

5

SCHOOL 179

Panlopopoda



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОЗРЕНИЕ 179

Приложение к журналу «Математическое образование»

Учредитель: Фонд математического образования и просвещения
Гл. редактор Комаров С.И.

Редакторы Кудрявцева Е. И., Петраш Е. Г.

Раздел Пантопода (биология)
Номер выпуска

12+

СОДЕРЖАНИЕ

Применение бескровных методов для изучения рациона <i>Podarcis peloponnesiacus</i> (Vibron & Bory, 1833) и исследование связи рациона этих ящериц с их размером	5
Белова Дарья, Могилевич Тимофей, Николаев Олег, Новиков Борис, Симис Илья	
Форезия клещей на жесткокрылых в окрестностях поселка Борок Ярославской области.....	13
Кнорре Николай Дмитриевич	
Высота прыжка у жуков-щелкунов (<i>Coleoptera: Elateridae</i>) разных видов.....	21
Салимова Анна Эминовна, Федоров Кирилл Сергеевич	
Предпочтения при повороте в лабиринте у муравьёв вида <i>Formica polyctena</i> (<i>Forster, 1850</i>)	32
Тутубалина Нина, Лепкова Софья, Зюбина Елизавета	
Пищевая связь муравьёв из группы <i>formica rufa</i> с литоралью белого моря (на примере Избной Двинской луды)	46
Лопатина Анна, Ромашева Дарья	
Фауна стрекоз (<i>Insecta: Odonata</i>) Нижне-Свирского государственного природного заповедника и Удомельского района Тверской области, а также изменчивость крылового четырехугольника у некоторых видов	53
Владислав Начатой, Михаил Тищенко, Полина Хорхордина	
Сравнение наблюдений за птицами в январе 2022 и 2023 года в окрестностях деревни Чистое Торопецкого района	76
Александра Яковлева, Ксения Ильяшенко	
Структура синичьих стаяк заповедника «Большая Кокшага» в период предзимья	81
Картмазова Ю. А.	

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСКРОВНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАЦИОНА *PODARCIS PELOPONNESIACUS* (Bibron & Bory, 1833) И ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ РАЦИОНА ЭТИХ ЯЩЕРИЦ С ИХ РАЗМЕРОМ

Авторы:

Белова Дарья,
Могилевич Тимофей,
Николаев Олег,
Новиков Борис,
Симис Илья

Научные руководители:

Галоян Эдуард Арташесович,
Лысенков Сергей Николаевич



ВВЕДЕНИЕ

Питанию стенных ящериц, в том числе пелопоннесской стенной ящерицы (*Podarcis peloponnesiacus*, Bibron and Bory, 1833), посвящены несколько исследований (Lo Cascio, 2011; Maragou, 1996). В них рассматривается изменение рациона ящериц в течение года и различие питания самцов и самок. Показано, что пелопоннесские стенные ящерицы выбирают добычу, а не питаются любым доступным животным кормом, а питание самцов и самок *P. peloponnesiacus* значимо не различается. Однако в этих работах не рассматривается вопрос о том, зависит ли питание ящерицы от ее размера. Нам он показался интересным, и мы решили рассмотреть его в своей работе.

Надо также заметить, что в работе, по пелопоннесской стенной ящерице (Maragou, 1996), питание ящериц изучалось на материале, полученном из желудка при вскрытии. Этот метод исследования рациона считается наиболее точным, но имеет ряд недостатков: при масштабных исследованиях, проводимых и использованием этого метода, сокращается численность изучаемого вида и проводить многолетние исследования, используя только его, невозможно (Целлариус, 1977).

Бескровные методы (промывание желудка, сбор помета) менее точны, хотя разница в точности между ними и вскрытием желудка не вполне ясна – в одних исследованиях (Целлариус, 1977; Pérez-Mellado, 2011) говорится, что она пренебрежимо мала, в других (Pincheira-Donoso, 2008) – что велика и отрицательно влияет на точность исследования в целом. Судя по тому, что указанные исследования проводились на разных видах рептилий, точность бескровных методов зависит от изучаемого вида. Такая идея уже выдвигалась и доказывалась на примере круглоголовок (Неймарк, 2013). Тогда встает вопрос: возможно ли их использование для изучения питания пелопоннесской стенной ящерицы? Для ответа на него мы сравнили данные, полученные при сборе материала из желудков (Maragou, 1996) и при изучении помета.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования

Вид *Podarcis peloponnesiacus* принадлежит к семейству Lacertidae. Этот вид - эндемик Пелопоннеса и за его пределами был найден всего несколько раз (Bibron & Vory, 1833; Hedman, 2017). Эти ящерицы достигают длины 8,5 см от кончика носа до анального щитка. Хвост тонкий, его длина равна двум длинам туловища. Верхняя сторона тела покрыта мелкими чешуйками, темная, с шестью параллельными

светлыми полосами, идущими вдоль тела и заканчивающимися у основания хвоста (рис. 1, А). Две полосы идут по середине спины, еще по две - сбоку с каждой стороны тела. Брюхо серебристо-белое, покрыто шестью рядами крупных чешуй (рис. 1, Б). Ящерицы этого вида предпочитают места обитания с каменистыми ландшафтами (Bibron & Vory, 1833; Maragou, 1996).



Рис. 1. *Podarcis peloponnesiacus*. А-спина; Б-брюхо; В-голова сбоку, Г-голова сверху

МЕСТО И ВРЕМЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор материала проводили с 29 по 31 марта 2019 года в окрестностях деревни Кардамили (Греция, Пелопоннес, 36°53'12" с. ш. 22°13'56" в. д., высота над уровнем моря – 30 м).

В исследуемой местности множество каменных домов и стен, а также скал, щели в которых служат укрытием для ящериц.

МЕТОДИКА

Мы каждый день проходили по заранее намеченному маршруту вдоль дороги с большим количеством камней и каменных заборов со щелями по ее сторонам (рис.2).

Всех встреченных ящериц интересующего нас вида по возможности отлавливали с помощью удочки с подвижной петлей на конце и собирали у них помет. В некоторых случаях ящерицы испражнялись сразу после поимки, в некоторых мы несколько раз проводили пойманной особи по брюху пальцем в направлении от головы к клоаке, после чего они испражнялись (по нашим наблюдениям, ящерицам это не вредило, и мы встречали их вполне активными при последующих обходах). В случае, если собрать помет на месте не получалось, мы помещали ящериц в ткане-

вые мешочки, затем пересаживали в прозрачные пластиковые банки и ждали несколько часов, пока ящерица не испражнится. Если к следующему дню этого не происходило, мы отпускали ее.

Помет собирали в бумажные конвертики. На них записывали время и место поимки, длину особи от кончика носа до клоакальной щели (SVL) и номер конвертика.

Помет изучали под биноклем ЛОМО МСП-2, предварительно размочив в воде в чашке Петри. Все найденные в нем остатки животных определяли до отряда, некоторых, лучше всего сохранившихся, - до семейства, брюхоногих моллюсков записывали, но не определяли, так как от них в помете оставались только осколки панцирей.



Рис. 2. А – положение Кардамили на Пелопоннесе; Б – маршрут, по которому мы проходили ежедневно.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Мы рассчитали долю каждой из полученных групп беспозвоночных в рационе ящериц (%n) по формуле $(N_{гр}/N) \cdot 100\%$, где $N_{гр}$ - число беспозвоночных, относящихся к данной группе, а N – общее число найденных в помете всех ящериц беспозвоночных.

Также для каждой группы беспозвоночных находили долю ящериц от всей выборки, в помете которых встречались остатки представителей этой группы (F). F находили по формуле $(N_{(F)гр}/N_{(F)}) \cdot 100\%$, где $N_{(F)гр}$ – количество ящериц, в помете которых найдены остатки

представителей группы, а $N_{(F)}$ - общее число исследуемых ящериц. Для %n и F приводили, помимо точечных оценок, нижнюю и верхнюю границы 95% точного доверительного интервала в скобках.

Статистическую обработку данных проводили в программе RStudio. Доверительный интервал для долей рассчитывали с помощью онлайн-калькулятора www.sample-size.net. Для выбора метода обработки проверяли выборку на нормальность критерием Шапиро-Уилка.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Доля разных групп беспозвоночных в рационе ящериц (%n)

Рассмотрев фрагменты беспозвоночных в помете всех ящериц, мы нашли 19 жесткокрылых, 9 полужесткокрылых, 8 брюхоногих моллюсков, 5 муравьев, 1 другого перепончатокрылого, 1 равноногое ракообразное, 1 паука, 1 равнокрылого, 1 личинку насекомого. Всего – 46 объектов. Остатки пищи, найденные в помете нескольких ящериц, не удалось определить даже до отряда, и в результате мы использовали данные о 21 особи. 41,3% (27,0 – 56,8%) найденных в помете всех ящериц пищевых объектов составляют жуки; 19,6% (9,4 – 33,9%) – клопы, 17,4% (7,8 – 31,4%) – брюхоногие моллюски, 10,9% (3,6 – 23,6%) – муравьи. Представители иных групп (перепончатокрылые, равнокрылые, пауки, равноногие, личинки насекомых) встречались в помете по одному разу и составляют по 2,2% (0,1 – 11,5%) от всех пищевых объектов (рис.3, А).

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ВСКРЫТИИ ЖЕЛУДКОВ И ПРИ СБОРЕ ПОМЕТА

Информация о беспозвоночных, найденных в желудках ящериц в работе, использованной нами для сравнения (Maragou, 1996), взята из диаграммы в этой работе.

Из-за небольшого (21 особь) объема нашей выборки и отсутствия точных данных о количестве представителей разных групп пищевых объектов в работе, взятой нами для сравнения, статистически сравнить результаты, полученные при вскрытии желудков и при изучении помета, не получилось. Однако можно выявить некоторые очевидные сходства и различия в результатах, полученных при изучении содержимого желудков и помета (рис. 3. В, Г).

Самой часто встречающейся группой в рационе пелопоннесских стенных ящериц при использовании обоих методов оказываются жуки, причем значения %n и F, полученные при использовании разных методов, схожи.

Муравьев мы рассматривали отдельно от остальных перепончатокрылых, поскольку большую часть найденных в помете ящериц перепончатокрылых составляют именно муравьи, а также потому, что рабочие муравьи, в отличие от большинства перепончатокрылых, не имеют крыльев и не способны летать, а значит, являются для ящериц более легкой добычей.

Доли ящериц в выборке, в помете которых обнаружены беспозвоночные определенных групп (F)

Фрагменты жесткокрылых были найдены в помете 15 ящериц [71,4% (47,8 – 88,7%)], полужесткокрылые – в помете 7 ящериц [33,3% (14,6 – 57%)], брюхоногие – в помете 8 ящериц [38,1% (18,1 – 61,6%)], муравьи – в помете 4 ящериц [19,1% (5,4 – 41,9%)]. Представители других групп [равноногие, перепончатокрылые (кроме муравьев), равнокрылые, пауки, личинки насекомых] встречались по одному разу [4,8% (0,1 – 23,8%)] (рис.3, Б).

Жесткокрылые встречаются в желудках 68% ящериц и в помете 71,4% (47,8 – 88,7%) ящериц (значение, полученное при вскрытии желудков, входит в доверительный интервал, рассчитанный нами для данных, полученных при изучении помета) и составляют 26,8% пищевых объектов в желудках и 41,3% (27,0 – 56,8%) пищевых объектов в помете ящериц (значение, полученное при вскрытии желудков на 0,2% меньше, чем нижняя граница рассчитанного нами доверительного интервала).

С учетом границ доверительных интервалов %n и F, можно предположить, что вскрытие желудков и изучение помета дают схожие результаты для мокриц [при изучении содержимого желудков %n = 1,9%, F = 11,2%; при изучении помета %n = 2,2% (0,1 – 11,5%), F = 4,8% (0,1 – 23,8%)], и равнокрылых [при изучении содержимого желудков %n = 0,8%,

$F = 4,8\%$; при изучении помета $\%n = 2,2\%$ (0,1 – 11,5%), $F = 4,8\%$ (0,1 – 23,8%)].

Многие группы беспозвоночных, найденных в желудках ящериц, не обнаруживаются в помете. Для некоторых групп (ложноскорпионы, губоногие многоножки, стрекозы, тараканообразные, кожистокрылые, чешуекрылые, сетчатокрылые, ручейники) то, что они не обнаружены в помете, можно считать случайностью, поскольку среди пищевых объектов, найденных в желудках, они составляют 0,5 – 0,8% и могли не попасть в нашу выборку случайно.

Отсутствие представителей других групп, не обнаруженных в помете (сенокосцы, прямокрылые, двукрылые, яйца насекомых) случайностью объяснить едва ли возможно. Сенокосцы обнаружены в желудках 18,5% ящериц и составляют 2,7% пищевых объектов, обнаруженных в желудках. Прямокрылые обнаружены в желудках 16,6% ящериц и составляют 3,2% пищевых объектов, обнаруженных в желудках. Двукрылые обнаружены в желудках 47,5% ящериц и составляют 11% пищевых объектов, обнаруженных в желудках. Яйца насекомых обнаружены в желудках 5,6% ящериц и составляют 4,5% пищевых объектов, обнаруженных в желудках.

Некоторые другие группы пищи, хотя и обнаруживаются в помете, встречаются там намного реже, чем в желудках. Доля личинок насекомых в помете ящериц составляет 2,2% (0,1 – 11,5%) а их доля в желудках (по данным исследования, взятого нами для сравнения) – примерно 15% (+ – 0.003). Они обнаружены в 62,1% желудков и в помете только 4,8% (0,1 – 23,8%) ящериц. Все эти объекты слабо

хитинизированы и, скорее всего, не обнаруживаются в помете из-за того, что практически полностью перевариваются в кишечнике.

Доля перепончатокрылых в помете – 2,2% (0,1 – 11,5%), в желудках – 11,5%. Обнаружены они в желудках 42,5% ящериц и помете 4,8% (0,1 – 23,8%) ящериц. То, что личинки и перепончатокрылые встречаются в помете заметно реже, чем в желудках, видимо, связано с тем, что они полностью перевариваются ящерицами. Однако нужно заметить, что верхняя граница доверительного интервала $\%n$ для перепончатокрылых при доверительном интервале 0,95 равно $\%n$ перепончатокрылых в желудках. Это может говорить о том, что разница результатов, полученных при изучении содержимого желудков и помета, для перепончатокрылых может быть случайна, а на самом деле метод изучения рациона не влияет на обнаруженную долю перепончатокрылых в нем.

Из-за того, что одни беспозвоночные практически не обнаруживаются в помете, других (хуже переваривающихся) становится больше в процентном соотношении. Так, брюхоногие (их панцири практически не перевариваются и легко обнаруживаются в помете) составляют 2,9% пищевых объектов, обнаруженных в желудках ящериц и 17,4% (7,8 – 31,4%) найденных в помете. Муравьев (в помете легко находятся их сильно хитинизированные головы) в желудках 1,6%, а в помете – 10,9% (3,6 – 23,6%). Доля клопов (в помете от клопов в основном остаются головы, передние крылья и конечности) в желудках – 4,8%, в помете – 19,6% (9,4 – 33,9%).

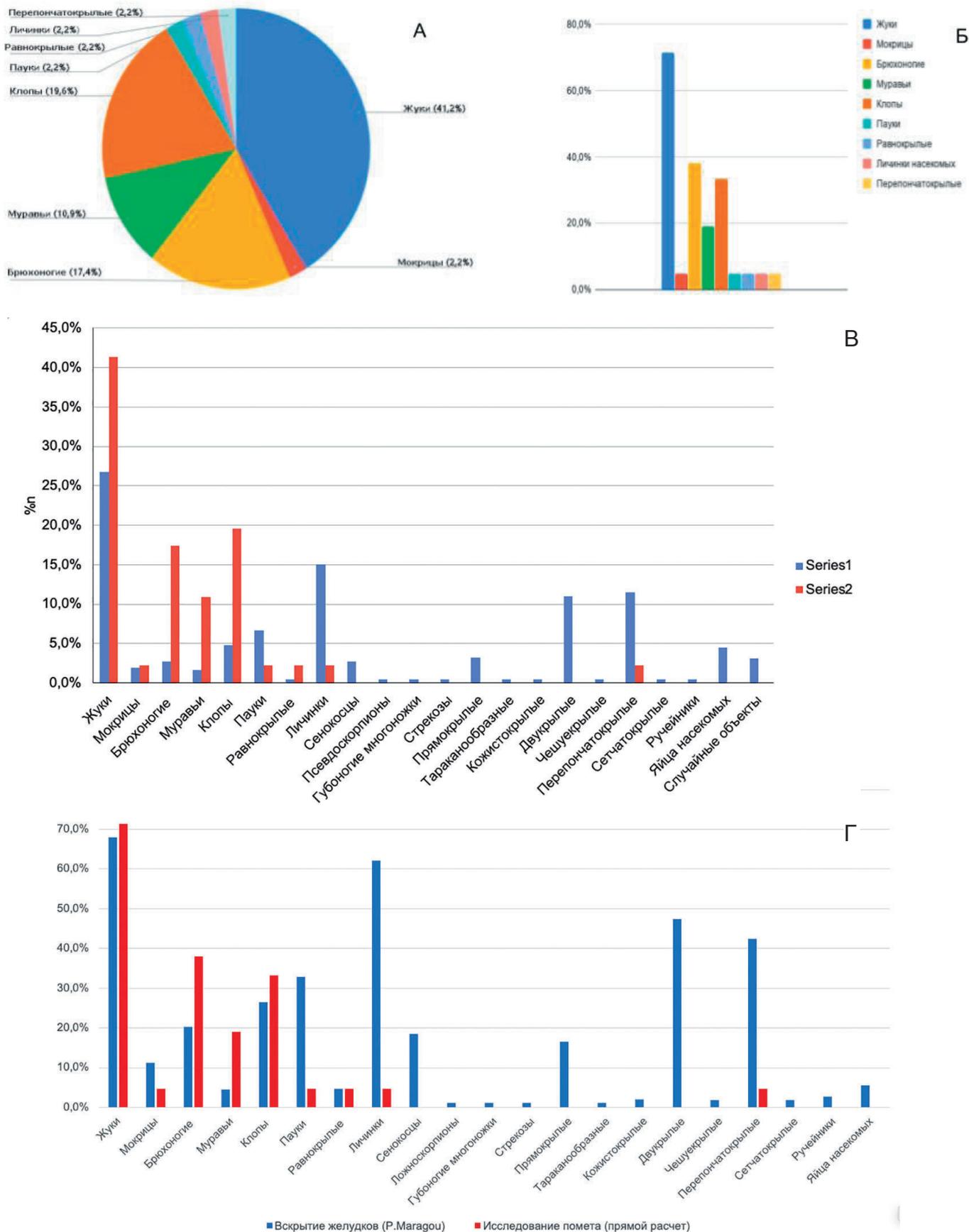


Рис. 3. А – доля различных типов пищи в рационе ящериц (по помету), Б – доли ящериц, в помете которых найдены те или иные типы пищевых объектов, В – сравнение долей различных пищевых объектов в рационе ящериц по данным от сбора помета и вскрытия желудков, Г – сравнение долей ящериц, в рационе которых встречаются те или иные пищевые объекты по данным от вскрытия желудков и сбора помета.

СВЯЗЬ РАЗМЕРА ЯЩЕРИЦ И ЕЕ РАЦИОНА

Для исследования зависимости избираемого ящерицами типа пищи от их размера мы взяли те группы беспозвоночных, в которых найдено не менее пяти представителей (жесткокрылые, полужесткокрылые, муравьи, брюхоногие моллюски) и анализировали данные о тех ящерицах, в помете которых был обнаружен хотя бы один представитель одной из этих групп.

По результатам проверки тестом Шапиро-Уилка для всех этих групп выявлено нормальное распределение размера ящериц, в по-

мете которых они обнаружены (Heteroptera: $n = 9$, $W = 0.89$, $p = 0.21$; Formicidae $n = 5$, $W = 0.83$, $p = 0.15$; Gastropoda $n = 8$, $W = 0.95$, $p = 0.73$; Coleoptera $n = 19$; $W = 0.95$, $p = 0.41$). Группы беспозвоночных сравнивались по размерам ящериц (минимальная длина – 48 мм, максимальная – 76 мм, среднее значение – 62,6 мм), в помете которых они были обнаружены, значимых различий не выявлено (ANOVA, $F = 0.8198$; $p = 0.4912$. Тест Краскелла-Уоллиса, $p = 0.4662$) (Рис. 4).

