<sup>2</sup>); 5) заросли кустарников (11 км<sup>2</sup>); 6) лесополосы (3,5 км<sup>2</sup>); 7) грунтовые дороги (0,5 км<sup>2</sup>).

В пределах полигона ежегодно проводили мониторинг состава личиночной и имаги-

нальной частей населения стрекоз, оценивали численность фоновых видов, собирали данные по распределению и перемещению стрекоз. Применены следующие основные методы: мечение стрекоз цветными метками на крыльях, в том числе с повторным отловом, для расчета плотности популяций; визуальный учет имаго на трансектах; 15-минутный отлов имаго в разных биотопах; энтомологическое кошение по травостою; сбор личинок гидробиологическим сачком и водным биоценометром; сбор экзувиев на учетных площадках; плавающие ловушки для сбора окрыляющихся имаго. В качестве вспомогательного метода использовали учет имаго крупных видов стрекоз на автомобильных и мотоциклетных маршрутах. В общей сложности помечено 87 000 особей стрекоз; протяженность пройденных маршрутов составила 3140 км, автомобильных и мотоциклетных – 2980 км; общее время 15-минутных отловов – 1426 ч; общее количество взятых гидробиологических проб – 2546, собранных экзувиев – 7433.

Данные для расчета плотности населения личинок стрекоз в водных биотопах получены в основном при помощи водного биоценометра – металлической трубы квадратного сечения (25 × 25 см), захватывающей 1/16 м<sup>2</sup> обследуемого водоема [3]. Биоценометр позволяет изымать гидробионтов со всей вертикали водного столба – от дна до поверхности – и пересчитывать данные по количеству особей и биомассе на единицу площади. Забор гидробиологических проб проводили с мая по октябрь, как правило, еженедельно. При расчете числа выплывших стрекоз со всей одонатогенной акватории в течение сезона учитывали только личинок старших возрастов (финальный и предфинальный возраст – F и F-1). Личинок младших и средних возрастов в расчет не принимали, поскольку большинство из них погибает от хищников и других причин, не достигнув финального возраста.

Данные для расчета плотности населения имаго стрекоз в наземных биотопах получены в основном двумя методами: массовым мечением насекомых с повторным отловом (в английской терминологии “Capture – Mark – Recapture”) и визуальными учетами на тран-

сектах. Метод учета мечением с повторным отловом дает наиболее надежные результаты учета плотности популяций и населения стрекоз [4–7]. Для менее точных, но более оперативных оценок плотности популяций использовали визуальные учеты на трансектах на протяжении всего сезона через каждые 2–10 дней, в периоды максимальной сезонной активности стрекоз (ежедневно в середине дня). Суммарная длина стандартных трансект в пределах полигона составляла 5750 м, ширина – 2 м, соответственно площадь при полном учете – 11 500 м<sup>2</sup>. Результаты учетов на трансектах и мечением с повторным отловом оказались близки [7].

Для расчета выноса сырой биомассы взвешивали по 30–70 экз. ювенильных самцов и самок и определяли среднюю массу одной особи каждого вида. Затем этих же насекомых высушивали в сушильном шкафу при температуре 80 °С в течение 24 ч и определяли их сухую массу. Взвешивание проводилось на электронных весах ВК–150.1.

В пределах Чановского полигона обнаружены все 42 вида стрекоз, известных для барабинского участка западно-сибирской лесостепи [8]. В данной статье приведены расчеты по выносу вещества из водоемов 18 видами стрекоз (табл. 1). На эти 18 видов приходится 95–98 % как численности, так и биомассы стрекоз. Остальные 24 вида составляют менее 5 % численности и биомассы. Естественно, что присутствие этих малочисленных и редких видов в учетах незначительно и случайно, что делает невозможным проведение по ним корректных расчетов, а их малая доля в населении при неизбежном в этом исследовании уровне усреднения данных позволяет пренебречь их незначительным вкладом в вынос вещества.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В районе исследования выплод стрекоз из личинок происходит с середины мая до начала сентября. После метаморфоза имаго