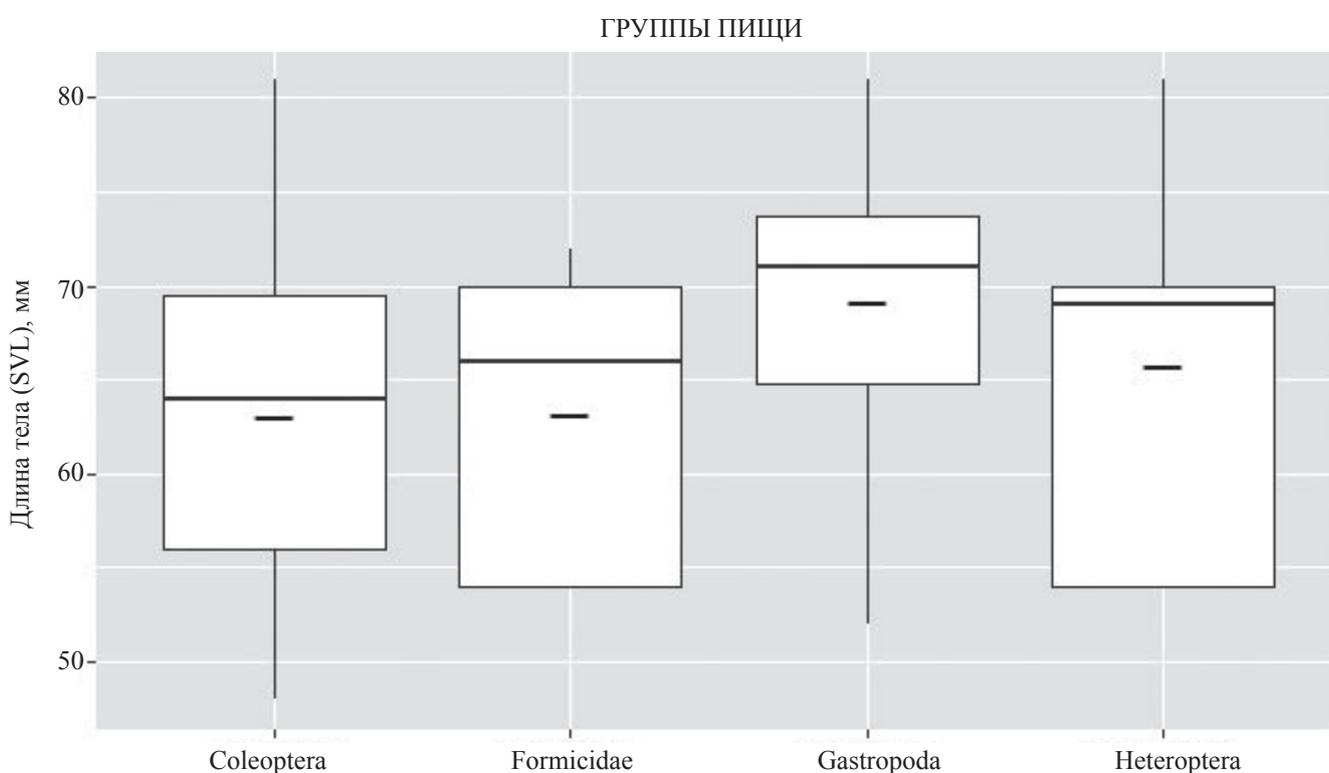


Рис.4. Зависимость избираемых групп добычи от размера ящерицы. “Усы” показывают минимальное и максимальное значения, границы ящика – верхнюю и нижнюю квартили, длинная линия – медиана, короткая – среднее значение

ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнение данных о рационе ящериц по содержанию желудка и помету.

Можно утверждать, что использование бескровных методов для изучения рациона пелопоннесских стенных ящериц дает точные результаты только для отдельных групп беспозвоночных: мокриц, равнокрылых, а также, возможно, для жесткокрылых и перепончатокрылых.

Ложноскорпионов, многоножек, стрекоз, тараканообразных, кожистокрылых, чешуекрылых, сетчатокрылых и ручейников в рационе ящериц, судя по данным, полученным при вскрытии желудков, мало, поэтому в нашу выборку они могли не попасть случайно из-за ее маленького объема. Однако изучение питания пелопоннесской стенной ящерицы по помету, видимо, не позволяет верно оценить долю этих беспозвоночных в рационе даже при

большом объеме выборки. Поскольку даже в желудках (а значит, и в целом в рационе изучаемых ящериц) они встречаются в очень малом количестве, полное переваривание даже одного представителя какой-либо из этих групп (маловероятное при изучении содержимого желудков, но довольно вероятное при полном прохождении беспозвоночного по ЖКТ ящерицы) может привести к значительному искажению результатов.

Для остальных изученных нами групп пищевых объектов (сенокосцы, прямокрылые, двукрылые, яйца и личинки насекомых, брюхоногие, муравьи, полужесткокрылые) использование бескровных методов изучения рациона дает результаты, сильно отличные от полученных при вскрытии желудков.

Таким образом, изучения рациона пелопоннесских стенных ящериц по помету в целом дает искаженные результаты. Доля одних групп беспозвоночных в рационе возрастает, других – уменьшается. Поэтому для получения данных, близких к действительности, стоит использовать вскрытие желудков.

Связь размера ящерицы и ее рациона

Выбор ящерицами тех групп беспозвоночных, которые мы рассмотрели (жесткокрылые, полужесткокрылые, брюхоногие моллюски, муравьи), не зависит от размера ящерицы. Впрочем, возможно, что эта зависимость существует для других групп добычи.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

Bibron, M. & Bory de Saint-Vincent, J.P. (1833). Description of *Podarcis peloponnesiacus* and *Algyroides moreoticus* in “Vertébrés a sang froid. Reptiles et poissons. Reptiles”. In: Geoffroy & Geoffroy, Expédition Scientifique de Morée, Tome III. 1re partie, Zoologie: p. 68.

Cascio P.L. & Capula M. (2011). Does diet in lacertid lizards reflect prey availability? Evidence for selective predation in the Aeolian wall lizard, *Podarcis raffonei* (Mertens, 1952) (Reptilia, Lacertidae), *Biodiversity Journal*.

Hedman H.D., Kapsaias G., Karameta E., Psonis N., Pouiakakis N., Foufopouios J., Pafilis P. (2017). First record of *Podarcis peloponnesiacus* (BIBRO & BORY, 1833) from outside the Peloponnese; *Herpetozoa*, 29, 3/4.

Maragou P., Valakos E. D., Giannopoulos Z., Stavropoulou A., Chondropoulo B. (1996). Spring aspect of feeding ecology in *Podarcis peloponnesiaca* (BIBRON & BORY, 1833) (Squamata: Sauria: Lacertidae), *Herpetozoa* 9, 3/4.

Perez-Mellado V., Perez-Cembranos A., Garrido M., Luiselli L., Corti C. (2011) Using fecal samples in lizard dietary studies. *Amphibia – Reptilia*, v. 32, p. 1–7.

Pincheira-Donoso D. (2008) Testing the accuracy of fecal-based analyses in studies of trophic ecology in lizards // *Copeia*, № 2. p. 322–325.

Целлариус А.Ю. (1977) Изучение питания ящериц по экскрементам, *Вопросы герпетологии*, стр. 220.

Неймарк Л.А. (2013), Перспективы использования экскрементального анализа как альтернативного щадящего метода исследований трофологии ящериц на примере круглоголовок (*Phrynoscephalus*, *Agamidae*), *Современная герпетология: проблемы и пути их решения*, стр. 118-120.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают огромную благодарность Е. И. Кудрявцевой и Е.Г. Петраш за помощь с обработкой данных и написанием этой статьи.

ФОРЕЗИЯ КЛЕЩЕЙ НА ЖЕСТКОКРЫЛЫХ В ОКРЕСТНОСТЯХ ПОСЕЛКА БОРОК ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Московская школа на Юго-Западе № 1543

Автор:

Николай Дмитриевич Кнорре

Научный руководитель:

Петр Николаевич Петров



ВВЕДЕНИЕ

Жесткокрылые или жуки (Coleoptera) – отряд насекомых, который является на данный момент самым большим по числу описанных видов и включает около 40% всех известных науке насекомых. Передние крылья жуков преобразованы в жесткие надкрылья, а тело обычно покрыто твердым экзоскелетом.

Клещи (Acari), в свою очередь, являются самой богатой видами группой паукообразных: в настоящее время описано более 54 тысяч видов. Столь высокого разнообразия клещи достигли за счет очень маленьких размеров, что позволило им освоить множество сред обитания. Многие виды клещей расселяются на представителях разных видов членистоногих, например пчелах, жуках или стрекозах. Такой тип взаимодействия называется форезия – кратковременное использование одного организма другим для передвижения в качестве транспортного средства (Лобанов и др., 2004).

Клещи могут путешествовать не на всех жуках: для качественной форезии жук должен часто бывать в местах большого скопления двукрылых, потому что клещи, форезирующие на жуках, обычно питаются яйцами или личинками двукрылых.

Для жуков-мертвоедов (Silphidae) может быть выгодно возить на себе клещей, так как

это один из способов уменьшения конкуренции для своего потомства. Клещи, наряду с самими жуками, едят яйца двукрылых — главных конкурентов личинок мертвоедов в трупах, тем самым обеспечивая потомству жуков спокойное развитие. (Phillips, 2004). При этом клещи не оказывают отрицательного влияния на жуков, при условии, что количество клещей на одной особи жука не превышает некоторого естественного порога. Для жуков-навозников (Geotrupidae) также характерно служить транспортом для клещей, причем клещи тоже могут быть полезны жукам, истребляя мух, с которыми личинки жуков конкурируют за субстрат.

Дейтонимфы (нимфы второго возраста) клещей развиваются в выводковых камерах и вылетают вместе с тем жуком, на которого они успеют забраться после выхода из камеры. Большая часть клещей успевает съесть личинок мух, размножиться и улечь на том же жуке, на котором они прилетели, или на другом жуке того же поколения. Те дейтонимфы, которые не попали ни на одного жука, остаются ждать, пока вылетит новое поколение, но таких клещей всего около 14% (Schwarz, Müller, 1992).

При нахождении трупа животного некоторые мертвоеды закапывают его, чтобы прилетевшие мухи не успели отложить туда яйца.

Если труп удалось закопать достаточно глубоко, то личинки мух не представляют проблем для личинок мертвоедов: они просто туда не доберутся. Но если труп оказывается зарыт неглубоко, то тут наличие или отсутствие клещей начинает играть решающую роль. Без клещей личинки мух разовьются быстрее личинок мертвоедов и навредят им. Но если клещи прилетели вместе с жуком, они съедают личинок мух и тем самым спасут новое поколение мертвоедов. Следовательно, клещи полезны жукам тогда, когда труп закопан неглубоко (Walter, Proctor, 2013).

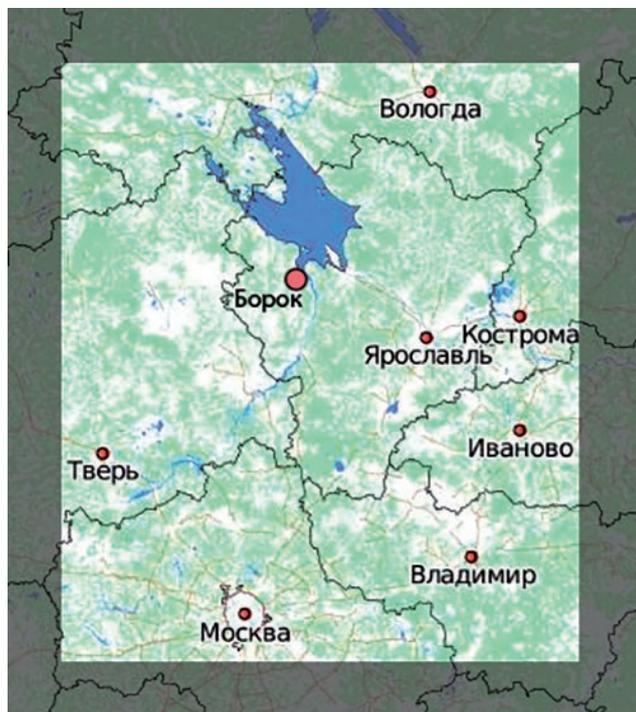


Рис. 1. Местоположение поселка Борок на карте, и крупные города рядом.
Изображение с сайта «ibiw.ru

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить состав и численность клещей, форезируемых жесткокрылыми на территории и в окрестностях стационара «Сунога» Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН.

В этой работе я исследовал, как паразитиформные клещи форезируют на жуках таких семейств как мертвоеды (Silphidae), навозники (Geotrupidae) и жужелицы (Carabidae) (Бей-Биенко, 1965).

Сборы материала проводились на территории и в окрестностях стационара «Сунога» при Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Вокруг института был построен поселок Борок, в нескольких километрах к югу от которого располагается стационар (рис.1, 2).

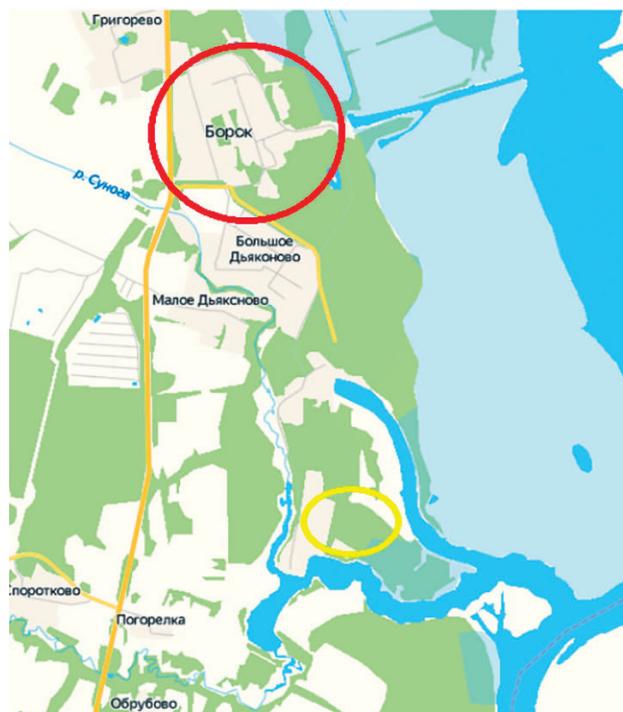


Рис. 2. Местоположение стационара «Сунога» относительно поселка Борок. Красный круг – поселок Борок, Желтый – стационар «Сунога».
Изображение с сайта www.yandex.ru

ЗАДАЧИ:

- 1) Определить видовой состав жуков, на которых были обнаружены клещи.
- 2) Оценить встречаемость и численность клещей на жуках разных видов
- 3) Проанализировать возможную связь между видом и размером жука и количеством форезирующих на нем клещей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сборы материала проводились с 30 июня по 5 июля 2021 г. в окрестности пос. Борок Некоузского района, Ярославской области (рис. 3). Была использована ловушки Барбера: в выкопанную в земле ямку вставляли два пластиковых стаканчика (стаканчики разного цвета, объемом 200 мл, диаметром 70 мм), далее землю по краю ловушки выравнивали и в конце вынимали внутренний стаканчик, для того чтобы в нижнем стаканчике было меньше земли. В стаканчик помещали различную приманку, такую как тушеная говядина с прокисшим молоком и одним дождевым червем, куриный фарш и кусок сырой свинины (рис. 4). Всего ловушек было около 20 штук, но некоторые из них были растащены какими-то животными (предположительно кошками).

При нахождении жука в ловушке его доставали пинцетом и, как можно аккуратнее, чтобы клещи не убежали, помещали в емкость со спиртом. В лаборатории доставали жуков из емкостей и перекладывали их на большие чаш-

ки Петри, там очищали жуков от прилипших кусочков приманки и клещей, а клещей отправляли обратно в емкость. После очистки жуков накалывали на энтомологические булавки 3-го или 4-го размера. Далее выливали содержимое емкости в маленькую чашку Петри, а в емкость наливали 95% этанол. Затем отбирали клещей из чашки Петри, пересчитывали их и помещали обратно в емкость. Так определяли количество клещей на одном жуке. В конце измеряли длину жуков с помощью электронного штангенциркуля (с точностью до 0.1 мм).

Для предварительного определения клещей их отбирали из проб, далее помещали с помощью кисточки под бинокляр (Микроскоп Микромед МС-2-ZOOM), где рассматривали, зарисовывали и фотографировали на телефон Redmi Note 9. Впоследствии из нескольких клещей были изготовлены постоянные препараты.

Для статистической обработки данных использовали программы R и Google Sheets.

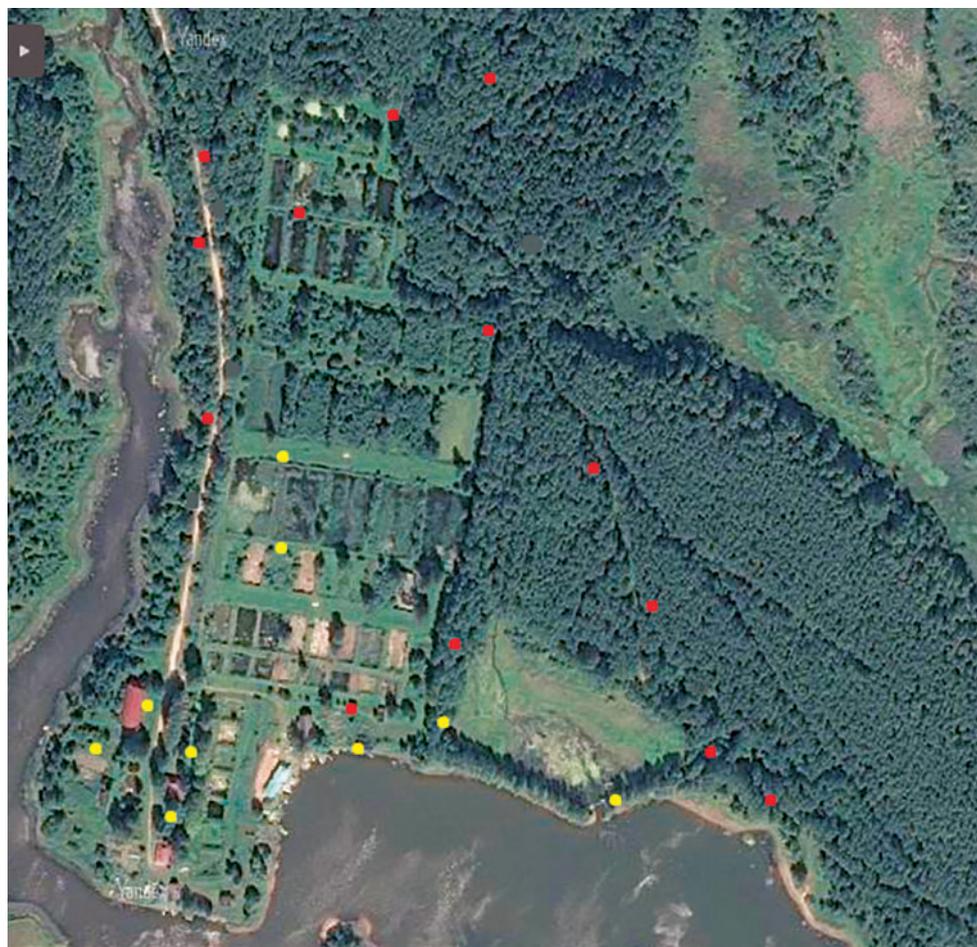


Рис. 3. Место сбора материала, красные точки – места, где стояли ловушки, желтые точки – места, где стояли ловушки, но они не принесли никаких материалов, так как были разорены. Карта взята с сайта www.yandex.ru

Рис. 4. Ловушка Барбера с жуками (*Nicrophorus vespilloides* и *Oiceoptoma thoracicum*) по бокам стаканчика клещи, которые, скорее всего, прилетели вместе с жуками снизу



РЕЗУЛЬТАТЫ

В ловушки было поймано и обработано (измерена длина и подсчитано количество клещей) 16 экземпляров *Nicrophorus vespilloides* Herbst, 1783 средние размеры которого были 13.1 мм, 2 экземпляра *Nicrophorus fossor* Erichson, 1837 средние размеры которого были 15.0 мм, 6 экземпляров *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758) средние размеры которого были 14.1 мм, 6 экземпляров *Geotrupes stercorosus* (Scriba, 1791), средние размеры которого были 14.6 мм, 6 экземпляров *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) и *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) (данные два вида рассматривали вместе из-за их сходства и невозможности быстро различить их во время обработки) средние размеры которого были 16.6 мм и 2 экземпляра *Carabus hortensis* (Linnaeus, 1758) средние размеры которого были 23.1 мм. Всего было поймано и обработано 39 жуков (рис. 5). Названия видов, авторы этих названий и годы описания даны по каталогу Сильферберга (Silfverberg, 2010).

На всех пойманных жуках в среднем было 10.6 клещей, но на некоторых вообще не было, а рекорд по количеству клещей составил 72 клеща. На *Nicrophorus vespilloides* в среднем сидело 13.2 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 40. На *Nicrophorus fossor* в среднем сидело 31 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 58. На *Oiceoptoma thoracicum* в среднем сидело 0.6 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 1. На *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius* в среднем сидело 2 клещей, но самое

большое количество на этом виде жука 6. На *Carabus hortensis* в среднем сидело 3 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 5 (табл. 1, рис. 5). На *Geotrupes stercorosus* в среднем сидело 12.6 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 72.

На рис. 6 показано соотношение количества форезируемых клещей и длины тела жука. По линии тренда на графике можем предположить, что ярко выраженной зависимости количества клещей на одном жуке от его размера нет. Но утверждать это с полной уверенностью нельзя, так как у нас пока недостаточно данных. Для вида *Nicrophorus vespilloides* можно предположить слабую положительную связь.

Тест Спирмена для длины тела всех жуков и количества клещей на них показал отсутствие значимой связи: $p = 0.51$, а $\rho = -0.11$. Для *Nicrophorus vespilloides*, число которых было больше 15, значимой связи также не выявлено: $p = 0.35$, а $\rho = 0.24$.

По-видимому, большинство собранных клещей относятся к семейству *Parasitidae*. Среди них есть представители рода *Poecilochirus* sp., предположительно относящиеся к виду *Poecilochirus necrophori* Vitzthum, 1930 (рис. 7). Также были найдены не определенные до рода клещи семейства *Parasitidae* (рис. 8).

Среди собранных клещей, по-видимому, есть представители следующих видов: *Poecilochirus subterraneus* Müller, 1859, *Poecilochirus carabi* G. & R. Canestrini, 1882 и *Poecilochirus necrophori* Vitzthum, 1930.

Таблица 1. В первой строке показаны виды разных жуков. Во втором представлено максимальное количество клещей, сидевших на данном виде жука, а в третьем столбце показано среднее арифметическое клещей, собранных со всех пойманных жуков данного вида

Виды	<i>Nicrophorus vespilloides</i>	<i>N. fossor</i>	<i>Oiceoptoma thoracicum</i>	<i>Pterostichus niger</i> и <i>P. melanarius</i>	<i>Carabus hortensis</i>	<i>Geotrupes stercorosus</i>
Максимальное количество	40	58	1	6	5	72
Среднее количество	13.2	31	0.6	2	3	17.6

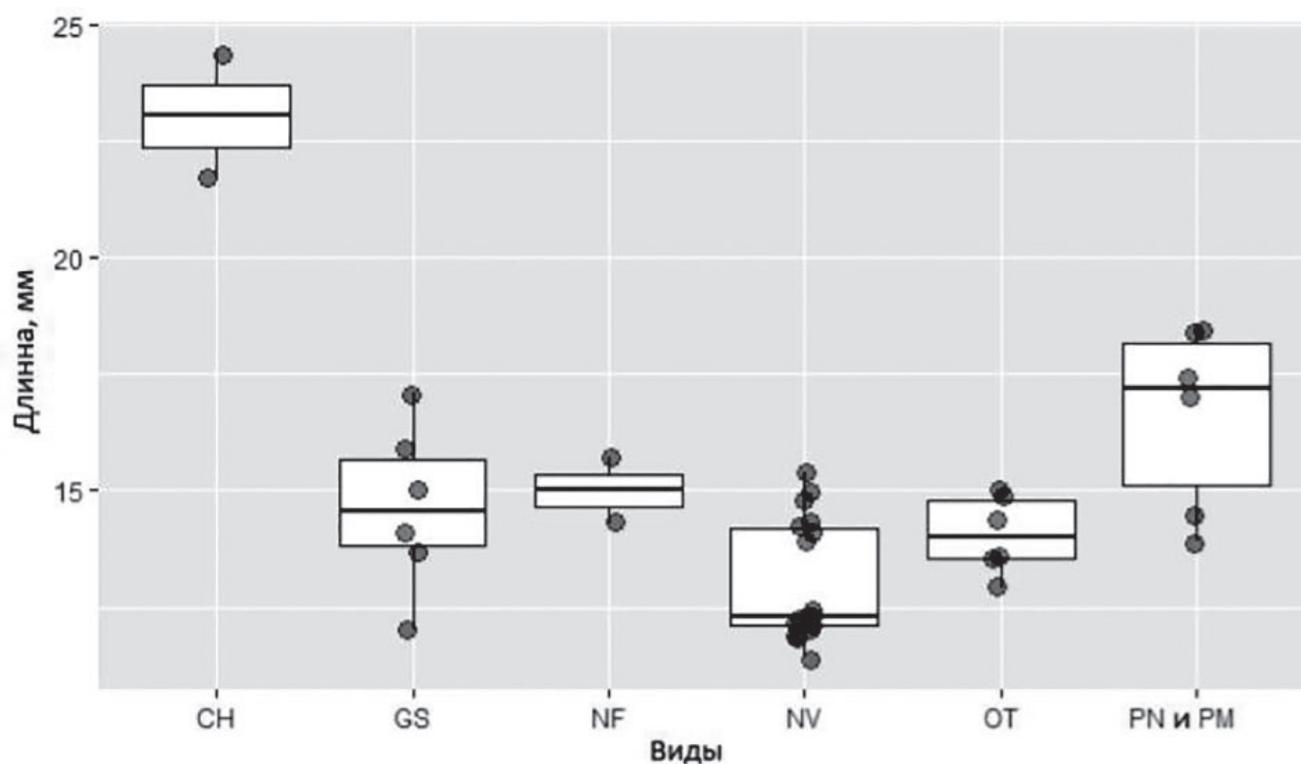


Рис. 5. Диаграммы, показывающие длину разных видов жуков, точки – это отдельные особи, точки сдвинуты в разные стороны, чтобы показать примерное количество собранных и обработанных жуков на один вид. CH – *Carabus hortensis*, GS – *Geotrupes stercorosus*, NF – *Nicrophorus fossor*, NV – *Nicrophorus vespilloides*, OT – *Oiceoptoma thoracicum*, PN and PM – *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius*. «Ящики» соответствуют интерквартильным интервалам (25%–50%–75%) значений длины, усы – максимальные и минимальные значения. Отсутствие нормального распределения в размерах *Nicrophorus vespilloides* может быть связано с опущенной головой или брюшком у жука при измерении его длины

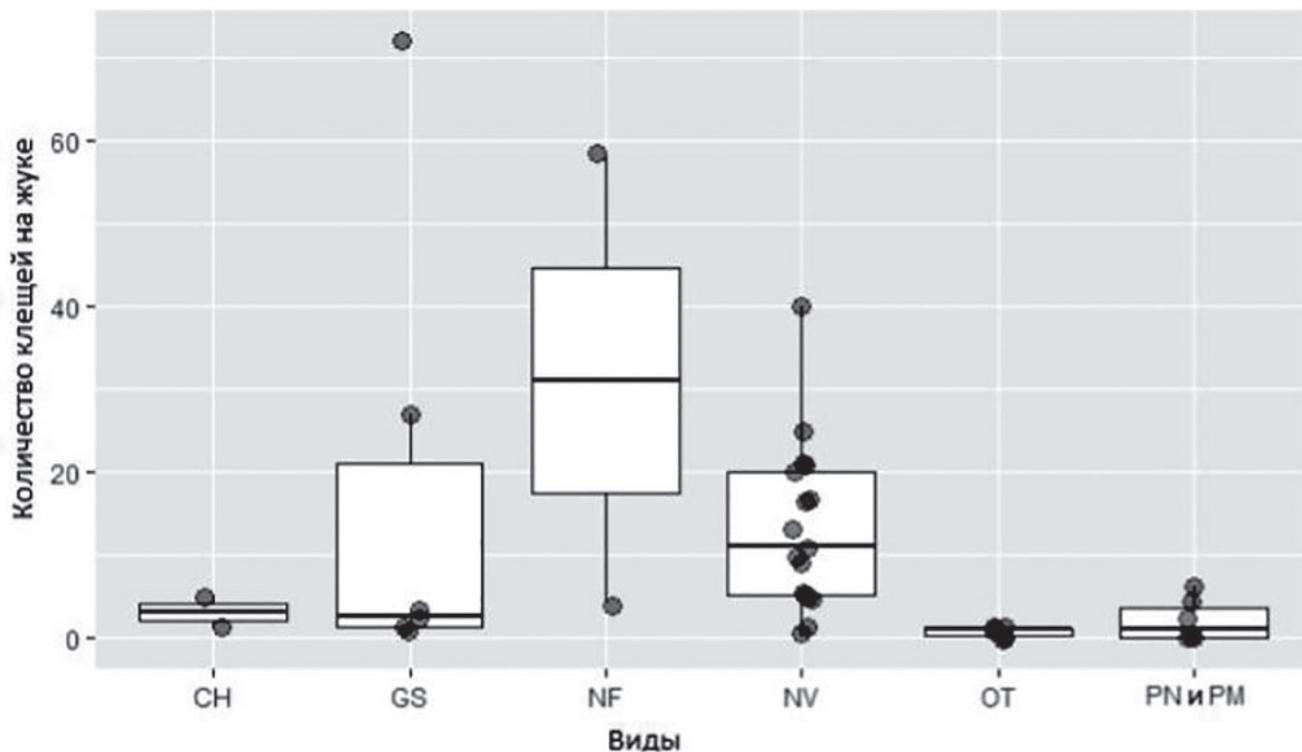


Рис. 6. Диаграммы, показывающие среднее количество клещей на жуках разных видов точки – это отдельные особи, точки сдвинуты в разные стороны, чтобы показать примерное количество собранных и обработанных жуков на один вид. CH – *Carabus hortensis*, GS – *Geotrupes stercorosus*, NF – *Nicrophorus fossor*, NV – *Nicrophorus vespilloides*, OT – *Oiceoptoma thoracicum*, PN и PM – *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius*. Ящики соответствуют межквартильным интервалам (25%–50%–75%), усы – максимальные и минимальные значения, за исключением выбросов. То есть измерения, выделяющийся из общей выборки.

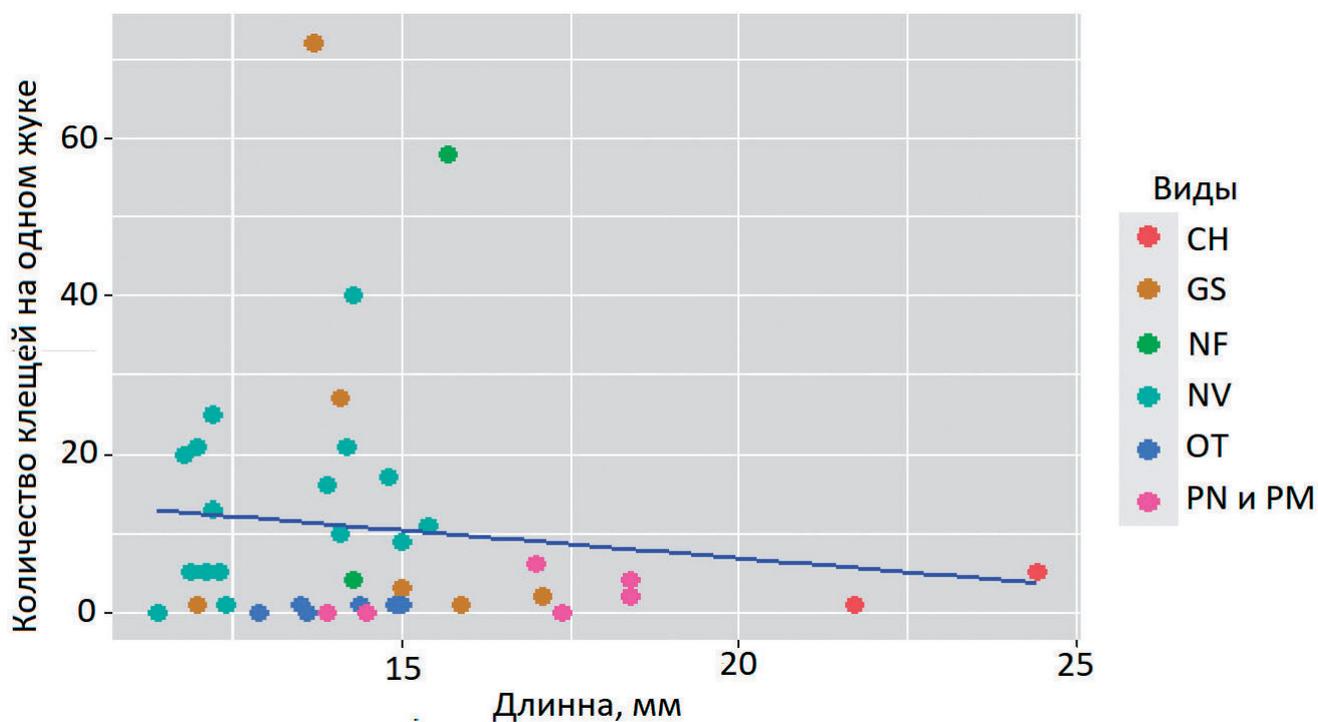


Рис. 7. Связь количества клещей на одном жуке и длины тела жука, цветом показаны разные виды. CH – *Carabus hortensis*, GS – *Geotrupes stercorosus*, NF – *Nicrophorus fossor*, NV – *Nicrophorus vespilloides*, OT – *Oiceoptoma thoracicum*, PN и PM – *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius*. Линия на графике – линия тренда

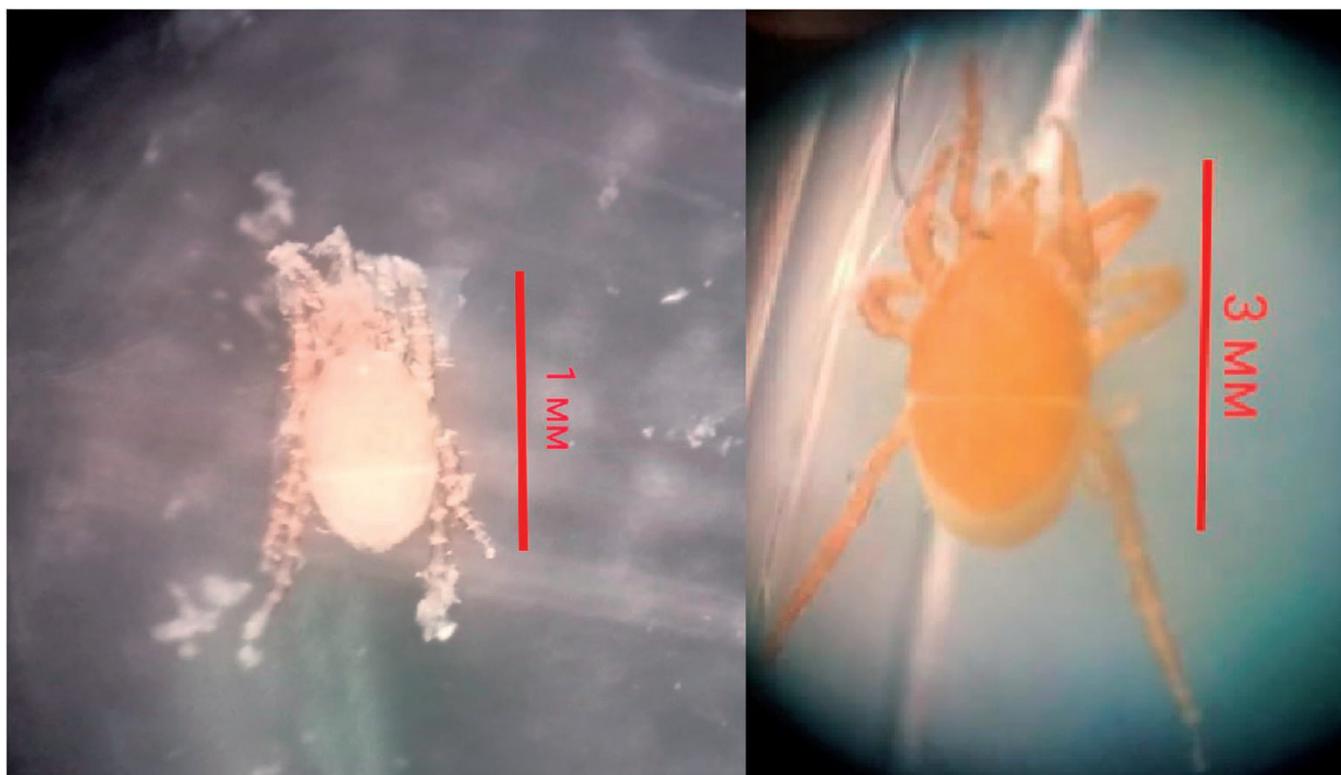


Рис. 8. Форезируемые клещи, предположительно *Poecilochirus* sp. (Parasitidae)

ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из гипотез было предположение, что существует положительная корреляция, между размером жука и количеством на нем клещей. Эта гипотеза была выдвинута, потому что было предположено, что, чем больше места на жуке, тем больше клещей на него может поместиться. Наши данные не подтверждают эту гипотезу, но не исключено, что при большей выборке для каких-то из исследованных видов гипотеза подтвердится. Из этого можно предположить, что количество клещей на жуке определяет другой фактор.

Количество клещей, найденных на жуках, могло отличаться от настоящего, потому что большое количество клещей успевало сползти с жука до их сборки из ловушек. Так же возможно, что этот результат связан с недостаточной выборкой.

В работе Гроссмана и Смита (Grossman, Smith, 2008) была найдена положительная корреляция между массой тела жука *Nicrophorus* и

количеством на нем клещей, а масса жука, скорее всего коррелирует и с его размером, так что можно было ожидать, что в нашей работе тоже должна была найтись корреляция. Также среднее количество клещей на одном жуке у них оказалось в среднем равно 7.3, отличное от нашего на целых 5.9. Кроме того, в этой работе использовалась улучшенная версия ловушки Барбера, а именно с крышками в виде воронки, следовательно нежелательные потребители наживки не могли добраться до нее, а клещи не могли выползти (Smith et al., 2000).

В исследовании Спрингетта (Springett, 1968) показано, что при отлове *Nicrophorus* обычно встречались заражения клещами от десяти до тридцати *Poecilochirus necrophori*, что сходится с нашими показателями, так как у нас среднее количество клещей форезирующих на *Nicrophorus* составило 24 клеща, и так же предположительно некоторые из клещей являются представителями *Poecilochirus necrophori*.

ВЫВОДЫ

1. В ловушки Барбера в окрестностях стационара «Сунога» попадают жуки *Nicrophorus vespilloides*, *Nicrophorus fossor*, *Oiceoptoma thoracicum*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus melanarius*, *Carabus hortensis* и *Geotrupes stercorosus*. На жуках видов *Oiceoptoma thoracicum*, *Carabus hortensis*, *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius* в среднем встречаются 0–6 особей клещей. На *Nicrophorus vespilloides*, *Nicrophorus fossor* и *Geotrupes stercorosus* в среднем встречаются 13–31 особь клещей.

2. Мы не выявили корреляции между размерами жуков видов *Nicrophorus vespilloides*, *Nicrophorus fossor*, *Oiceoptoma thoracicum*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus melanarius* и *Carabus hortensis*, *Geotrupes stercorosus* и количеством клещей на одном жуке.

3. По-видимому, большинство форезируемых этими жуками клещей принадлежат к роду *Poecilochirus*.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Брегетова Н.Г., 1977. Определитель обитающих в почве клещей Mesostigmata. Л.: Наука. 117. с.
- Крыжановский О.Л., 1965. Сем. Carabidae — Жужелицы // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 2. Жесткокрылые и веерокрылые. М.; Л.: Наука. С. 29–76
- Крыжановский О.Л., 1965. Сем. Silphidae — Мертвоеды // Там же. С. 106–110
- Лобанов Л., Корзунович П.В., Доливо-Добровольский Д.В., 2004. Форезия — «поездки на попутной машине без согласия водителя» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/phoresis.htm>
- Медведев Л.Н., 1965. Сем. Scarabaeidae — Пластинчатоусые // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 2. Жесткокрылые и веерокрылые. М.; Л.: Наука. С. 166–208
- Grossman, J., D., Smith, R., J., 2008. Phoretic Mite Discrimination Among Male Burying Beetle (*Nicrophorus investigator*) Hosts, *Annals of the Entomological Society of America*, V. 101. №1. Pages 266–271
- Phillips J., 2004. Hilton Pond Center for Piedmont Natural History [Electronic resource]. Access mode: <http://www.hiltonpond.org/ThisWeek040508.html>
- Rosemary J. Smith, Amy H., Stephanie R., Melissa M., Allison D., Rachele F. 2000. altitudinal variation in body size and population density of *Nicrophorus investigator* (Coleoptera: Silphidae), *Environmental Entomology*, V 29. №2. Pages 290–298,
- Schwarz H., Müller J., K., 1992. The dispersal behaviour of the phoretic mite *Poecilochirus carabi* (Mesostigmata, Parasitidae): adaptation to the breeding biology of its carrier *Nicrophorus vespilloides* (Coleoptera, Silphidae). *Oecologia*. V. 89. № 4. P. 487–493.
- Silfverberg H., 2010. Enumeratio renovata Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae // *Sahlbergia*. V. 16. P. 9–50.
- Springett, B., P., 1968. Aspects of the Relationship Between Burying Beetles, *Nicrophorus* Spp. and the Mite, *Poecilochirus necrophori* Vitz. // *Journal of Animal Ecology*, V. 37 №2. P. 417–424.
- Walter D., E., Proctor H.C., 2013. In *Mites: Ecology, evolution & behaviour // Animals as habitats*. V. 2: Mutualism. P. 341–422.

БЛАГОДАРНОСТИ

Я благодарен С. М. Глаголеву, П. А. Волковой и Е. В. Елисеевой за организацию летней биологической практики на стационаре «Сунога» при Институте биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, директору биостанции А. В. Крылову за разрешение проводить исследования на биостанции; Л. А. Абрамовой и Н. С. Глаголевой за предоставление благоприятной среды для лабораторной работы, коллектив, работающий со мной параллельно, за моральную поддержку, а также за собранных ими для меня нескольких экземпляров жуков. Я также признателен К. В. Макарову за определение жуков, а Ю.В. Лопатиной и А.А. Антоновской за определение клещей и консультации. Кроме того, я благодарю Д. А. Кнорре за советы по написанию текста научной работы. Также я признателен Д. А. Ломко за помощь в обработке данных и моральную поддержку.