Т а б л и ц а 1

Сводная таблица данных, используемых для расчета выноса биомассы стрекозами из водоемов на сушу

Вид	Срок, дней		Отношение СВ : СЖ	Масса особи, г	
	выплада (СВ)	жизни имаго (СЖ)		сырая	сухая
<i>Libellula quadrimaculata</i> Linnaeus, 1758	20	13	1,5	0,318 ± 0,015	0,085 ± 0,004
<i>Leucorrhinia rubicunda</i> (Linnaeus, 1758)	20	13	1,5	0,186 ± 0,007	0,057 ± 0,002
<i>Leucorrhinia pectoralis</i> (Charpentier, 1825)	20	13	1,5	0,199 ± 0,008	0,061 ± 0,003
<i>Sympetrum flaveolum</i> (Linnaeus, 1758)	60	15	4	0,099 ± 0,005	0,028 ± 0,001
<i>Sympetrum vulgatum</i> (Linnaeus, 1758)	50	20	2,5	0,161 ± 0,005	0,044 ± 0,001
<i>Sympetrum danae</i> (Sulzer, 1776)	50	20	2,5	0,084 ± 0,004	0,024 ± 0,001
<i>Sympetrum sanguineum</i> (Mueller, 1764)	50	20	2,5	0,092 ± 0,006	0,026 ± 0,002
<i>Aeshna serrata</i> Hagen, 1856	50	25	2	0,771 ± 0,041	0,241 ± 0,013
<i>Aeshna mixta</i> Latreille, 1805	50	25	2	0,442 ± 0,019	0,138 ± 0,006
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	60	15	4	0,029 ± 0,002	0,010 ± 0,001
<i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)	30	15	2	0,041 ± 0,002	0,014 ± 0,001
<i>Coenagrion lunulatum</i> (Charpentier, 1840)	20	10	2	0,026 ± 0,004	0,009 ± 0,001
<i>Coenagrion armatum</i> (Charpentier, 1840)	20	10	2	0,026 ± 0,002	0,009 ± 0,001
<i>Coenagrion pulchellum</i> (Vander Linden, 1823)	25	10	2,5	0,017 ± 0,002	0,006 ± 0,001
<i>Lestes dryas</i> Kirby, 1890	30	20	1,5	0,047 ± 0,003	0,013 ± 0,001
<i>Lestes sponsa</i> (Hansemann, 1823)	40	20	2	0,043 ± 0,004	0,012 ± 0,001
<i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)	40	20	2	0,025 ± 0,003	0,007 ± 0,001
<i>Sympetma paedisca</i> Brauer, 1877	60	30	2	0,028 ± 0,002	0,009 ± 0,001

разлетаются на расстояние от нескольких сотен метров до нескольких десятков километров от мест выплода. Дальность разлета сопоставима с расстояниями между водоемами, в результате чего имаго с разных водоемов распределяются в биотопах суши в виде смешанного по отношению к местам выплода населения. Вылет части стрекоз за пределы полигона компенсируется примерно таким же притоком их с водоемов, лежащих за пределами изученной территории.

Численность отдельных видов в разные годы может изменяться на два порядка величин, но суммарное количество имаго всех видов, покинувших водоемы, подвержено не столь существенным межгодовым изменениям, и за 31 год мониторинга максимальное количество распределившихся в наземных биотопах стрекоз – 32,4 особей/м<sup>2</sup> (1988 г.) – примерно в 6 раз превышало минимальное – 5,2 (2010 г.). Таким образом, поток вещества из водных экосистем в наземные остается сравнительно стабильным. Пространственное распределение стрекоз представляет собой сложную и динамичную картину, но в самом общем виде сводится к разлету от водоемов в кормовые станции, в роли которых могут выступать любые элементы ландшафтов, где и проходит большая часть жизни имаго.

В течение сезона наблюдается перераспределение стрекоз между биотопами, в частности связанное с перемещением между кормовыми и репродуктивными станциями. Это приводит к изменению численности в каждом из биотопов, имеющему свою закономерную суточную и сезонную динамику. Чтобы нивелировать различия в численности, связанные с этой динамикой, в каждом из биотопов ежегодно устанавливали максимальную плотность популяций отдельных видов и населения стрекоз в целом, затем делали расчет средней многолетней максимальной плотности (табл. 2). На основании этой плотности, выраженной в количестве имаго на 1 м<sup>2</sup>, для каждого из типов биотопов рассчитывали количество стрекоз на всей площади биотопа, т. е. максимальное количество одновременно присутствующих в нем стрекоз. Однако это количество отражает лишь часть всей массы стрекоз, вылетевших из водоемов, так как период выплода растягивается на не-

Т а б л и ц а 2

Максимальная плотность популяций имаго 18 видов стрекоз в наземных биотопах (усредненная по многолетним данным, особей/м<sup>2</sup>)

Биотоп	L. q.	L. r.	L. p.	S. f.	S. v.	S. d.	S. s.	A. s.	A. m.	E. c.	E. n.	C. l.	C. a.	C. p.	L. d.	L. s.	L. v.	S. p.	Всего
1	0,15	0,08	0,11	0,28	1,16	0,09	0,06	0,06	0,02	1,90	0,30	0,82	0,65	0,20	0,15	1,30	0,25	0,35	7,93
2	0,07	0,02	0,08	0,12	0,74	0,06	0,04	0,05	0,02	2,10	0,15	0,75	0,45	0,15	0,10	1,00	0,20	0,45	6,55
3	0,02	0,01	0,01	0,06	0,15	0,03	0,01	0,04	0,01	0,52	0,05	0,38	0,15	0,05	0,02	0,15	0,08	0,10	1,84
4	2,33	1,34	1,16	2,37	2,03	2,24	0,17	0,02	0,26	2,20	2,20	2,25	0,28	1,80	1,00	2,45	0,30	1,40	25,80
5	1,92	1,12	0,69	2,51	1,37	2,40	0,22	0,02	0,12	2,75	1,70	2,30	0,32	1,25	0,70	2,65	0,35	1,77	24,16
6	1,50	0,76	0,72	3,12	1,62	2,37	0,44	0,03	0,08	3,00	1,50	2,00	0,45	0,95	0,50	2,20	0,40	1,20	22,84
7	0,32	0,12	0,10	2,43	2,11	1,10	0,23	0,06	0,03	0,20	0,02	0,40	0,20	0,10	0,02	0,50	0,10	0,03	8,07
Средняя	0,90	0,49	0,41	1,56	1,31	1,18	0,17	0,04	0,08	1,81	0,85	1,27	0,36	0,64	0,36	1,46	0,24	0,76	13,88

Примечание. 1 – увлажненные луга в межривных понижениях, 2 – остепненные луга и залежи на гнивах, 3 – засеянные поля на гнивах, 4 – березово-осиновые колки, 5 – заросли кустарников, 6 – лесополосы, 7 – грунтовые дороги. L. q. – *Libellula quadrimaculata*, L. r. – *Leucorrhinia rubicunda*, L. p. – *L. pectoralis*, S. f. – *Sympetrum flavoolum*, S. v. – *S. vulgatum*, S. d. – *S. danae*, A. s. – *Aeshna serrata*, A. m. – *A. mixta*, E. c. – *Enallagma cyathigerum*, E. n. – *Erythromma najas*, C. l. – *Coenagrion lunulatum*, C. a. – *C. armatum*, C. p. – *C. pulchellum*, L. d. – *Lestes dryas*, L. s. – *L. sponsa*, L. v. – *L. vivens*, S. p. – *Symptetma paedisca*.