ВЫСОТА ПРЫЖКА У ЖУКОВ-ЩЕЛКУНОВ (COLEOPTERA: ELATERIDAE) РАЗНЫХ ВИДОВ

Авторы:

Анна Эминовна Салимова
Кирилл Сергеевич Федоров

Научный руководитель:

к. б. н. Петр Николаевич Петров



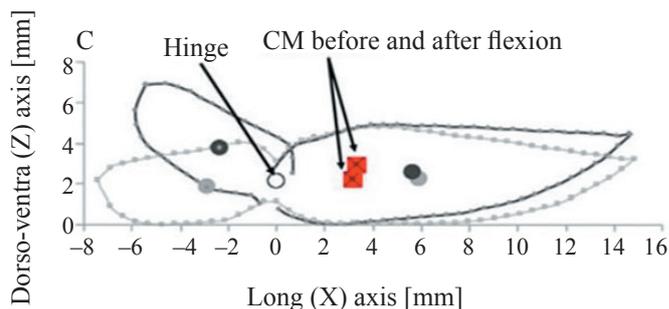
ВВЕДЕНИЕ

Насекомые (Insecta) – самый крупный по числу известных науке видов класс животных, включающий в себя множество отрядов. Самый большой отряд насекомых – жесткокрылые, или жуки (Coleoptera). Жуки-щелкуны (Elateridae) – одно из сравнительно богатых видами семейств этого отряда. На данный момент описано более 10 тысяч видов и около 400 родов щелкунов. Они встречаются по всему миру, за исключением Антарктиды (Costa et al., 2010). В России отмечено более 450 видов (Просви́ров, 2018).

Тело жука-щелкуна обычно удлиненное, как правило, темноокрашенное, однако у ряда видов есть рисунок в виде цветных полос или пятен. Среди этого семейства есть как небольшие виды, длиной 2–3 мм, так и очень крупные жуки, достигающие 6–7 см в длину. Виды нашей фауны обычно имеют мелкие и средние (до 1.5 – 2 см в длину) размеры (Просви́ров, 2018).

Рис. 1. Схема прыжка. Прыжок происходит из положения на спине. Отросток резко входит в отверстие среднегруди по его гладкой поверхности, и голова и брюшко синхронно и быстро поднимаются. За счет этих действий центр тяжести оказывается выше, и тело жука стремится вверх за ним благодаря силе инерции (Evans, 1972).

Отличительная черта жуков-щелкунов – способность прыгать без использования ног. Прыжок происходит из положения на спине. Жук лежит, опираясь на голову и надкрылья (рис. 1). На переднегруди у щелкуна есть отросток, который в состоянии покоя вложен в специальное отверстие в среднегруди. Жук выгибается, освобождая вырост из отверстия. Напряжение накапливается в мышце M4 (рис. 2) за счет силы трения покоя в точке соприкосновения отростка и стенки отверстия. Как только напряжение мышцы M4 преодолевает силу трения покоя, вырост резко входит в отверстие по его сверхгладкой поверхности и голова быстро поднимается. В то же время поднимается брюшко. За счет этих действий общий центр тяжести поднимается вверх (рис. 1), и тело жука стремится за ним благодаря силе инерции. Из-за смещения центра тяжести жук в полете переворачивается, иногда по несколько раз (Evans, 1972).



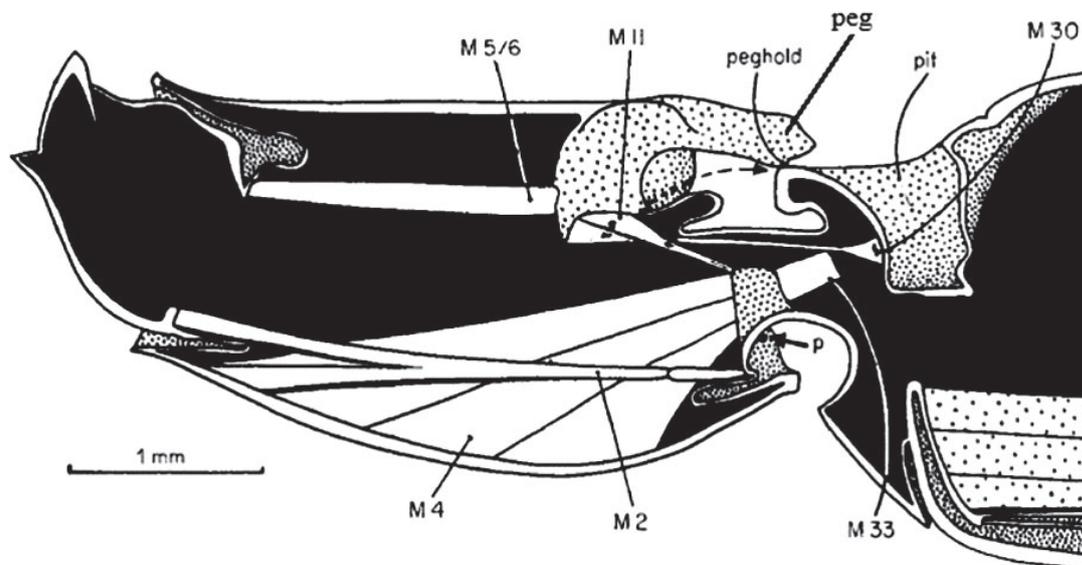


Рис. 2. Схема мускулатуры головы, переднегруди и среднегруди жука-шелкуна в состоянии подготовки к прыжку. M2 – M30 обозначены мышцы. Pit – отверстие в среднегруди, в которое входит вырост; peg – вырост; peghold – небольшое возвышение на поверхности отверстия, увеличивающий силу трения покоя в этом месте (Evans, 1972).

Жуки-шелкуны – не единственные шестиногие, способные прыгать без участия ног. Также на это способны коллемболы, или ногохвостки (*Collembola*) – близкие родственники насекомых. Они прыгают за счет резкого и сильного удара об землю прыгательной вилки – выроста на задней части брюшка. Ноги в этом механизме также никак не участвуют.

Вышеописанный механизм нужен шелкунам для спасения от опасности и для возвращения из перевернутого состояния в обычное. После прыжка шелкун далеко не всегда приземляется на ноги, и часто ему приходится прыгать повторно. Исследователи строили модели со схожими механизмами работы и изучали угол и дальность прыжка жуков-шелкунов (Ribak et al., 2013).

Также стоит принимать во внимание такие факторы, как субстрат, с которого непосредственно осуществляется прыжок жука. На этот счет проводилось много экспериментов, и они доказали, что высота и в принципе возможность прыжка напрямую зависит от плотности субстрата: чем он жестче и плотнее, тем выше прыжок (Ribak et al., 2012).

Первая работа о высоте прыжка исследованных нами видов была проведена нашими предшественниками в 2021 году (Барсков,

Бондарь, 2021), также на стационаре «Сунога». Цель их работы заключалась в сравнении высоты прыжков жуков разных видов и поиске зависимости высоты прыжка от вида. Анализировали в основном прыжки жуков двух видов: *Hemicrepidius niger* (Linnaeus, 1758) и *Adrastus pallens* (Fabricius, 1792). Результаты их работы показали явную связь между видом шелкуна и тем, на какую высоту он в среднем прыгает. Главной проблемой их исследования стала несовершенная методика, которая допускала излишние взаимодействия жука с экспериментатором, что могло влиять на чистоту и достоверность результата: «Так как мы были ограничены во времени, то старались заставить прыгнуть каждого жука, что и заставляло нас применять разные способы. В будущем желательно вывести единый способ, чтобы заставить жука прыгнуть и при этом по возможности свести механическое воздействие к минимуму». Мы, – в свою очередь, постарались усовершенствовать методику, сведя к минимуму механические воздействия на жуков и, следовательно, погрешности в результатах. Помимо этого, мы начали проводить второе исследование, которое заключалось в изучении зависимости возможного числа прыжков от пола, вида и размера жука.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: выяснить, зависит ли высота прыжка жука-щелкуна от его видовой принадлежности и какие еще факторы могут влиять на нее.

ЗАДАЧИ:

1. Изучить высоту прыжка у видов Elateridae, часто встречающихся на территории стационара «Сунога» и его окрестностей.
2. Сравнить высоту прыжка у разных видов и особей разных размеров в рамках одного вида.
3. Выяснить, зависит ли высота прыжка от пола жука и от числа уже совершенных прыжков.
4. Сравнить высоту разных по счету прыжков одной особи.
5. Сравнить относительную высоту прыжка разных видов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1. Подготовка к работе

Была взята картонная коробка размером 20×28 см. На нее с помощью 5 булавок (4 по углам и одна в центре) приколот лист плотного белого картона А4, расчерченный черным линером на ячейки 1×1 см (рис. 3). Конструкция была поставлена на деревянный брусок размером $54 \times 11 \times 0.7$ см. Тот с помощью пластилина приподнят так, чтобы лист картона был ровно перпендикулярен поверхности Земли, что было выверено с помощью промышленного уровня. В 5 см от первого бруска находится еще один, размером $30 \times 9 \times 0.7$ см. К первому бруску с помощью двух кнопок по углам был прикреплен лоскут ткани размером 50×60 см. Он прикрывал собой второй брусок и был нужен для того, чтобы жук, прыгая, не мог заползти в щель и потеряться. Ко второму бруску с помощью 4 кнопок по углам был прикреплен прямоугольник из белого картона размером 18×10 см. В середине его простым карандашом был нарисован крестик, куда брюшком вверх клали жука. В 1 м от расчерченного картона были расположены две коробки, на них располагается штатив примерно на уровне бруска. Съемка велась камерой телефона Samsung A52 в разрешении 1080p 60 кадров в секунду. При съемке в темное время суток в первые два дня экспериментов для дополнительного освещения использовали лампу, закрепленную на подоконнике сбоку и сверху от места съемки, однако впоследствии она была снята, так как предположительно могла влиять

на активность жуков. Для учета результатов были распечатаны бланки.



Рис. 3. Установка для съемки прыжков жуков. Сам жук выкладывался на белый приколотый булавками прямоугольник посреди полотна. На установку из ящичков (на место термометра) ставился телефон. Угол каждого элемента установки был выверен с помощью промышленного уровня.

2. Сбор и хранение материалов

Все материалы были собраны на территории стационара «Сунога» Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, поселок Борок, Некоузский район, Ярославская область. Все жуки были пойманы сачками, методом кошения в высокой траве, вдоль тропинок между энтомологической лабораторией и дорожкой от въезда к ботанической лаборатории, и в траве вдоль тропинок между рыбопродукционными прудами, к северу от энтомологической лаборатории.

Собранных жуков помещали в цилиндрические контейнеры размерами 20×4 см для временного содержания.

3. Ход эксперимента

Из контейнера по одному в небольшую пластмассовую чашку Петри сажали жука. Из этой чашки Петри резким переворотом его выбрасывали на картон по возможности рядом с крестиком, брюшной стороной вверх. Затем жук прыгал, и, если переворачивался после этого, то его сажали назад в чашку и снова выбрасывали брюшком вверх. Так жук подпрыгивал 10 или более раз, если это требовалось, и затем его сажали назад в чашку. В момент начала эксперимента включали видеосъемку в замедленном режиме, и она продолжалась до самого его конца. После конца эксперимента видеокамеру отключали, а жука из чашки Петри пересаживали в пластиковую пробирку с несколькими каплями этилацетата или 96 % спирта и этикетировали в соответствии с его порядковым номером. Примерно через 6 ч его доставали из пробирки и монтировали на булавку или на плашки, если длина менее 8 мм; затем экземпляр этикетировали. В случае, если экземпляр в течение 2.5 минут отказывался прыгать, то есть притворялся мертвым или по какой-то причине не мог этого сделать, то в бланке записывали «отказ» и экземпляр так же сажали в чашку, замаривали и этикетировали. В случае, если экземпляр был потерян после или в процессе эксперимента, его результаты не учитывали в общей статистике.

Кроме ответа на основной вопрос, мы решили также узнать, зависит ли от вида, пола и размера жука количество раз, которое он способен прыгнуть. Так как этому была посвя-

щена только вторая половина последнего дня, данных было собрано мало, и наша выборка из 8 особей не является достаточно значительной, чтобы делать серьезные выводы на основе ее результатов, поэтому выводы эти лишь предположительные и нуждаются в более качественном подтверждении. Для проведения этих экспериментов жуков нумеровали в соответствии с их последовательностью участия в эксперименте, причем нумеровали, начиная не с 1, а с 72 включительно, с учетом особей из предыдущей работы. На вышеописанной платформе жуки прыгали так же, как и в предыдущей работе, но без съемки, с подсчетом количества прыжков. Если с момента последнего прыжка, сделанного жуком, проходило более 3 минут, то он признавался негодным, число сделанных им прыжков записывали в бланк, экземпляр отлавливали и сажали в пластмассовую пробирку с этикеткой его порядкового номера, наполненную 96 % спиртом или этилацетатом. Затем, после замаривания, его монтировали на булавку и этикетировали.

Для ответа на основной вопрос работы взято два вида семейства *Elateridae*: *Hemicrepidius niger* (Linnaeus, 1758; рис. 5) и *Adrastus pallens* (Fabricius, 1792; рис. 4). Размеры *H. niger* варьируются от 10 до 14 мм, тогда как длина *A. pallens* составляет от 4 до 6 мм. Для статистики взято 30 особей каждого вида. Каждый экземпляр подпрыгивал 10 раз, и за высоту его прыжка брался усредненный результат, то есть среднее арифметическое высоты каждого прыжка.

Для проведения статистических тестов и построения графиков мы использовали программную среду R (R Core Team, 2020).



Рис. 4. *Adrastus pallens* (Fabricius, 1758), фотография S. Krejčík с сайта Biolib.cz



Рис. 5. *Hemicrepidius niger* (Linnaeus, 1758), фотография А. Balodis с сайта en.wikipedia.org



Рис. 5.1. Фотография двух жуков из нашей коллекции. Слева *Adrastus pallens*, справа – *Hemicrepidius niger*

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате наших сборов на стационаре «Сунога» в 2022 было поймано четыре вида жуков-щелкунов: *Adrastus pallens* (рис. 4), *Hemicrepidius niger* (рис. 5), *Dalopius marginatus* (Linnaeus, 1758), *Limonius poneli* (Leseigneur et Mertlik, 2007).

Всего в эксперименте с высотой прыжка участвовало 68 жуков, из которых: 32 особи вида *A. pallens*, 37 особей вида *H. niger*, 1 особь вида *L. poneli* и 1 особь вида *D. marginatus*, из которых 7 особей было потеряно; в экспери-

менте с числом прыжков приняло участие 3 вида и 10 особей: 2 особи вида *D. marginatus* и 8 особей видов *A. pallens* и *H. niger*, конкретное число особей каждого вида не установлено.

Средняя длина всех измеренных нами жуков (рис. 5.1): у *A. pallens* – 4.15 мм, стандартное отклонение (далее СО) ≈ 0.2 мм; у *H. niger* – 10.3 мм (СО ≈ 0.95 мм).

На основе теста Шапиро — Уилка мы сделали вывод, что распределение в наших данных можно считать нормальным: для вида *A.*

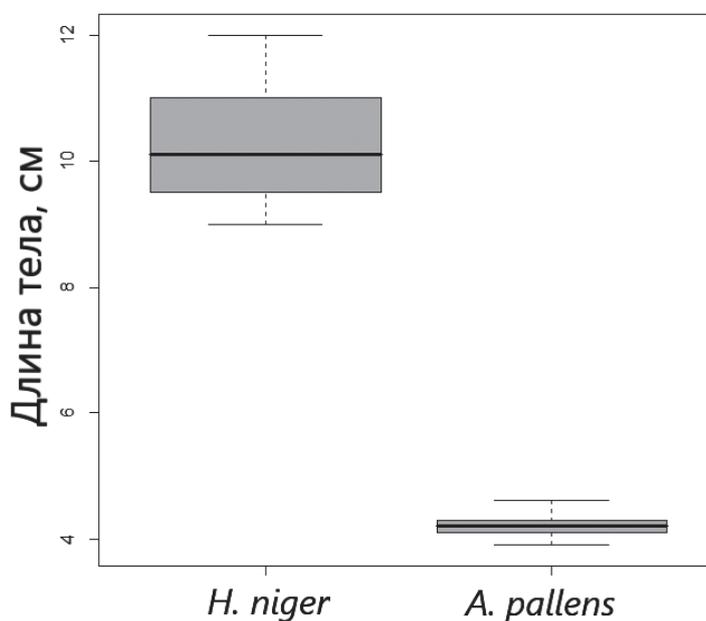


Рис. 6. Диаграмма разброса длин пойманных и измеренных нами жуков видов *Hemicrepidius niger* и *Adrastus pallens*. Здесь и далее на диаграмме изображены (сверху вниз): наивысшее значение, верхний квартиль, медиана, нижний квартиль, наименьшее значение.

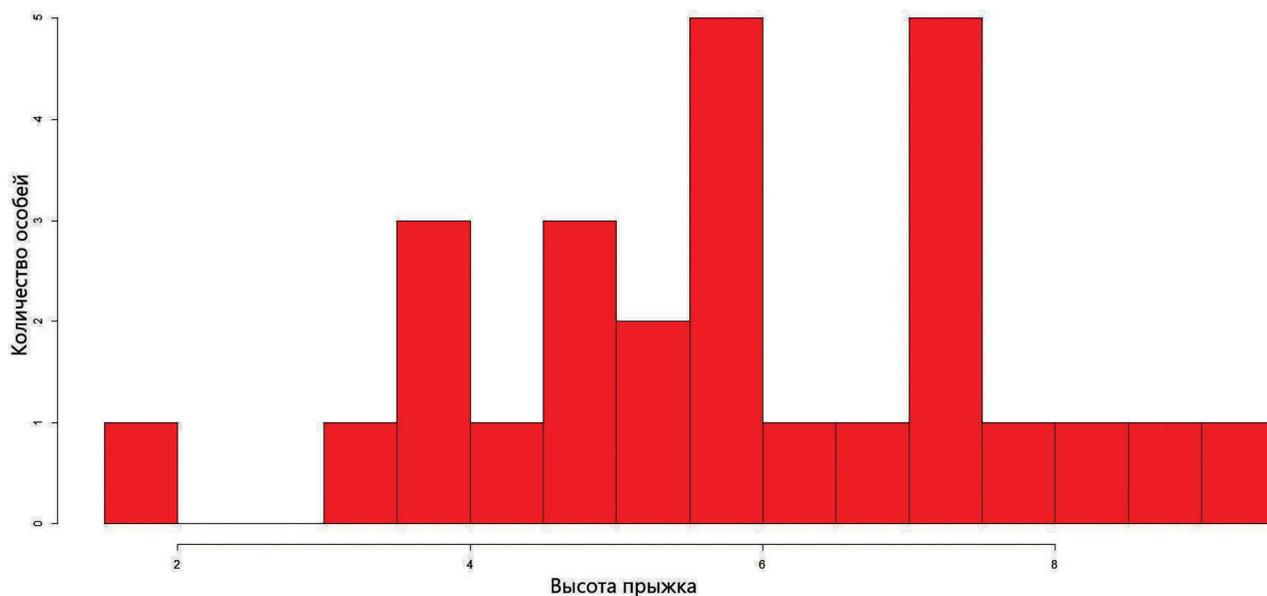


Рис. 7. Гистограмма распределения значений средней (из 10 повторностей) высоты прыжка особей вида *Adrastus pallens*.

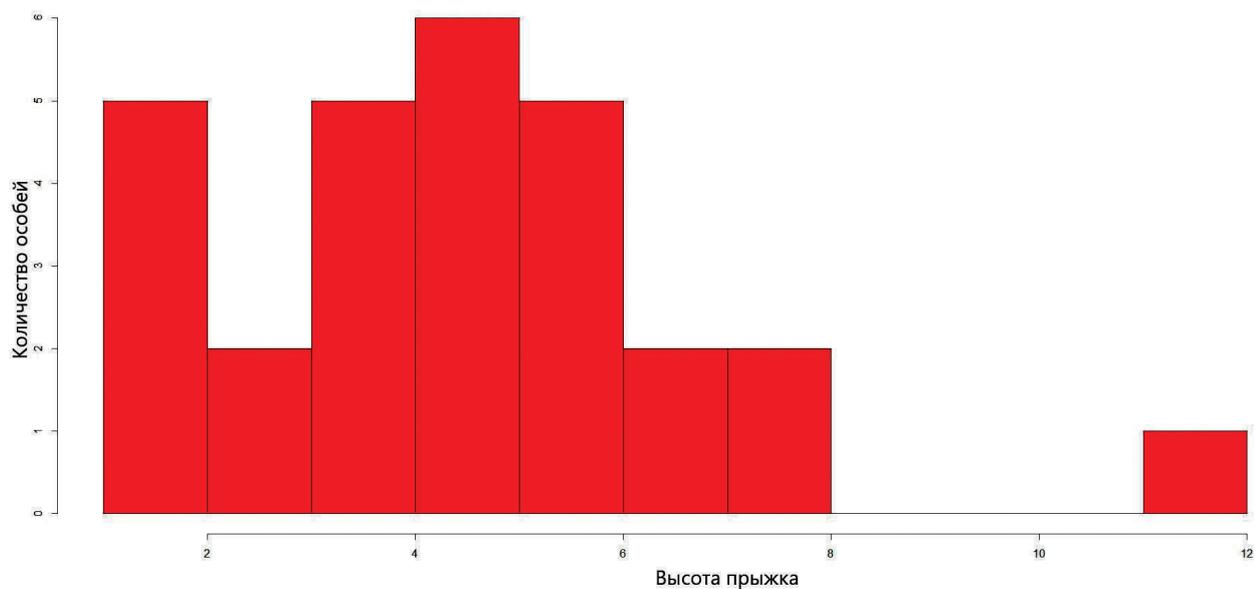


Рис. 8. Гистограмма распределения значений средней (из 10 повторностей) высоты прыжка особей вида *Hemicrepidius niger*

pallens $r = 0.97$ (рис. 7), а для вида *H. niger* $r = 0.06$ (рис. 8).