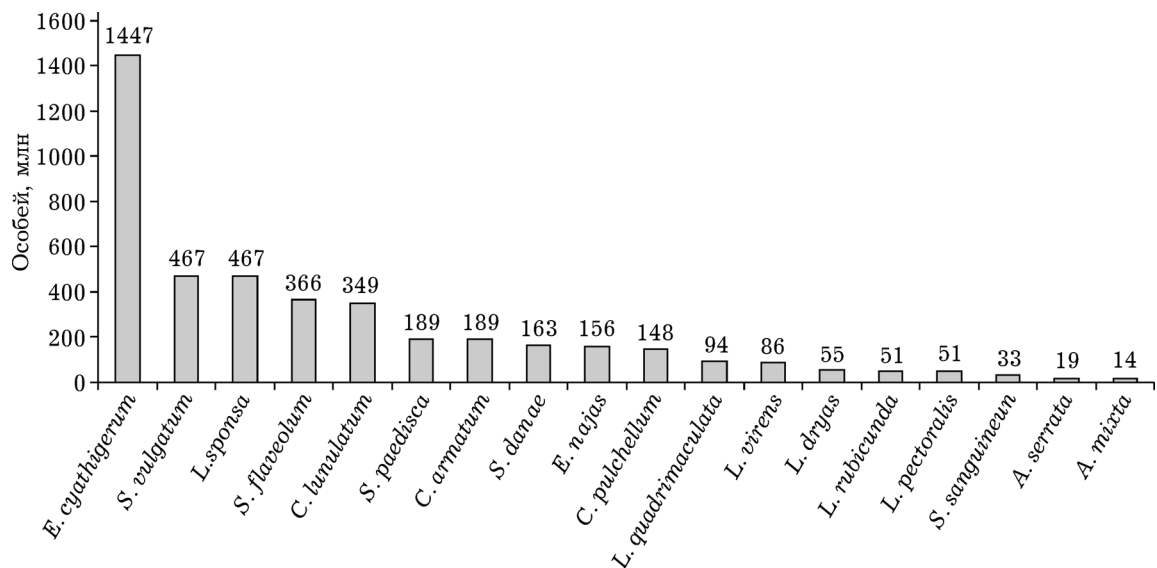


Рис. 1. Максимальное количество стрекоз, поступивших в наземные биотопы за сезон, усредненное по многолетним данным

сколько недель и в целом обычно превышает среднестатистическую продолжительность индивидуальной жизни имаго. В итоге через одну и ту же единицу территории последовательно проходит несколько составов имаго одного и того же вида: по мере того, как первые из прибывших с водоемов стрекозы погибают и их вещество включается в цепи питания, их место занимают более поздно выплывшие особи. С учетом этого для более точной оценки количества стрекоз, по-

ступивших в биотоп за сезон, введен коэффициент пересчета – частное от деления продолжительности вылета (количество дней) на среднюю продолжительность жизни имаго каждого вида (см. табл. 1).

Минимальное значение данного коэффициента (1,5) получено для весенних видов из родов *Libellula* и *Leucorrhinia*, имеющих короткий и дружный период вылета (примерно 20 дней) и небольшую продолжительность жизни (примерно 13 дней), а также летнего

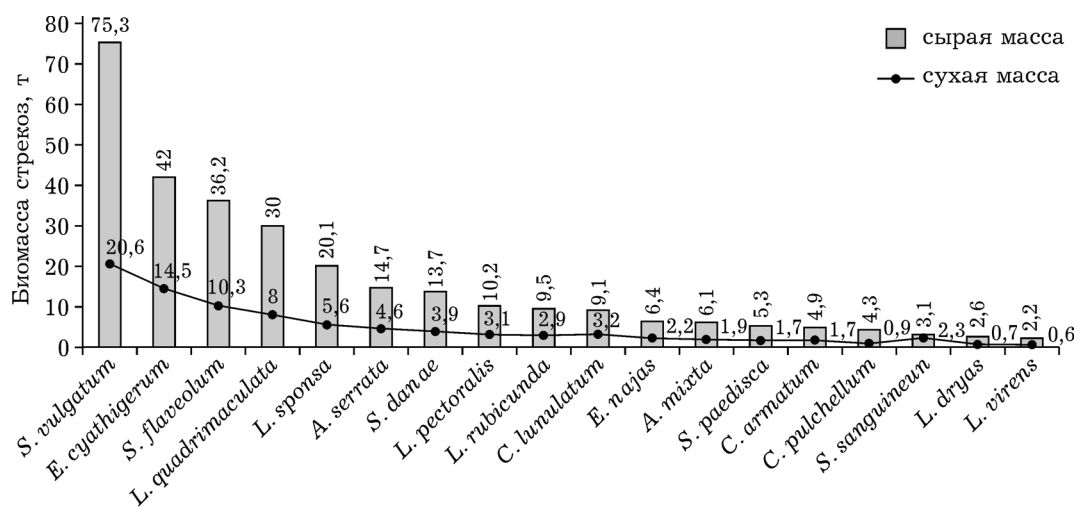


Рис. 2. Максимальная биомасса (сырая и сухая) стрекоз, поступившая в наземные биотопы за сезон, усредненная по многолетним данным



вида *Lestes dryas*, имеющего как более продолжительный период вышлода (30 дней), так и большую продолжительность жизни имаго (20 дней). Наибольший коэффициент пересчета (4) введен для летних видов *Enallagma cyathigerum* и *Sympetrum flaveolum*, имеющих длительный период вышлода (60 дней) и относительно короткую продолжительность жизни (15 дней). Перемножение максимального количества одновременно присутствующих в наземных биотопах стрекоз на соответствующие “коэффициенты сменяемости” имаго для каждого вида позволяет получить реальную оценку количества стрекоз, поступивших на сушу за сезон (рис. 1). Усредненная по многолетним данным, эта величина для территории Чановского полигона составила свыше 4,3 млрд особей. Треть этого количества приходится на самый массовый вид в районе исследований – *Enallagma cyathigerum*. Еще около 23 % составляют представители трех массовых видов рода *Sympetrum*. Около 11 % приходится на вид *Lestes sponsa*. Вклад остальных видов в общую численность населения стрекоз меньше и колеблется в широких пределах.

Результаты пересчета количества вышлодившихся и поступивших в наземные биотопы стрекоз на массу одной особи, т. е. средний по многолетним данным вынос биомассы на сушу в сырой и сухой массе, приведены на рис. 2.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Почти все типы барабинских водоемов, кроме горько-соленых озер, обеспечивают высокий уровень численности стрекоз в регионе [9]. Однако для ряда фоновых видов наиболее продуктивными оказываются временные и периодически пересыхающие водоемы (болота-займища, тростниковая литораль оз. Малые Чаны) [10]. Несмотря на крайнюю нестабильность гидрологического режима, эти биотопы отличаются высокой продуктивностью. Занимая около 30 % всей водопокрываемой площади, они приносят до 60 % биомассы амфибионтных насекомых, продуцируемой в данном ландшафте.