В тесте Стьюдента при сравнении средних высот прыжков всех *A. pallens* и всех *H. niger* была выявлена значимая разница в средней высоте прыжка у двух видов ($r \approx -0.008$; рис. 9). Оказалось, что средняя высота прыжка у вида *A. pallens*: 6.05 см, а у *H. niger*: 4.6 см.

Связи между длиной жука и тем, как вы-

соко он прыгает, не выявлено: коэффициент корреляции Спирмена у *Hemicrepidius niger* $r = -0.18$; у *Adrastus pallens* $r = 0.27$, а значения r значительно выше 0.05: для *H. niger* $r \approx 0.37$; для *A. pallens* $r \approx 0.2$. На диаграммах рассеяния (рис. 10 и 11) также видно почти полное отсутствие связи между значениями на осях.

Можно предположить, что высота прыжка может также зависеть от пола жука. По резуль-

татам определения пола жуков получилось, что среди исследованных нами особей *H. niger* 25 самцов и 3 самки; среди *A. pallens* 12 самцов и 15 самок. Это значит, что из-за малой выборки в *H. niger* (всего три самки) выводы можно делать только на основании результатов, касающихся *A. pallens*.

Тест Уилкоксона не выявил значимых различий между средней высотой прыжка самцов и самок ($p \approx 0.41$; рис. 12).

Также мы решили проверить, изменяется ли высота прыжка у жуков со временем, то есть наблюдается ли разница между первым и вторым прыжком, вторым и третьим и т. д.

По итогам теста Спирмена значимой корреляции высоты прыжка и его номера не выявлено: для *H. niger* $p = 0.14$ (рис. 13, 15); для *A. pallens* $p = 0.07$ (рис. 14, 16).

Однофакторный дисперсионный анализ не показал значимой разницы в значении средней

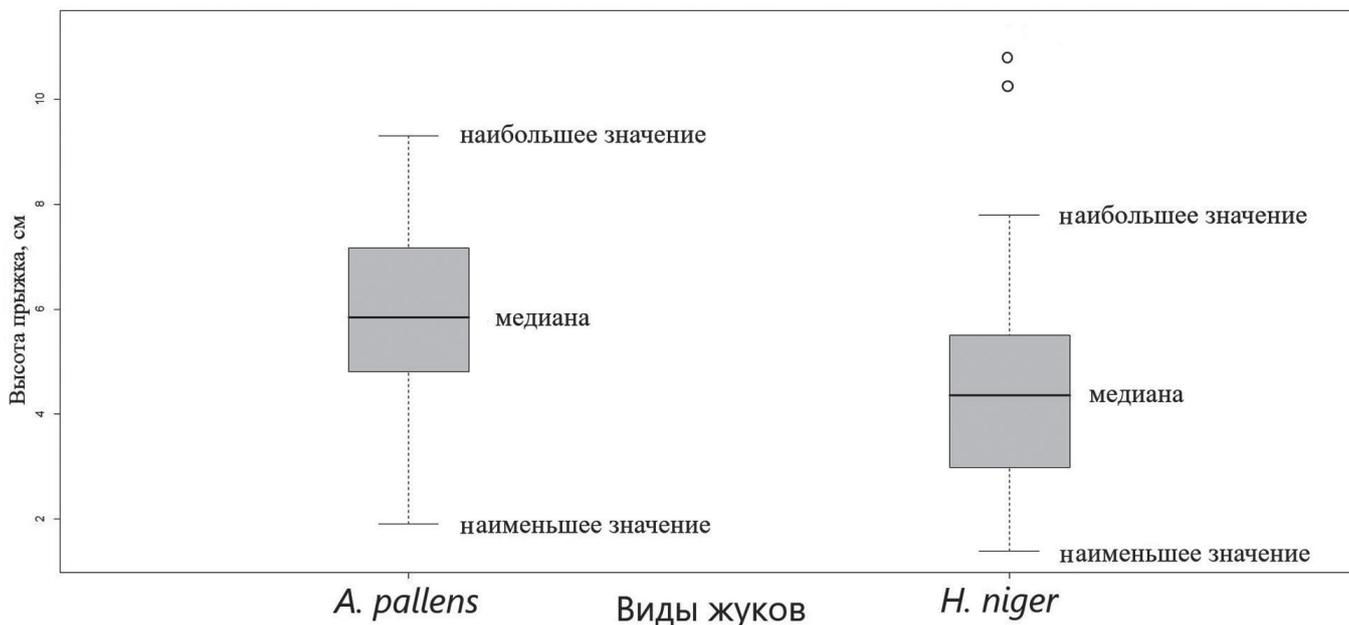


Рис. 9. Средняя высота прыжков у видов *Adrastus pallens* и *Hemicrepidius niger*.

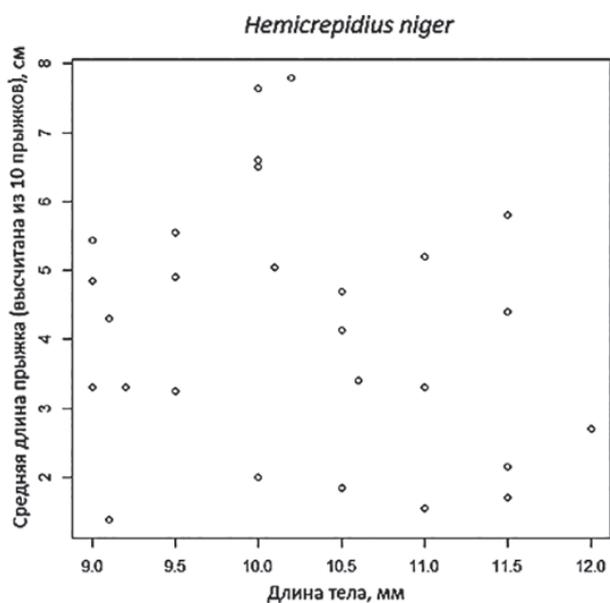


Рис. 10. Соотношение длины тела и средней высоты прыжка вида *Hemicrepidius niger*

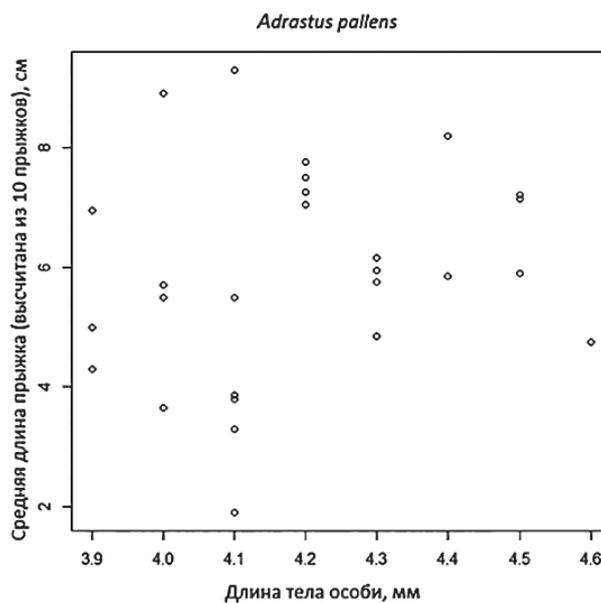


Рис. 11. Соотношение длины тела и высоты прыжка у вида *Adrastus pallens*

высоты прыжка между прыжками каких-либо номеров от 1-го до 10-го у вида *H. niger* ($p = 0.23$). Таким образом, по-видимому, у жуков этого вида не наблюдается утомление в течение первых 10 прыжков и в среднем они продолжают прыгать примерно на одинаковую высоту. Это подтверждается и тестом Спирмена для поиска корреляции между номером прыжка и его высотой: $\rho = -0.5$; $p = 0.14$.

В природе у животных, способных прыгать, как правило, тем больше отношение вы-

соты прыжка к длине тела, чем меньше длина тела. То есть у особей меньшего размера относительная высота прыжка выше.

Этот принцип работает и у исследованных нами жуков-щелкунов: тест Уилкоксона показал значимую разницу между средней высотой прыжка обоих видов ($p = 0.00017$). Среднее относительной высоты прыжка у *A. pallens* ≈ 1.44 ($CO \approx 0.38$), у *H. niger* ≈ 0.41 ($CO \approx 0.19$; рис. 17).

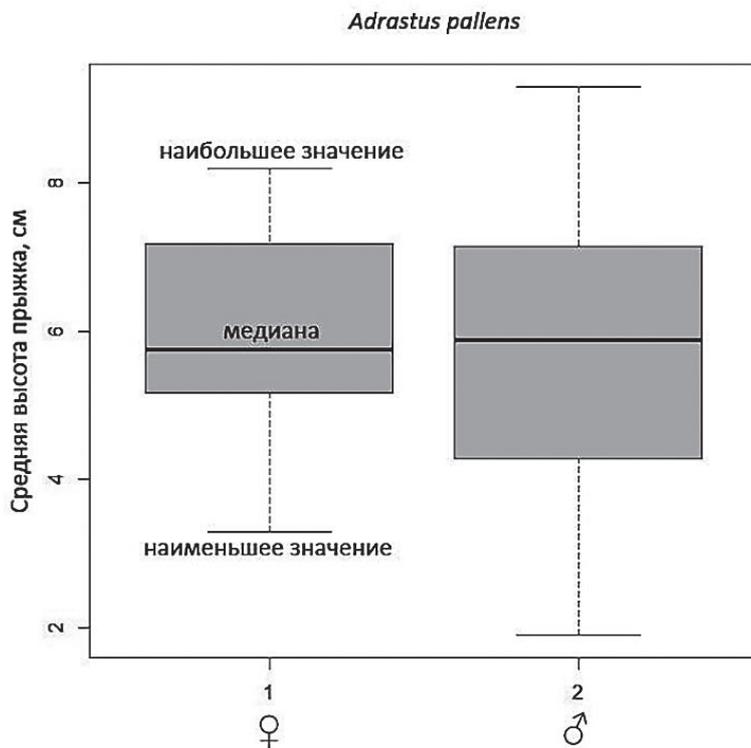


Рис. 12. Число самцов и самок в выборке вида *A. pallens*: 12 и 15 особей соответственно.

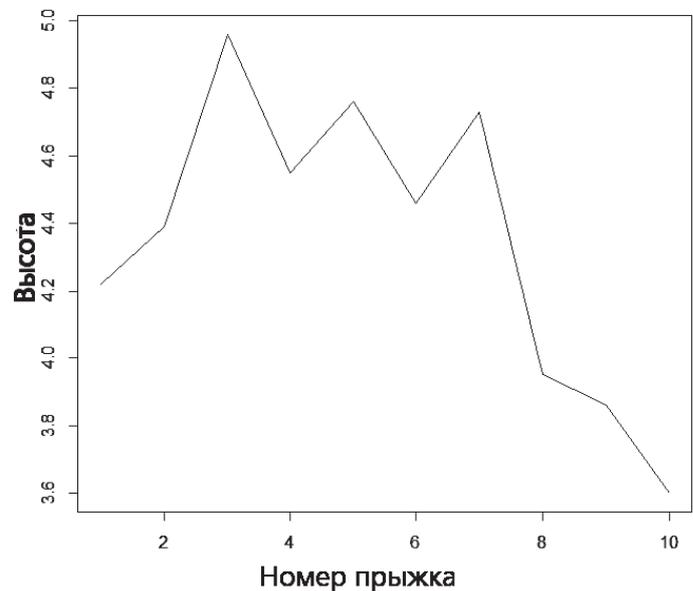


Рис. 13. График изменения высоты прыжка в течение эксперимента у вида *H. niger*.

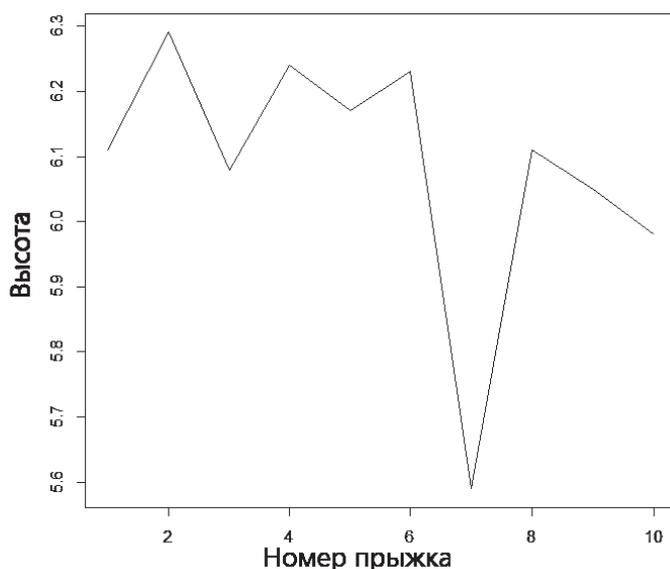


Рис. 14. График изменения средней высоты прыжков в ходе эксперимента у вида *A. pallens*.

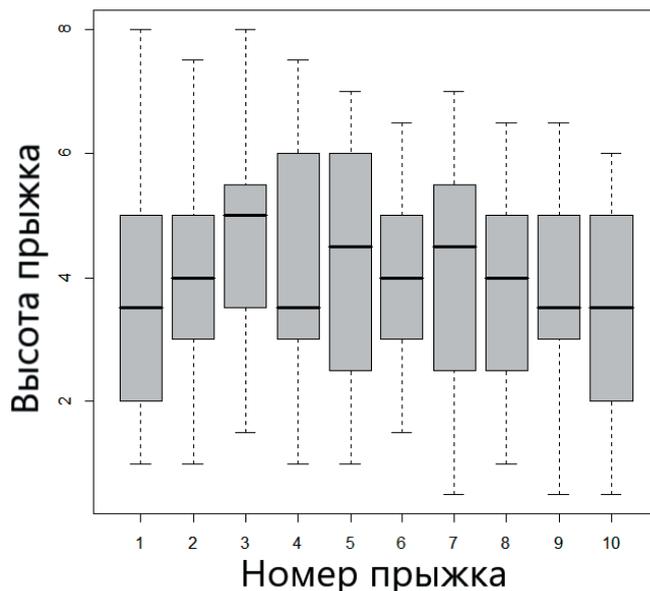


Рис. 15. Диаграмма разброса высот для каждого по счету прыжка жуков вида *H. niger*

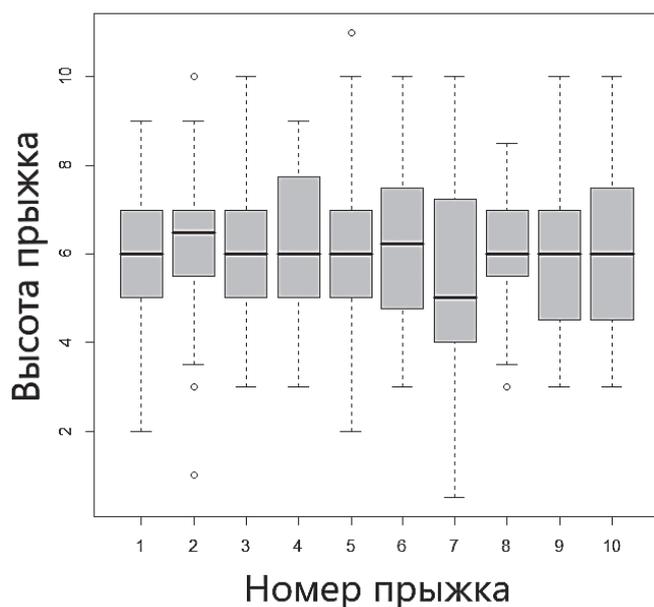


Рис. 16. Диаграмма разброса высот для каждого по счету прыжка жуков вида *A. pallens*.

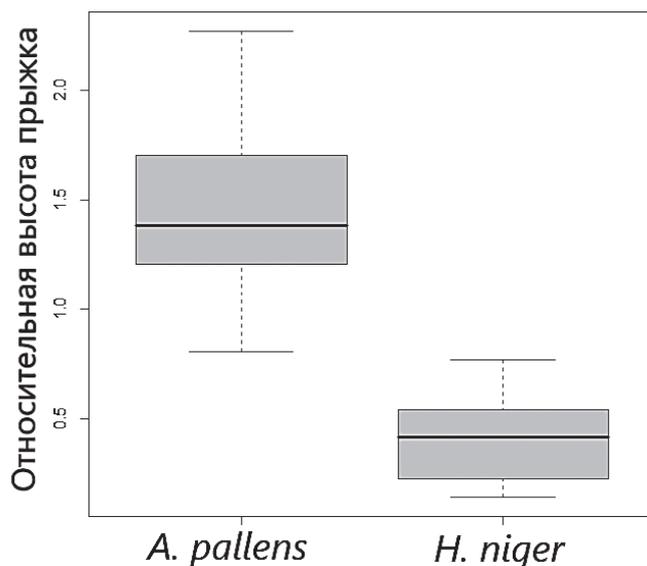


Рис. 17. Диаграмма разброса относительной высоты прыжка у жуков видов *A. pallens* и *H. niger*

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе мы учли такие факторы, как вид и пол жука, длина тела, количество совершенных прыжков и их высоту (Evans, 1972). В оставшееся время мы пытались провести опыт, который даст понять, какое максимальное количество прыжков может сделать жук, в зависимости от пола или размера особи, но полученные нами данные из-за маленькой выборки не позволяют сделать какие-либо

уверенные выводы. В будущей работе можно развить эту идею и попытаться найти какую-то связь.

При сравнении средних высот прыжков всех *A. pallens* и всех *H. niger* была выявлена значительная разница в средней высоте прыжка у двух видов в пользу *A. pallens*, к такому же выводу пришли и авторы предыдущей работы (Барсков, Бондарь, 2021). Из-за недостаточно-

го числа жуков видов *Dalopius marginatus* и *Limonius poneli* мы не смогли включить их в сравнение. Единственный жук вида *L. poneli* стал рекордсменом как по средней высоте прыжков с отрывом в 5.5 см от следующего (16.7 см против 11.3 см), так и по высоте одного прыжка, прыгнув на 19 см. Такой большой отрыв наталкивает на мысль о том, что жуки этого вида прыгают выше, чем рассмотренные в работе виды. В будущем было бы интересно собрать больше особей этого и других видов и сравнить их прыжки тоже.

Помимо ответа на главный вопрос работы мы решили узнать, от чего зависит высота прыжков и почему, например, у вида *A. pallens* есть особи, прыгавшие на 1.5 см, а есть те, что прыгали на 15 см – в 10 раз больше. Мы предположили, что длина особи может влиять на ее массу и, следовательно, на высоту прыжка. Однако на диаграммах рассеяния (рис. 9. и 10) видно почти полное отсутствие связи между значениями на осях, и тест Спирмена, проведенный для поиска связи, тоже не показал значимой связи между этими показателями. Возможно, выборка была недостаточно велика.

Еще одним признаком, от которого может зависеть высота прыжка, стал пол жука. Из-за малой выборки *H. niger* (всего 3 самки), выводы можно делать только на основании результатов, полученных для *A. pallens* (12 самок и 15 самцов). На основании полученных данных (рис. 11) можно сделать вывод, что в среднем самки и самцы прыгают примерно одинаково. Зато из графика видно, что у самцов больше разброс высот, на которые они прыгали: у самок средняя высота прыжка 5.91 мм, СО 1.45 мм; у самцов средняя высота прыжка 5.85 мм, СО 2.2 мм. То есть при почти одинаковых средних (разница всего 0.06 мм) отличия в стандартных отклонениях составили 0.75 мм в пользу самцов – в полтора раза больше, чем у самок.

Интересным оказался результат исследования, связанного с изменением высоты прыжка в зависимости от его порядкового номера. У вида *H. niger* в среднем первые три прыжка (с 1-го по 3-й) увеличиваются в высоте почти на 1 см, затем с 3-го по 7-й почти не изменяются, а с 7-го по 10-й резко уменьшаются на

более чем 1 см. Однако тест Спирмена показал небольшой коэффициент корреляции и большое значение p . Дисперсионный анализ также не выявил различий между средней высотой какой-либо пары номеров прыжка.