Выйдя из личинок и разлетаясь от водоемов, стрекозы распределяются в наземных

биотопах. Это распределение неслучайно, и предпочтительность тех или иных из выделенных семи биотопов в большинстве случаев пропорциональна степени разнообразия растительности, в том числе ярусности. Поэтому наименьшая концентрация имаго стрекоз свойственна засеянным монокультурами полям, где суммарная за сезон плотность популяций стрекоз составляет 1,8 особей/м<sup>2</sup>. В 3,5–4 раза выше плотность на увлажненных лугах в межгрядных понижениях (7,9), на остепненных лугах и залежах на гривах (6,6). Особенно предпочтительны биотопы с древесно-кустарниковой растительностью, которые представлены на полигоне березово-осиновыми колками (25,8), зарослями ивняков и других кустарников (24,2), а также полезащитными лесополосами (22,8). Облесенные биотопы обеспечивают стрекозам укрытие от почти постоянных в данной местности ветров и стабильную кормовую базу, так как эти биотопы служат укрытиями и для основных кормовых объектов – двукрылых насекомых. В качестве особого биотопа выделены грунтовые дороги, так как некоторые виды стрекоз, особенно из рода *Sympetrum*, концентрируются на дорогах, привлекаемые теплом нагретой голой земли и своеобразием разделения микростадий – границей открытого пространства дороги и “стенкой” растительности на обочине, что одновременно обеспечивает хороший обзор и наличие удобных укрытий для засадной охоты этих хищных насекомых.

Покинув водоемы, стрекозы включаются в цепи питания наземных экосистем, где в качестве корма используются консументами более высоких порядков. В районе исследований примерно 50 % живых и погибших от непогоды стрекоз поедают птицы, 40 % – пауки и насекомые (в том числе стрекозы более крупных видов), около 5 % – мелкие млекопитающие, амфибии и рыбы (особенно при яйцекладке самок) и примерно столько же утилизируют микроорганизмы.

Таким образом, из одонатогенных водных биотопов Чановского полигона в наземные биотопы в течение сезона, по усредненным многолетним данным, попадает более 4,3 млрд стрекоз, что составляет около 300 т сырой или около 90 т сухой биомассы. В пересчете

на 1 км<sup>2</sup> сухопутной территории это составляет около 23 млн особей/(км<sup>2</sup> · сезон) или в пересчете на биомассу 1,6 т/(км<sup>2</sup> · сезон) в сырой и около 0,5 т/(км<sup>2</sup> · сезон) в сухой массе.

Каждый из двух подотрядов стрекоз вносит свой вклад в вынос биомассы. В наземные биотопы всего полигона поступает около 1,3 млрд особей Anisoptera, или 6,6 млн особей/(км<sup>2</sup> · сезон). Количество особей Zygoptera для всего полигона составляет немногим более 3 млрд, или 16,2 млн особей/(км<sup>2</sup> · сезон). Из 300 т сырой биомассы, выносимой стрекозами на сушу, две трети приходится на долю представителей подотряда Anisoptera (около 200 т) и одна треть – на Zygoptera (около 100 т). В пересчете на сухую массу из почти 90 т биомассы это соотношение составляет около 58 т для Anisoptera и 31 т для Zygoptera. Соответственно, на 1 км<sup>2</sup> за сезон выносятся примерно 1 т сырой или 0,3 т сухой биомассы для Anisoptera и 0,5 т сырой или 0,16 т сухой биомассы для Zygoptera.

Почти 70 % выноса биомассы обеспечивают 5 наиболее массовых видов стрекоз: *Sympetrum vulgatum* (25 %), *Enallagma cyathigerum* (14 %), *Sympetrum flaveolum* (12 %), *Libellula quadrimaculata* (10 %) и *Lestes sponsa* (7 %). На остальные 13 видов приходится немногим более 30 % выноса биомассы.

Оценка масштабов вылета имаго стрекоз из водоемов и выяснение их распределения в наземных биотопах позволили оценить общий вынос вещества. Это, в свою очередь, позволяет рассчитывать экспорт отдельных элементов и химических соединений из водных экосистем в наземные. Например, известно, что биомасса, поступающая из воды на сушу, создает не просто дополнительный поток энергии, но и представляет собой источник незаменимых биохимических компонентов питания для наземных животных, в частности длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот семейства ω3 (ПНЖК) [11]. Синтезировать длинноцепочечные ПНЖК способны лишь некоторые микроводоросли [12], а передача этих веществ на сушу осуществляется при вылете амфибионтных насекомых, в том числе стрекоз. Из наших расчетных данных следует, что поток ПНЖК с биомассой стрекоз из водных экосистем в наземные составил 6,9 мг · м<sup>2</sup> · год<sup>-1</sup> [13]. Сред-