Несмотря на низкое значение p (явное наличие значимой разницы) в эксперименте об относительной высоте прыжка, самым высоким показателем обладает единственный экземпляр вида *L. poneli* (2.42 против 2.26 у самого высоко прыгавшего *A. pallens*). Однако его длина значительно выше, чем у любого измеренного *A. pallens* – 6.9 мм. Это наталкивает на мысль о том, что либо эта особь прыгала парадоксально высоко, либо все жуки вида *L. poneli* прыгают так же высоко. Во втором случае это будет значить, что высота прыжка зависит только от вида (или в основном от него), и такая большая разница в прыжках у *A. pallens* и *H. niger* – случайность, которая может быть связана не только разницей в размерах. Тогда возникает вопрос, с чем связана такая разница в прыжках разных видов: в устройстве их мускулатуры, выросла на переднегруди? А может, причина в расположении центра тяжести? Для выяснения этого вопроса понадобится привлечь данные об анатомии представителей этого семейства и отдельных родов и видов.

Помимо проведенных исследований, можно затронуть такие стороны, как зависимость высоты прыжка от времени, проведенным жуком в «неволе». Имеет смысл взять разные промежутки времени, к примеру: 1 ч, 5 ч и 10 ч, а затем сравнить высоты прыжков (скорее всего, для начала можно обойтись одним видом).

Также есть идея (для будущей работы) насчет корреляции высоты прыжка с освещением (под светом яркой лампы или в полутьме): данный фактор тоже может влиять на высоту прыжка.

В будущем можно попробовать поймать другие виды и посмотреть их среднюю высоту прыжка, сравнить с предыдущими результатами. Кроме того, можно провести такую же работу, но с большим числом видов. Также посмотреть зависимость высоты прыжка от субстратов разной твердости, что уже было исследовано для некоторых видов (Ribak, 2012).

ВЫВОДЫ

1. Высота прыжка у исследованных видов жуков-щелкунов зависит от вида: жуки вида *Adrastus pallens* (4 – 6 мм) в среднем прыгают на 1.5 см выше, чем жуки вида *Hemicrepidius niger* (10 – 14 мм).
2. Относительная высота прыжка также зависит от вида: она значительно (в среднем на 1) выше у *Adrastus pallens*.
3. Связи между высотой прыжка и длиной тела особи в пределах одного вида не выявлено.
4. Зависимости высоты прыжка от пола особи у вида *Adrastus pallens* не выявлено.
5. Закономерного изменения высоты прыжка с течением эксперимента за 10 повторностей также не выявлено.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Барсков А. И., Бондарь Ф. А. [Интернет документ] 2021. Исследование особенностей прыжка жуков-щелкунов (Coleoptera: Elateridae) [URL: https://bioclass.ru/wp-content/uploads/2022/02/%D0%91%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%91%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%8C_2022.pdf]
2. Просви́ров А. С. 2018. Атлас жуков средней полосы России. Москва: Фитон XXI. 272 с.
3. Evans M. E. G. 1972. The jump of the click beetle (Coleoptera, Elateridae)—a preliminary study. *Journal of Zoology*. 167 (3): 319–336.
4. Costa C., Lawrence J. F., Rosa S. P. 2010. *Handbook of Zoology. Coleoptera, Beetles*: 75.
5. R Core Team 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing [URL: <https://www.R-project.org/>], Vienna.
6. Ribak G., Reingold S., Weihs D. 2012. The effect of natural substrates on jump height in click-beetles. *Functional Ecology*. 26 (2): 493–499.
7. Ribak G., Weihs D., Mordechay O. 2013. Why are there no long distance jumpers among click-beetles (Elateridae)? *Bioinspiration & Biomimetics*. 8: 036004.

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы признательны администрации Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН за возможность собирать материалы и проводить исследование на территории стационара «Сунога», в частности — Александру Витальевичу Крылову, директору института, за возможность работы на стационаре. Сергею Менделевичу Глаголеву, Полине Андреевне Волковой, Екатерине Викторовне Елисеевой и всей биологической кафедре школы № 1543 за организацию летней практики на стационаре «Сунога» в окрестностях поселка Борок. Также Петру Николаевичу Петрову за руководство и помощь с работой, и Александру Сергеевичу Просви́рову за помощь с определением жуков. Кроме того, мы благодарны Ф. Ф. Рахимовой и Ю. С. Вереникиной за поддержание позитивного настроения и мотивацию к работе.

ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПРИ ПОВОРОТЕ В ЛАБИРИНТЕ У МУРАВЬЁВ ВИДА *FORMICA POLYSTENA* (Forster, 1850)

Московская школа на Юго-Западе №1543, Кафедра биологии, Москва, 2019

Авторы:

Тутубалина Нина,
Лепкова Софья
Зюбина Елизавета

Научные руководители:

Глаголева Надежда Сергеевна,
Волкова Полина Андреевна



ВВЕДЕНИЕ

Муравьи – общественные насекомые, живущие в семьях. Семья муравьёв представляет собой постоянное, многолетнее, четко организованное сообщество индивидов, в состав которого входят половые особи, то есть самцы и самки, и рабочие муравьи. Основами для специализации рабочих муравьёв становятся их физиологическое состояние и психические наклонности.

Функционирование каждого рабочего муравья направлено на обеспечение благополуч-

чия семьи, основа существования которой — обмен пищей. Осуществляют поиск пищи и её транспортировку к муравейнику фуражиры.

Фуражиры делятся на два типа – активные и пассивные. Активных фуражиров, или разведчиков, по численности не более 3% от общего числа фуражиров. Они исследуют на предмет пищи строго отведённые им участки территории. При обнаружении корма они производят мобилизацию на его сбор и транспортировку к муравейнику. Для этого они ис-

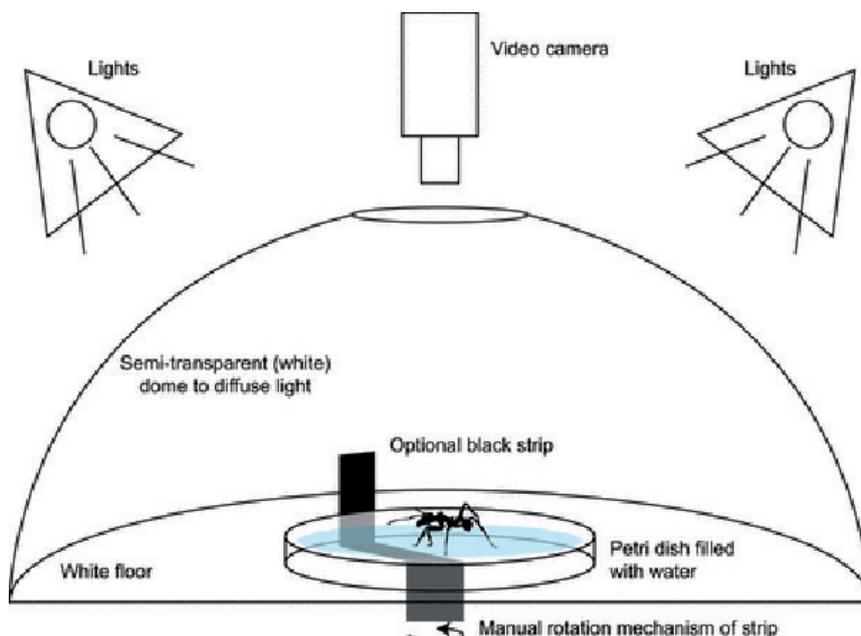


Рис.1. Эксперимент над муравьями вида *Acromyrmex lundii* (Endlein et al., 2018)

пользуют фуражиров второго типа, не имеющих привязки к конкретной территории, как и определённых функций, закреплённых за каждой особью. Пассивные фуражиры преимущественно находятся на дороге, в отличие от активных (Захаров, 2015).

Пространственное ориентирование – важная для многих животных особенность. Она давно является предметом изучения. Проведённые ранее эксперименты доказали использование муравьями различных методов пространственного ориентирования, таких как видимые ориентиры и обоняние при поиске пути к дому (Schwarz et al., 2017; Wolf, 2000).

Например, в эксперименте с муравьями вида *Acromyrmex lundii* проверялось использование подопытными видимых ориентиров. Муравья сажали на прозрачную пластинку в чашку Петри. Пластинка была окружена водой, а на одной из стенок была нарисована черная полоска. По результатам данного эксперимента муравьи чаще всего направлялись к черной полоске (рис. 1) (Endlein et al., 2018).

В другом эксперименте муравьи вида *Lasius niger* попадали в незнакомое им искусственно созданное гнездо, от которого вели две дороги. Первая напрямую вела к источнику пищи, а вторая была с резким изменением направления. По результатам данного эксперимента муравьи чаще выбирали тропу, которая напрямую приводила их к источнику пищи (рис. 2) (Bles et al., 2018).

Для выбора пути муравьи вида *Melophorus bagoti* используют в качестве ориентира Солнце, его положение и уровень освещённости

(Wystrach et al., 2014). Эксперименты с муравьями вида *Solenopsis invicta* показали, что оставленный предыдущим муравьём химический след может влиять на выбор следующего муравья, предупреждая об опасности, из-за чего муравей пойдет в другую сторону. (Li et al., 2014). Химический след является важным ориентиром и у вида *Lasius niger*, дополняя память о том, куда надо идти, и уверенность в правильности маршрута (Czaczkes et al., 2011). Когда группа муравьёв вида *Paratrechina longicornis* по пути к гнезду сталкивается с препятствием, они действуют сообща и, чем дольше они находятся в затруднении, тем больше вероятность, что муравьи пойдут в направлении от гнезда, чтобы обойти препятствие (McCreery et al., 2016).

В своей работе мы хотели посмотреть, от гнезда или к гнезду пойдут муравьи в незнакомой местности. Также мы хотели сравнить предпочтения в выборе у разных типов фуражиров.

Латерализация – процесс, посредством которого различные функции и процессы связываются с одной или другой половиной головного мозга. Она имеется и у человека. Во время латерализации специализация различных функций (например речи, зрения, слуха, ведущей руки) связывается либо с одним, либо с другим полушарием. Из-за этого возникает межполушарная асимметрия, и одно полушарие может доминировать над другим по каждой из функций. Многие эксперименты показывают, что у муравьёв также имеется латерализация.

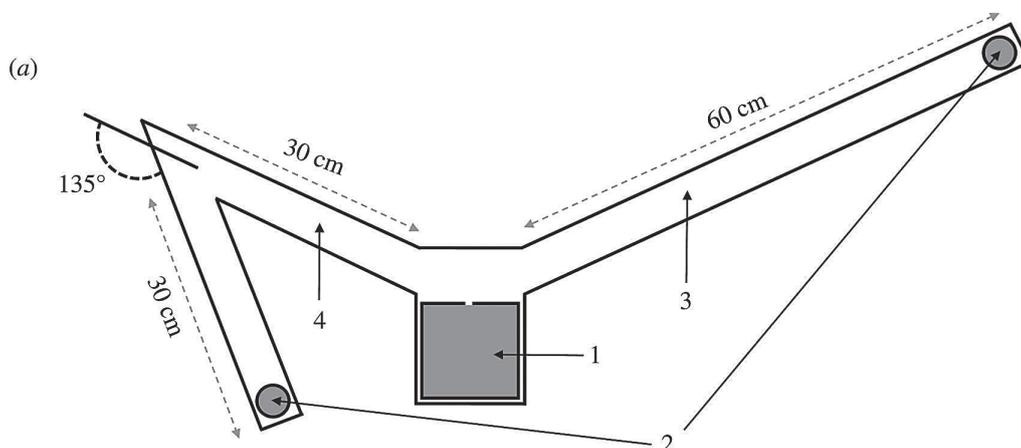


Рис. 2. Эксперимент над муравьями вида *Lasius niger* (Bles et al., 2018)

1 – гнездо, 2 – источник пищи, 3 – прямая дорога, 4 – дорога со сменой направления

Было показано, что при отсутствии отличительных признаков конкретной местности муравьи вида *Acromyrmex lundii*, находившиеся в чашке Петри, поворачивали налево. Муравьи вида *Temnothorax albipennis* также чаще поворачивали налево и в незнакомом двусторонне-симметричном пространстве, и в Y-образном лабиринте с двумя идентичными поворотами (рис. 3) (Hunt et al., 2014).

Эксперименты с таким же Y-образным лабиринтом, перед входом в который муравьям вида *Acromyrmex lundii* нужно было сначала пройти спираль, закрученную вправо или влево, показали, что на выбор заметно влияло направление предыдущего поворота: муравьи предпочитали ту сторону, в которую неоднократно поворачивали до лабиринта (Endlein et al., 2018).

Наши коллеги в позапрошлом году установили, что муравьи *Formica polyctena* при исследовании незнакомой местности чаще поворачивают направо. Зависимости от предыдущего поворота и положения муравейника не обнаружено (Ким, Камелин, Давитадзе, 2017).

В прошлогодней работе с *Formica polyctena* наши коллеги выяснили, что муравьи в незнакомой ситуации чаще поворачивали от гнезда

при экспериментах «на гвоздях» (лабиринты находились на брусках, которые лежали на гвоздях, воткнутых в землю) на расстоянии 10,5 метра. В других случаях отличия не были статистически достоверны. Связи между временем суток и выбором направления найдено не было. Было выяснено, что в первую половину дня муравьи чаще поворачивали от гнезда, а во вторую – больше к гнезду, или же примерно равное количество поворачивало в обе стороны. Но эти отличия не являются достоверными. В своей работе авторы предположили, что при увеличении выборки можно обнаружить закономерность для каждого часа. Удалось найти зависимость выбора от экспериментатора, но статистически достоверной она была только в одном случае из трёх. Явных закономерностей обнаружено не было. Следующим экспериментаторам было предложено учитывать направление движения муравья до проведения эксперимента (Таубе, Брит, 2018).

В нашей работе мы учитывали направление муравья на дороге до начала эксперимента и увеличили выборку, а также поставили некоторые новые эксперименты с другими условиями, например, запускали муравьев по двое

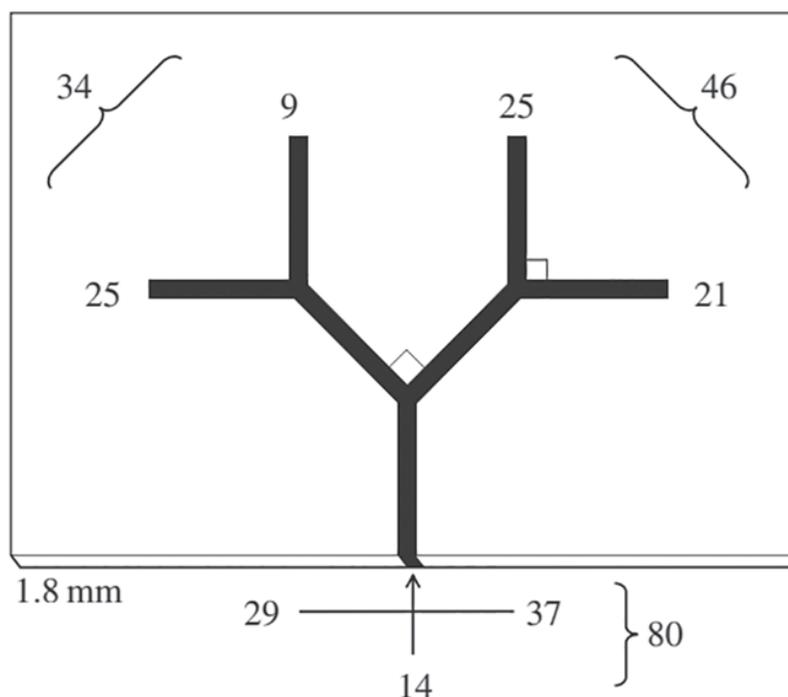


Рис. 3. Эксперимент над муравьями вида *Temnothorax albipennis* (Hunt et al., 2014)

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель:

Выяснить, каковы предпочтения муравьев *Formica polyctena* при выборе направления в незнакомом месте.

Задачи:

Пропустить через лабиринты на улице рядом с муравьиной дорогой некоторое количество муравьев и исследовать зависимость выбора поворота муравьев от разных факторов:

- 1) Расстояния от гнезда
- 2) Погоды
- 3) Времени запуска
- 4) Того, с дороги или не с нее был взят муравей
- 5) Направления на дороге
- 6) Положения в лабиринте (вверх ногами ли идет муравей)
- 7) Выбора другого муравья при запуске муравьев одновременно
- 8) Выбора муравья, прошедшего до этого по лабиринту, при запуске муравьев по очереди без стирания химических следов
- 9) Предпочтения муравьями правого или левого поворота (проверить наличие латерализации)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Мы проводили работу с 30 июня по 5 июля 2019 года в северо-восточной части Ленинградской области – Лодейнопольском районе, в Нижне-Свирском заповеднике, недалеко от побережья Ладожского озера, около устья реки Гумбарка.

Мы выбрали гнездо муравьев вида *Formica polyctena*, имеющее два поднятия над землей. От гнезда тянется исследуемая дорога муравьев.

В качестве неизвестной для муравьев территории мы использовали два лабиринта из оргстекла размером 9x9 см (рис. 4). Проход, в который попадал муравей, оканчивался перпендикулярной развилкой. Лабиринт располагался входом к дороге, так, чтобы ходы после развилки были параллельны ей (рис. 5).

Во время наблюдений два человека садились по разные стороны от дороги. Лабиринты располагались на брусках, которые лежали на гвоздях, вбитых в землю (рис. 6), за счет чего можно было отрегулировать наклон брусков и сделать их строго горизонтальными. Экспериментатор ловил одного муравья и сажал его в первый ход лабиринта, закрывая выход

пальцем так, чтобы муравей не мог выйти из лабиринта, не пройдя развилку. На бланке записывали время, за которое муравей прошел лабиринт; направление на развилке, которое он выбрал; дату; имя экспериментатора; температуру воздуха, измеряемую с помощью ртутного термометра; то, закрыто ли солнце тучами; номер лабиринта и сторону дороги; расстояние от лабиринта до гнезда и до муравьиной дороги и время запуска муравья.

После каждого запуска муравья во все дни, кроме 5 июля, лабиринт протирали слабым раствором перманганата калия (менее 0.05 граммов на 50 мл воды). В лабиринт по очереди запускали муравьев, взятых с дороги и не с нее.

4 июля мы запускали в лабиринт двух муравьев одновременно, то есть сажали муравьев на руку и помещали в лабиринт попарно.

5 июля мы запускали муравьев по очереди, без протирания раствором перманганата калия между их запусками. Второго муравья мы помещали в лабиринт только после того, как первый вышел (табл. 1).

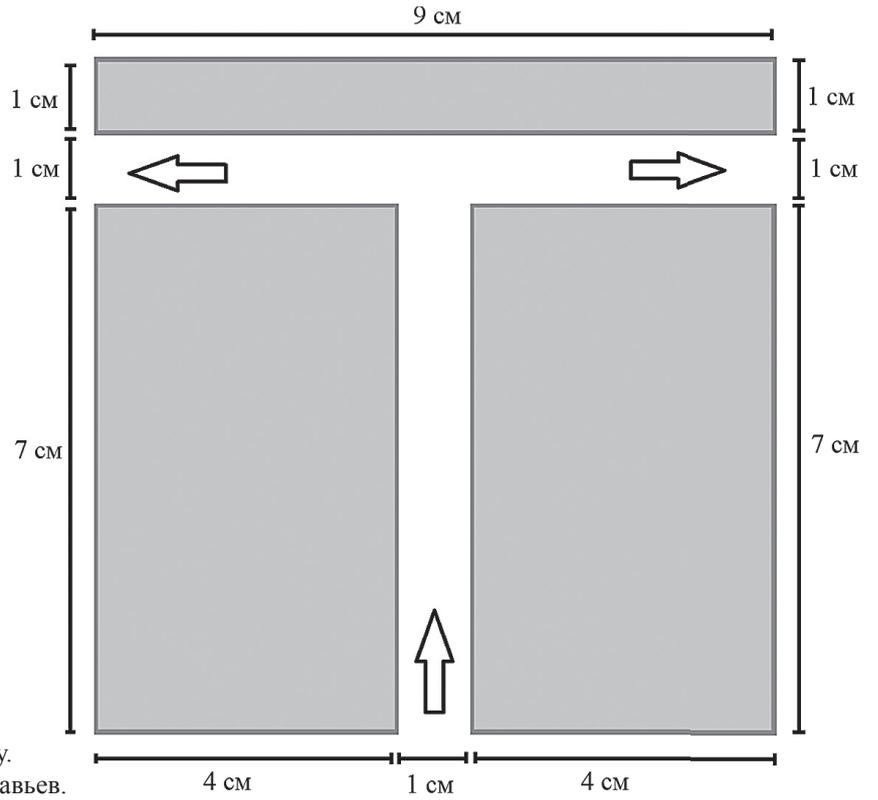


Рис. 4. Лабиринт для муравьев. Вид сверху.
Стрелками показано движение муравьев.

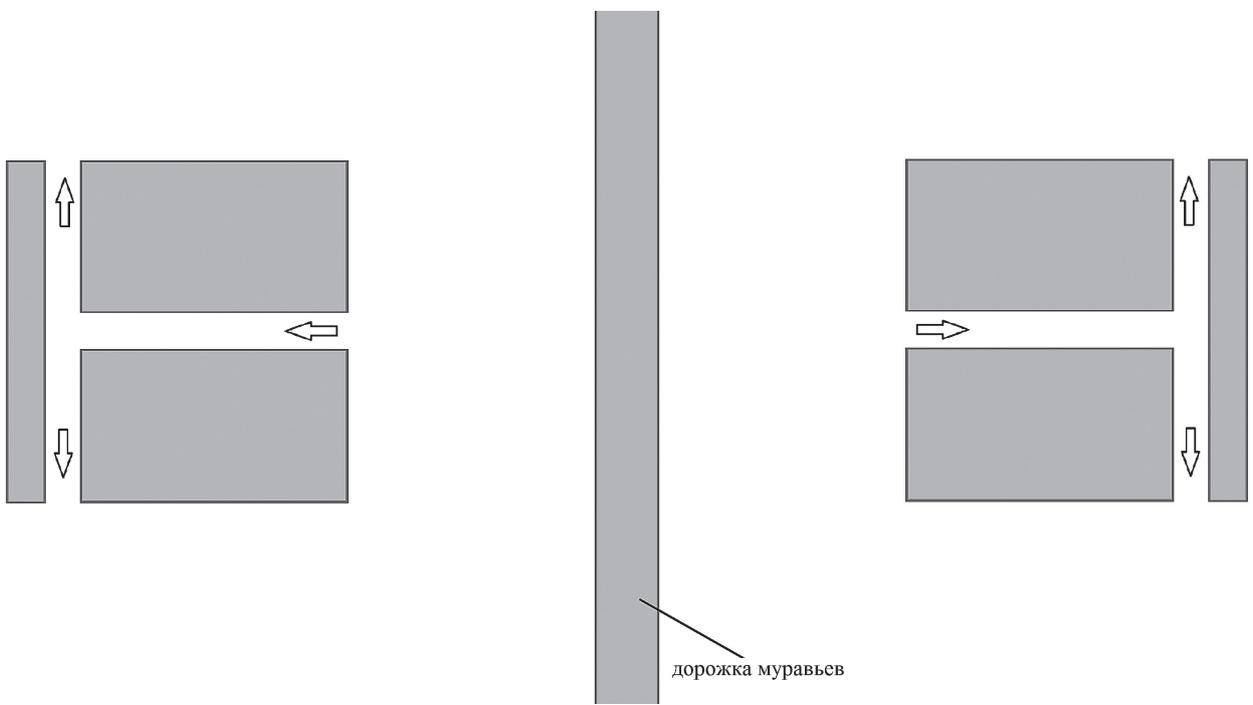


Рис. 5. Расположение лабиринта относительно муравьиной дороги.

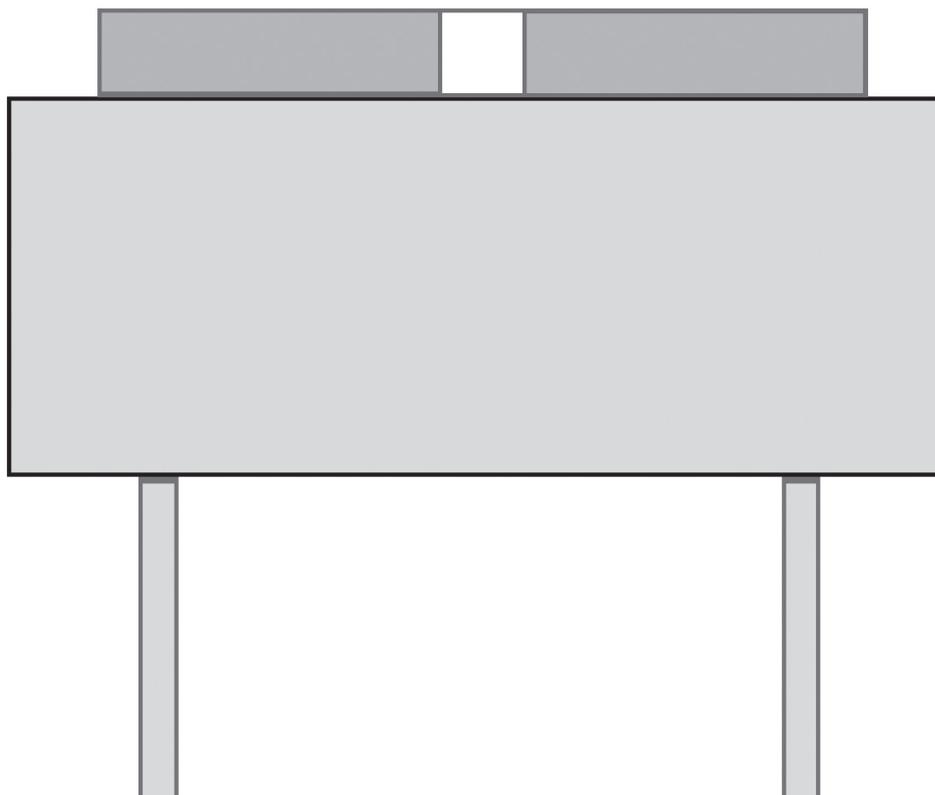


Рис. 6. Лабиринт на бруске, лежащем на гвоздях (вид сбоку, со стороны хода, в который попадает муравей)

Табл. 1. Дата, место проведения эксперимента, количество муравьев в лабиринте и число исследованных муравьев.

Дата	Расстояние до муравейника, м	Сколько муравьев запускали в лабиринт	Число исследованных муравьев
30.06	10	1	191
1.07	10	1	377
2.07	17	1	317
3.07	17	1	225
4.07	17	2 одновременно	268 пар
5.07	17	2 по очереди	240 пар

Для статистической обработки данных мы использовали программы R и Excel. Из статистических тестов мы проводили тест пропорций и тест хи-квадрат.

В каждом статистическом тесте, будь то тест пропорций или тест хи-квадрат, не учитывались муравьи, не выбравшие ни одного вы-

хода, поскольку неизвестно, какой бы путь они выбрали. В случае, когда муравьев запускали по двое, пара, в которой хоть один муравей не выбрал путь, тоже не учитывалась. Но в таблицах и на графиках эти муравьи показаны.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Муравьи, запущенные по одному

Сначала мы решили проверить, зависит ли от расстояния от гнезда выбор муравьев. Из муравьев, запущенных поодиночке в 10 метрах от гнезда, к гнезду повернули 41%, а от гнезда – 48% муравьев, но это различие статистически не достоверно (тест пропорций, $p = 0.46$). Оставшиеся 11% муравьев не выбрали ни одно направление за время наблюдения. Муравьи, запущенные в 17 метрах от гнезда, в 16% случаев не поворачивали никуда, в 46% случаев поворачивали к гнезду, а в 38% случаев – от гнезда, но это различие тоже статистически не достоверно (тест пропорций, $p = 0.45$) (рис. 7 и табл. 2). Здесь и далее словом «никуда» мы обозначаем муравьев, не выбравших направление за первую минуту эксперимента.

Табл. 2. Число поворотов муравьев к и от гнезда на разном расстоянии от него

	к гнезду	никуда	от гнезда
В 10 метрах	235	62	271
В 17 метрах	248	88	206

Но расстояние до гнезда и выбор поворота сопряжены между собой (тест хи-квадрат, $p = 0.01$): ближе к гнезду, в 10 метрах, муравьи чаще шли от гнезда, а дальше, в 17 метрах, чаще шли к гнезду (табл. 2 и рис. 7). Тест пропорций также показал, что доля муравьев, повернувших к гнезду в 10 метрах от гнезда, значимо ($p = 0.01$) отличается от доли муравьев, повернувших к гнезду в 17 метрах от гнезда.

Правда, если рассматривать только тех муравьев, которые были запущены при солнечной погоде, сопряженность перестает быть

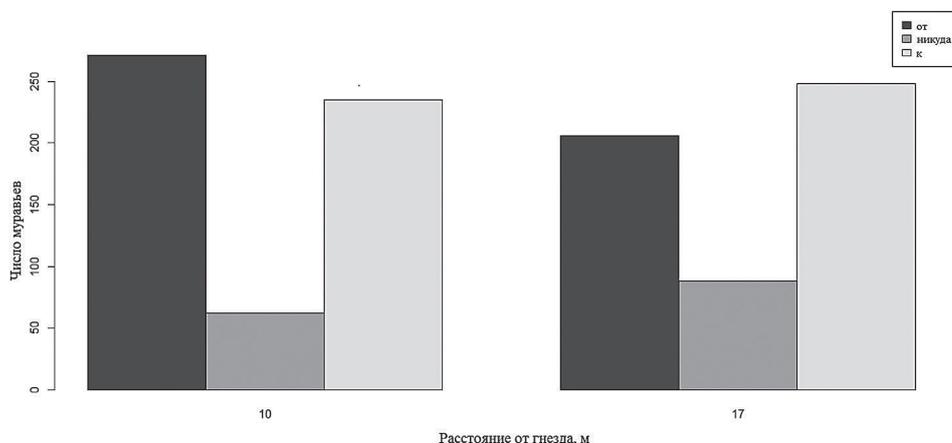


Рис. 7. Число поворотов муравьев к и от гнезда на разном расстоянии от него

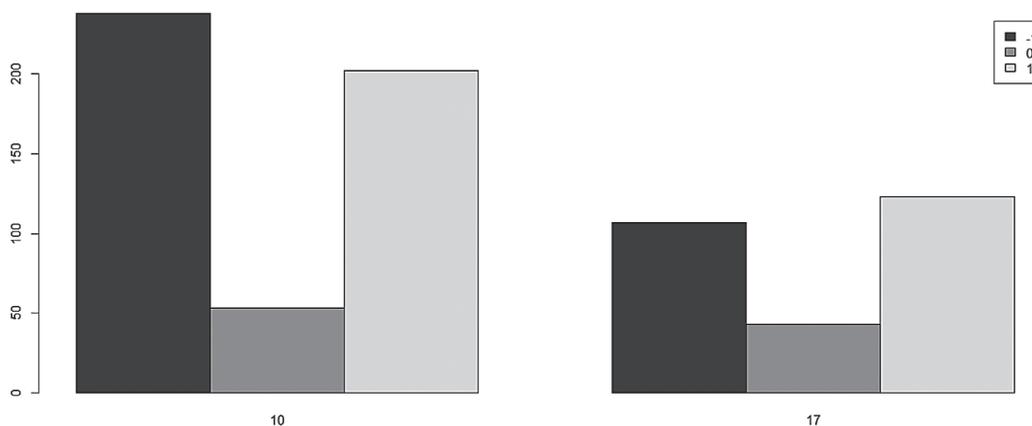


Рис. 8. Число поворотов муравьев к и от гнезда на разном расстоянии от него в солнечную погоду

статистически значимой (тест хи-квадрат, $p = 0.08$) (рис 8).

Если оставить только муравьев, запущенных в пасмурную погоду, сопряженность остается статистически не значимой (тест хи-квадрат, $p = 0.51$) (рис. 9).

Мы также не нашли статистически значимой сопряженности между погодой и поворотом (тест хи-квадрат, $p = 0.22$) (табл. 3).

Табл. 3. Число поворотов к гнезду и от гнезда муравьев при солнечной и пасмурной погоде

	к гнезду	никуда	от гнезда
пасмурно, дождь	11	7	8
пасмурно	147	47	124
солнечно	325	96	345

Затем мы решили посмотреть сопряженность поворота муравьев с днем проведения эксперимента. Между днем проведения экспе-

римента и выбором поворота муравьев есть сопряженность (тест хи-квадрат, $p = 0.03$) (табл. 4). 1 июля муравьи чаще шли от гнезда, а 2 и 3 июля – к гнезду. 30 июня муравьи немного чаще шли к гнезду.

Табл. 4. Число поворотов к гнезду и от гнезда муравьев в разные дни

	к гнезду	никуда	от гнезда
30.6	90	14	87
1.7	145	48	184
2.7	144	50	123
3.7	105	38	83

Для того чтобы понять, зависит ли выбор направления муравьев от времени, мы разделили время запуска муравьев на утро (с 9 до 14 часов) и вечер (с 16 до 21). Утром 43% муравьев пошло от гнезда, а 43% – к гнезду; вечером 43% пошло от гнезда, а 44% – к гнезду (табл. 5 и рис. 10). Между временем суток и

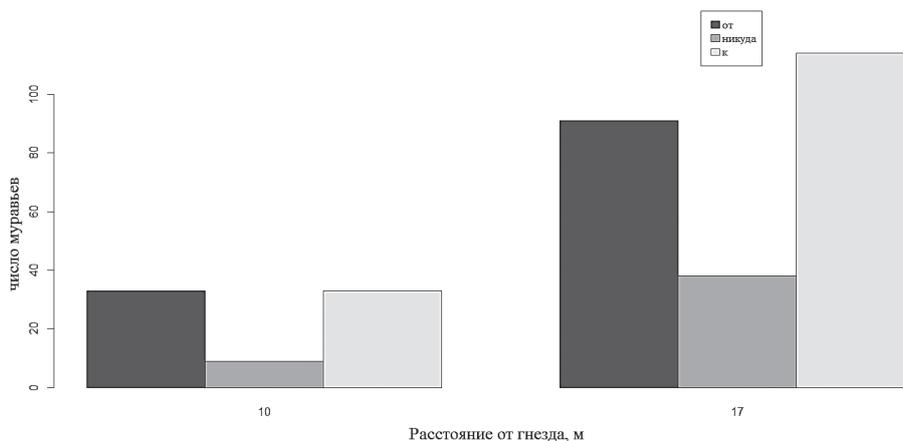


Рис. 9. Число поворотов к и от гнезда на разном расстоянии от него в пасмурную погоду

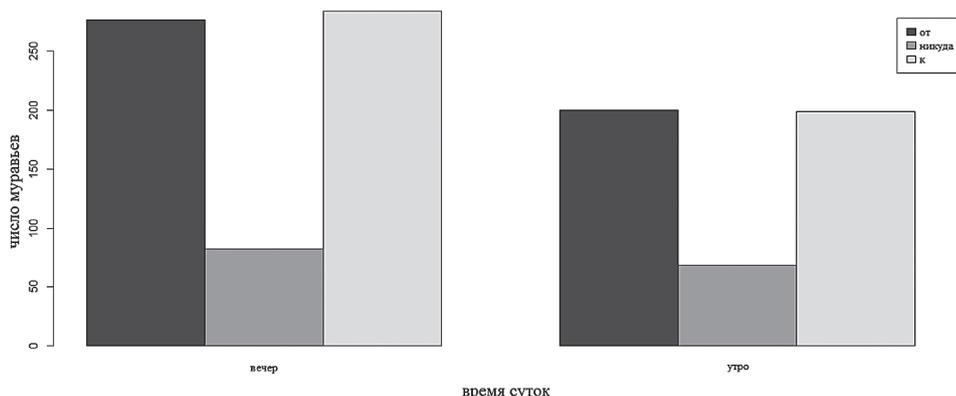


Рис. 10. Число поворотов муравьев к гнезду и от гнезда утром и вечером

поворотом муравьев сопряженности нет (тест хи-квадрат, $p = 0.67$). Потом мы попытались поделить время по-другому, но ни один из способов не дал значимых результатов (рис. 11).

Табл. 5. Число поворотов муравьев к гнезду и от гнезда в разное время суток

	к гнезду	никуда	от гнезда
Утро	199	68	200
Вечер	284	82	277

Потом мы решили посмотреть, есть ли связь между направлением муравья на дороге и направлением в лабиринте, а также сравнить муравьев, взятых непосредственно с дороги и тех, которые были взяты около дороги (табл. 6).

Табл. 6. Число поворотов к и от гнезда муравьев, взятых с дороги и не с нее

	к гнезду	никуда	от гнезда
Полз от гнезда по дороге	150	28	140
Полз к гнезду по дороге	152	38	128
Не с дороги	181	84	209

Муравьи, шедшие по дороге от гнезда, в 44% случаев поворачивали от гнезда, а в 47% случаев – к гнезду, но это различие статистически не значимо (тест пропорций, $p = 0.48$).

Муравьи, шедшие по дороге к гнезду, в 40% случаев шли от гнезда, а в 48% случаев – к гнезду, но это различие статистически не значимо (тест пропорций, $p = 0.46$).

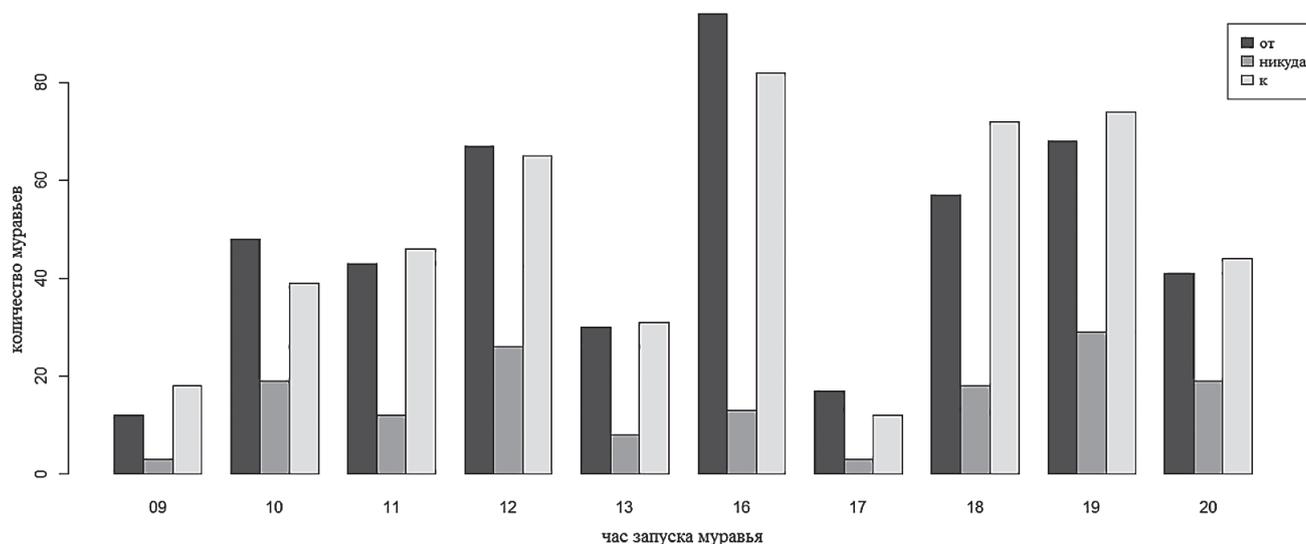


Рис. 11. Число поворотов муравьев к гнезду и от гнезда в разные часы запуска

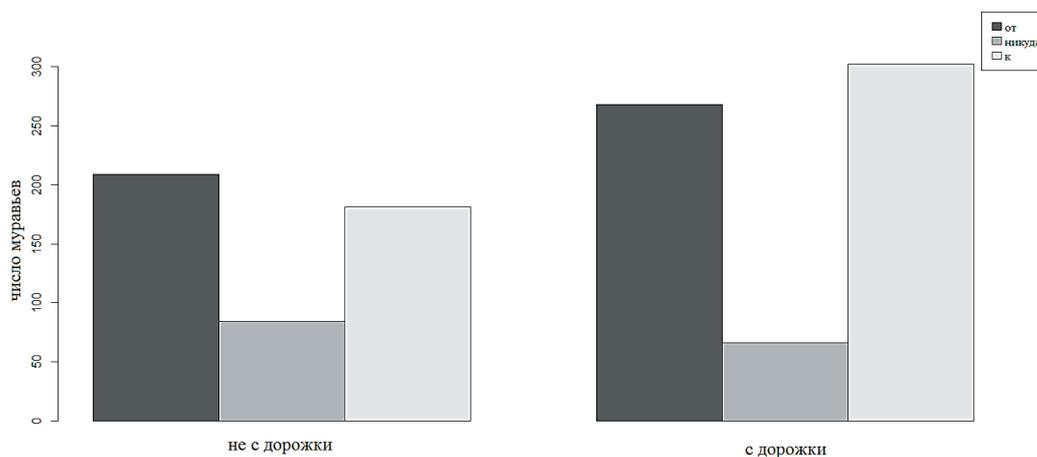


Рис. 12. Число поворотов к гнезду и от гнезда муравьев, взятых с дороги и не с нее

Между направлением на дороге и выбором направления в лабиринте нет статистически значимой сопряженности (тест хи-квадрат, $p = 0.11$).

Муравьи, взятые не с дороги, в 44% случаев шли от гнезда, в 38% – к гнезду. Это различие тоже статистически не значимо (тест пропорций, $p = 0.54$).

С помощью теста пропорций мы посмотрели, есть ли разница между долей муравьев, повернувших к гнезду, между муравьями, взятыми с дороги и не с дороги. Эта разница оказалась на грани достоверности ($p = 0.05$) (рис. 12).

Для того чтобы выявить сопряженность между поворотом к гнезду и от гнезда и экспериментатором, мы провели тест хи-квадрат. Однако значимой сопряженности мы не нашли ($p = 0.26$) (табл. 7).