няя глобальная оценка потока ПНЖК на сушу за счет вылета амфибионтных насекомых варьирует от 2,5 до 11,8 мг · м<sup>-2</sup> · год<sup>-1</sup> [11]. Следовательно, стрекозы переносят в наземные экосистемы незаменимые биологически активные вещества в количествах, сопоставимых с таковыми, переносимыми другими амфибионтными насекомыми, являющимися основными объектами изучения в гидробиологии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Экология озера Чаны. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1986. 247 с.
2. Харитонов А. Ю., Попова О. Н. Миграции стрекоз (Insecta, Odonata) на юге Западно-Сибирской равнины // Зоол. журн. 2011. Т. 90, № 3. С. 302–310.
3. Николаева Н. В., Ольшванг В. Н. Простейший биоценометр для учета водных насекомых в мелких водоемах // Экология. 1978. № 5. С. 93–95.
4. Corbet Ph. S. An adult population study of *Pyrrosoma nymphula* (Sulzer): (Odonata: Coenagrionidae) // J. Animal Ecology. 1952. Vol. 21, N 2. P. 206–222.
5. Parr M. J. Comparative studies of Coenagrionid (Odonata) population ecology // Тр. XIII Междунар. энтомолог. конгр. (М., август 1968 г.). Л., 1972. Т. 1. С. 540–541.
6. Харитонов А. Ю. Бореальная одонатофауна и экологические факторы географического распространения стрекоз: дис. ... д-ра биол. наук. М.: МГУ, 1990. 531 с.
7. Попова О. Н., Харитонов А. Ю. Динамика численности и миграции стрекозы *Libellula quadrimaculata* L., 1758 (Odonata, Libellulidae) // Евразийский энтомолог. журн. 2010. Т. 9, вып. 2. С. 231–238.
8. Popova O. N. The dragonflies of forest-steepes in West Siberia: fauna, ecology, biology // Odonata: Biology of Dragonflies / Ed. B. K. Tyagi. Madurai: Scientific Publishers (India), 2007. P. 89–104.
9. Попова О. Н., Смирнова Ю. А. Население водных насекомых лесостепных озер Барабы (юг Западной Сибири) // Сиб. экол. журн. 2010. Т. 17, № 1. С. 69–74.
10. Попова О. Н. Население личинок стрекоз (Odonata) временного водоема // Евразийский энтомолог. журн. 2010. Т. 9, вып. 2. С. 239–248.
11. Gladyshev M. I., Arts M. T., Sushchik N. N. Lipids in aquatic ecosystems. New York: Springer, 2009. P. 179–209.
12. Tocher D. R., Leaver M. J., Hodson P. A. // Progr. Lipid. Res. 1998. Vol. 37. P. 73–117.

13. Гладышев М. И., Харитонов А. Ю., Попова О. Н., Сущик Н. Н., Махутова О. Н., Калачева Г. С. Количественное определение роли стрекоз в переносе

незаменимых полиненасыщенных жирных кислот из водных экосистем в наземные // Докл. РАН. 2011. Т. 438, № 5. С. 708–710.

## **Estimation of the Carry-Out of Matter from Water Bodies to Land by Dragonflies in the Forest-Steppe of West Siberia**

O. N. POPOVA, A. Yu. HARITONOV

*Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS  
630091, Novosibirsk, Frunze str., 11  
E-mail: popova.olga.nik@gmail.com*

Results of the perennial monitoring of the number and distribution of dragonflies at the Chany ground in the Baraba forest-steppe are presented. Estimation of the carry-out of the biomass by dragonflies from water bodies to land ecosystems is given. The data presented provide evidence of the important role of dragonflies in the migration of matter from water bodies to land.

**Key words:** dragonflies, water bodies, Baraba, forest-steppe, biomass, migration of matter in ecosystems.