Табл. 7. Число поворотов к гнезду и от гнезда муравьев у разных экспериментаторов

	к гнезду	никуда	от гнезда
Елизавета	160	41	135
Нина	165	56	172
Софья	158	53	170

Муравьи могли идти по полу лабиринта, могли по его потолку вверх ногами, либо же часть пути проходить по полу, а часть – по потолку. Однако ни между положением тела муравья в лабиринте и поворотом к и от (тест хи-квадрат, $p = 0.59$) (табл. 8), ни между положением тела муравья в лабиринте и поворотом

Муравьи, запущенные по двое

Когда муравьев запускали в лабиринт вдвоем одновременно, между выбором пути первого и второго муравья была статистически значимая сопряженность (тест хи-квадрат, $p = 0.03$) (табл. 10, рис. 13). Вторым муравьем чаще шел туда же, куда и первый.

Табл. 10. Число поворотов к гнезду и от гнезда у первого и второго муравья в лабиринте при запуске двух муравьев одновременно

	Второй муравей к	Второй муравей никуда	Второй муравей от
Первый муравей к	39	44	29
Первый муравей никуда	0	35	3
Первый муравей от	33	33	52

направо и налево мы не нашли статистически значимой сопряженности (тест хи-квадрат, $p = 0.15$) (табл. 9).

Табл. 8. Число поворотов к гнезду и от гнезда муравьев, шедших в лабиринте в разных положениях

	к гнезду	никуда	от гнезда
Нормальное положение	380	122	365
Положения чередуются	41	18	39
Альтернативное положение	62	10	72

Из 1110 запущенных муравьев 496 (45%) повернули налево, а 464 (42%) повернули направо, но это различие статистически не значимо (тест пропорций, $p = 0.52$). Если убрать муравьев, шедших в альтернативном положении, то есть вверх ногами, различие остается статистически незначимым (тест пропорций, $p = 0.53$) (табл. 9).

Табл. 9. Число поворотов муравьев налево и направо в разных положениях

	налево	никуда	направо
Нормальное положение	396	122	349
Положения чередуются	35	18	45
Альтернативное положение	63	10	71

Когда муравьев запускали в лабиринты по очереди, сопряженность между выбором первого и второго муравья не была статистически значима (тест хи-квадрат, $p = 0.28$) (табл. 11, рис. 14).

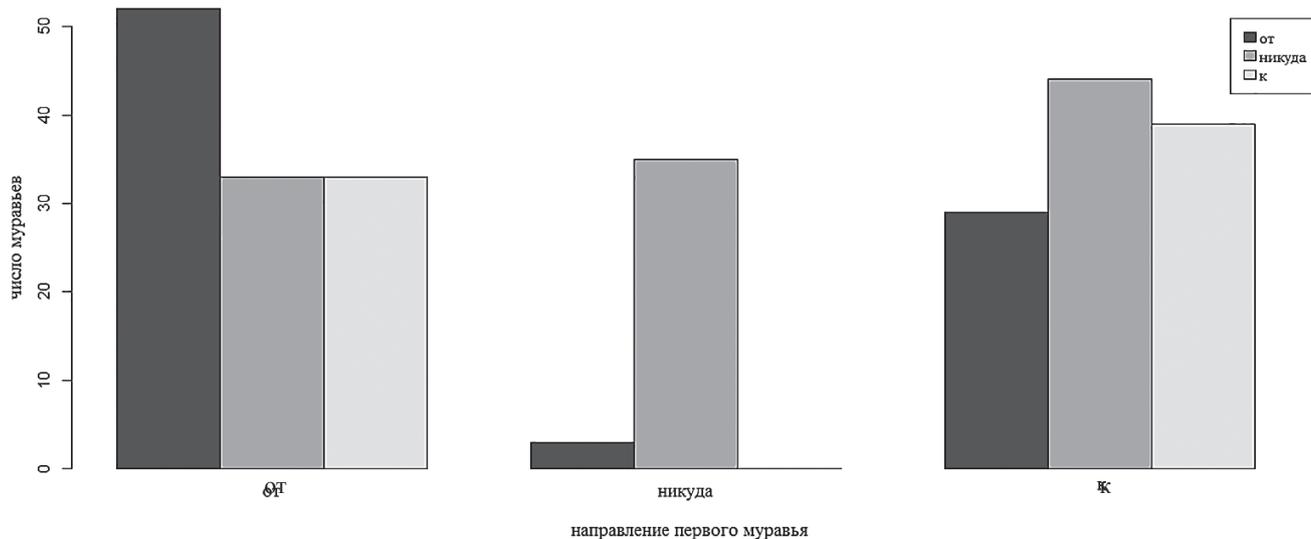


Рис. 13. Число поворотов к гнезду и от гнезда второго муравья в зависимости от поворота первого при запуске муравьев одновременно

Табл. 11. Число поворотов к гнезду и от гнезда у первого и второго муравья в лабиринте при запуске двух муравьев по очереди

	Второй муравей к	Второй муравей никуда	Второй муравей от
Первый муравей к	41	31	25
Первый муравей никуда	17	27	19
Первый муравей от	30	19	29

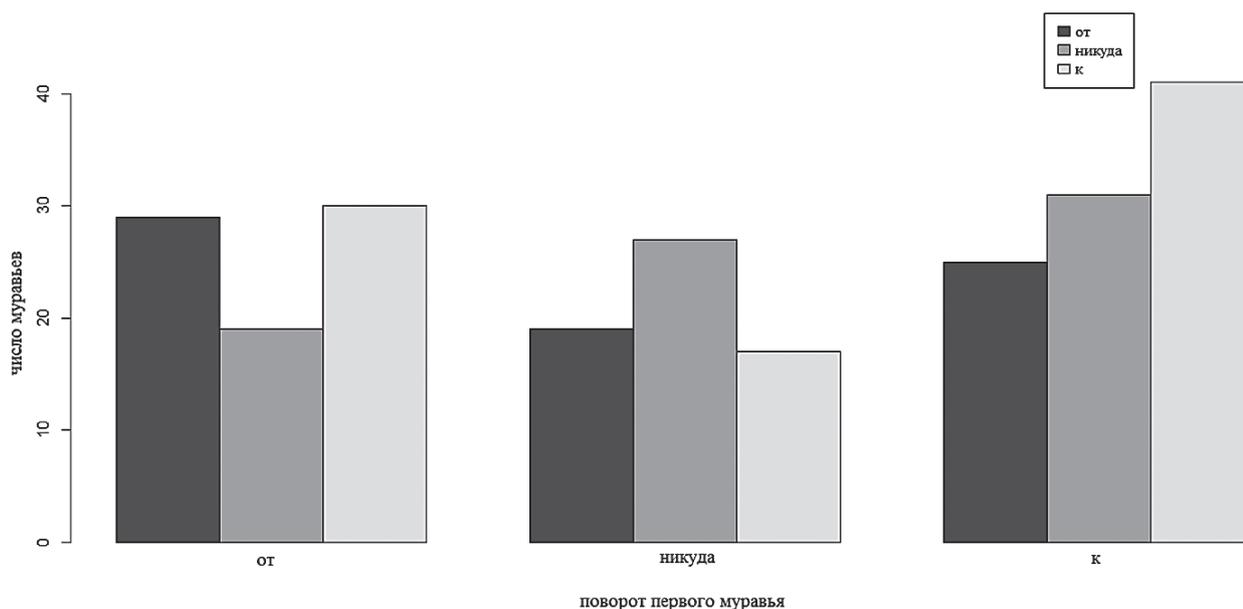


Рис. 14. Число поворотов к гнезду и от гнезда второго муравья в зависимости от поворота первого при запуске муравьев по очереди

ОБСУЖДЕНИЕ

Оказалось, что существует статистически значимая сопряженность между расстоянием от гнезда муравьев до лабиринта и направлением поворота муравьев (рис. 7). В 10 метрах муравьи чаще шли от гнезда, тогда как в 17 – к гнезду, и это не противоречит результатам прошлогодней работы (Таубе, Брит, 2018), в которой в 10.5 метрах от гнезда муравьи почти значимо чаще поворачивали от гнезда.

Но в дни, когда мы запускали муравьев в 10 метрах от гнезда, и в дни, когда мы запускали муравьев в 17 метрах, была разная погода, и выбор муравьев может зависеть в большей степени от нее, чем от расстояния от гнезда. 30 июня и 1 июля, когда муравьев запускали в 10 метрах от гнезда, было по большей части солнечно, только 1 июля некоторое время было пасмурно. 2 и 3 июля, когда муравьев запускали в 17 метрах от гнезда, были недолгие дожди, но 2 июля большую часть дня было солнечно, а 3 июля – пасмурно.

Поэтому мы решили посмотреть отдельно на муравьев, запущенных только в солнечную или только в пасмурную погоду. Однако если оставить муравьев, запущенных только в солнечную или только в пасмурную погоду, то сопряженность между расстоянием от гнезда и направлением поворота становится статистически не значимой (рис. 8, 9). Возможно, это связано с уменьшением размера выборки.

Мы думали, что в пасмурную погоду муравьи будут чаще идти к гнезду, а в солнечную – от гнезда. Но сопряженность между погодой и направлением (табл. 3) поворота оказалась статистически не значимой.

Различные дни запуска муравьев отличались расстоянием от гнезда до места проведения эксперимента и погодой. Поскольку сопряженность между днем запуска и поворотом муравья к гнезду или от гнезда статистически значима (табл. 4), можно предположить, что либо муравьи в разные дни ведут себя по-разному вне зависимости от внешних условий, либо их выбор зависит от совокупности признаков, которыми разные дни различаются, т. е. от расстояния от гнезда и погоды. Может быть, разные дни различались еще какими-то

признаками, состояние которых мы не фиксировали.

Мы предполагали, что в разное время суток муравьи могли бы идти в разные стороны, например, утром от гнезда, а вечером возвращаться к гнезду, но, попытавшись по-разному поделить день, мы так и не нашли статистически значимой сопряженности между временем суток и направлением поворота (табл. 5, рис. 10 и 11).

Мы предполагали, что, возможно, муравьи в лабиринте будут сохранять то же направление движения, что на дороге. Но статистически значимой сопряженности между направлением на дороге и поворотом в лабиринте мы не нашли (табл. 6).

Также мы предполагали, что взятые не с дороги муравьи, которые с большей вероятностью окажутся активными фуражирами (Захаров, 2015), будут на незнакомой территории скорее поворачивать от гнезда, чтобы обследовать ее. Муравьи, взятые с дороги и, скорее всего, являющиеся пассивными фуражирами, находясь в замешательстве из-за того, что перестали получать сигналы от активных, пойдут к гнезду, к безопасности. Разница доли муравьев, повернувших к гнезду, взятых с дороги, и доли муравьев, повернувших к гнезду, взятых не с дороги, оказалась на грани достоверности ($p = 0.05$, рис. 12). Муравьи не с дороги действительно чаще поворачивали от гнезда, а с дороги – к нему. Возможно, действительно существует разница в навигации между активными и пассивными фуражирами.

Т.к. в принципе возможно, что экспериментаторы каким-то образом влияли на поведение муравья в лабиринте (например, непреднамеренно запускали муравьев в лабиринт под разными углами или не очень симметрично держали руки относительно выходов из лабиринта и муравей с одной стороны видел руку экспериментатора, а с другой нет), то мы решили проверить, не зависит ли поворот муравьев от экспериментатора. Однако между экспериментатором и поворотом к гнезду и от гнезда нет статистически значимой сопряженности (табл. 7), то есть на выбор муравья не влияет, кто его запускал.

Если бы у исследуемых муравьев была бы ярко выраженная латерализация, то у муравьи заметно чаще шли бы направо или налево, но этого мы не наблюдали (табл. 9).

Но в работе на муравьях того же вида (Ким и пр., 2017) было показано, что у них есть предпочтение правого поворота в незнакомой местности. Возможно, это связано с тем, что в той работе эксперименты проводились по-другому, с лабиринтами другой формы, с муравьями из другого муравейника и в лаборатории, а не на улице. Может быть, это связано с размером выборки, меньшей в той работе. В работе

прошлого года (Таубе, Брит, 2018), как и в нашей, латерализацию не наблюдали.

Мы думали, что муравьи, запущенные в лабиринт вместе, будут коммуницировать друг с другом и искать выход вместе. Действительно, муравьи, запущенные в лабиринты по двое одновременно, статистически значимо чаще выбирали один путь (табл. 10, рис. 13).

Мы не смогли обнаружить сопряженность между поворотами первого и второго муравья при запуске муравьев по очереди (табл. 11, рис. 14).

ВЫВОДЫ

Выбор поворота муравья зависит от:

1) Расстояния от гнезда. Дальше от гнезда муравьи чаще идут к нему, ближе к гнезду – от него.

2) Того, с дороги ли взят муравей. Муравьи, взятые с дороги, чаще идут к гнезду, не с дороги – от гнезда.

3) Выбора другого муравья при запуске муравьев одновременно. Муравьи чаще идут в одну и ту же сторону.

Нам не удалось выявить зависимость выбора от:

1) Погоды

2) Времени запуска

3) Направления на дороге

4) Положения муравья в лабиринте

5) Выбора запущенного ранее муравья при запуске муравьев по очереди

Латерализацию у муравьев мы тоже не наблюдали.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Табл. 12. Р-значения сопряженностей поворота муравьев к гнезду и от гнезда с разными факторами при запуске муравьев поодиночке

	Расстояние до гнезда	Время суток	Направление на дороге	С дороги или не с нее	День проведения	Экспериментатор	Погода	Положение тела
Поворот к и от	0.01	0.67	0.11	0.05	0.03	0.26	0.22	0.59

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Bles, Boehly, Deneubourg, Stamatios, 2018 Same length, different shapes: ants collectively choose a straight foraging path over a bent one. *Biology letters* 14(3), 29540566.
2. Czaczkes, Grüter, Jones, Ratnieks, 2011 Synergy between social and private information increases foraging efficiency in ants. *Biol Lett* 7(4), 521–524.
3. Endlein, Sitti, 2018 Innate turning preference of leaf-cutting ants in the absence of external orientation cues. *Journal of Experimental Biology* 221, 177006.
4. Hunt, O’Shea-Wheller, Albery, Bridger, Gumn, Franks, 2014 Ants show a leftward turning bias when exploring unknown nest sites. *Biology letters* 10(12), 25540159.
5. Li, Huan, Roehner, Xu, Zeng, Di, Han, 2014 Symmetry Breaking on Density in Escaping Ants: Experiment and Alarm Pheromone Model. *PLoS One* 9(12), 25551611.
6. McCreery, Dix, Breed, Nagpal, 2016 Collective strategy for obstacle navigation during cooperative transport by ants. *Journal of Experimental Biology* 219: 3366-3375.
7. Schwarz, Wystrach, Cheng, 2017 Ants’ navigation in an unfamiliar environment is influenced by their experience of a familiar rout, Cheng. *Scientific Reports* 7, 14161.
8. Wolf, Wehner 2000 Pinpointing food sources: olfactory and anemotactic orientation in desert ants, *Cataglyphis fortis*. *Journal of Experimental Biology* 203, 857-868.
9. Wystrach, Schwarz, Schultheiss, Baniël, Cheng, 2014 Multiple sources of celestial compass information in the Central Australian desert ant *Melophorus bagoti*. *Journal of comparative physiology. A, Neuroethology, sensory, neural, and behavioral physiology* 200(6), 591-601.
10. Захаров, 2015 Муравьи лесных сообществ, их жизнь и роль в лесу. М.: Товарищество научных изданий КМК.
11. Ким, Камелин, Давитадзе, 2017 Предпочтение направления при повороте у малых лесных муравьёв (*Formica polyctena*). Электронный ресурс: <http://www.bioclass.ru/files/konfl8/ants.pdf>.
12. Таубе, Брит, 2018 Предпочтения при повороте в лабиринте у муравьёв вида *Formica polyctena* (Forster, 1850). Электронный ресурс: <http://www.bioclass.ru/files/konfl8/ants.pdf>.

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы благодарим Н. С. Глаголеву и П. А. Волкову за научное руководство, помощь в обработке данных и в написании работы, С. М. Глаголева и Е. В. Елисееву за организацию летней практики и администрацию Нижне-Свирского заповедника, в особенности В. А. Ковалева, за предоставленную возможность проводить эксперименты на территории заповедника. Также мы благодарим Е. Б. Федосееву за определение вида изучаемых муравьев и Д. Н. Горюнова за предоставленную рецензию.

ПИЩЕВАЯ СВЯЗЬ МУРАВЬЁВ ИЗ ГРУППЫ FORMICA RUFA С ЛИТОРАЛЬЮ БЕЛОГО МОРЯ (на примере Избной Двинской луды)

Авторы:

Лопатина Анна,
Ромашева Дарья

Научные руководители:

Н.К. Кулыгина и Т.Н. Виноградова



ВВЕДЕНИЕ

Муравьи (лат. Formicidae) – семейство насекомых из надсемейства муравьиных, отряда перепончатокрылых. Являются общественными насекомыми, образующими 3 касты: самки, самцы и рабочие особи. Самки и самцы крылатые, рабочие особи – бескрылые. Муравьи живут семьями в гнёздах, называемых муравейниками, которые устраивают в почве, древесине, под камнями; некоторые сооружают муравейники из мелких растительных частиц и т. п. Распространены по всему миру, за исключением Антарктиды и некоторых удалённых островов, образуя 10–25 % земной биомассы наземных животных. (Г. М. Длусский, Муравьи рода Формика).

Наша работа посвящена выявлению пищевой связи рыжих лесных муравьёв с приливно-отливной зоной (литоралью) Белого моря. Объектом работы стал муравейник на о. Избной Двинской луде возле о. Пезостров (Карельский берег Белого моря, Лоухский район Карелии) (рис. № 1) находившийся недалеко от литорали Белого моря. Принадлежит он муравьям из группы *Formica rufa*.

В июле 2021 г. Г. М. Виноградовым здесь были обнаружены муравьи, несущие в муравейник найденных ими на литорали (в приливно-отливной зоне моря) погибших литоральных животных: рачков-гаммарусов (*Gammarus duebeni*) и раковинки брюхоногих мол-



Рис. 1. О. Избная Двинская луда возле о. Пезострова (Карельский берег Белого моря, Лоухский район Карелии). Точкой отмечено местоположение муравейника

люсков-литторин *Littorina saxatilis*. Соответствующие наблюдения от 6 июля 2021 г. были опубликованы им на платформе iNaturalist (Виноградов, 2021 а, б).

Нам стало интересно, было ли это случайностью или муравьи намерено собирают пищу на литорали. Мы нашли только одно исследование, посвящённое данной теме (Н. Мартинен, 1985), но там говорится о роли муравьёв в жизни литорали, а не о роли литорали в жизни муравьёв. Мы решили попробовать разобраться в этом вопросе. Нам было интересно проверить, зависит ли поисковая активность муравьёв на литорали от фазы отлива, а также являются ли морские беспозвоночные именно той добычей, ради которой муравьи посещают литораль. В этом случае доля морских беспозвоночных в добыче должна была оказаться существенно больше, чем доля сухопутных.

Группа *Formica rufa*, или Рыжие лесные муравьи, включает 4 вида – *Formica rufa* L. 1761, *F. lugubris* Zetterstedt, 1840, *F. polycтена* Förster, 1850 и *F. aquilonia* Yarrow, 1955, и «различить эти очень сходные виды часто бывает затруднительно даже при некотором навыке» (Г. М. Длусский, 1967). С помощью определителя по рабочим особям, приведённого в данной монографии, определение до вида затруднительно, поскольку в качестве опре-

делительных признаков указаны в основном особенности хетотаксии (расположения и типа волосков на теле муравья). Для неопытного исследователя не вполне очевидна разница между отстоящими, полуотстоящими, наклонными и прилежащими волосками. Также нам трудно судить, заметны или незаметны волоски при 10–20-кратном увеличении, поскольку мы не знаем, каким микроскопом и каким осветительным прибором пользовался Г.М. Длусский. Кроме того, Г.М. Длусский указывает, что в хетотаксии муравьёв группы *Formica rufa* имеется географическая изменчивость.

По упрощённому определителю, приведённому в научно-популярной книге «Знакомьтесь: муравьи!» (Длусский Г.М., Букин А.Н., 1986), мы определили изучаемых нами муравьёв как *F. aquilonia* (северный лесной муравей). В пользу этого определения говорит и то, что «*F. aquilonia* – вид более холодолюбивый, чем *F. rufa* и *F. polycтена*» (Длусский, 1967) и встречается преимущественно к северу от Москвы; таким образом, вероятность встретить именно этот вид на о. Избная Двинская луда довольно высока.

Исходя из этого, мы можем с высокой вероятностью предполагать, что изучаемые нами муравьи принадлежат к виду *F. aquilonia*, но не можем утверждать это с полной уверенностью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На о. Избная Двинская Луда расположено несколько муравейников, из них нами был выбран муравейник, подходящий по нескольким параметрам:

- находился поблизости от литорали;
- находился поблизости от нашего лагеря;
- муравьиная тропа была хорошо заметна.

Расстояние от муравейника до литорали (длина тропы) составляло 35 м. Площадка наблюдения находилась приблизительно посередине: расстояние от муравейника до площадки наблюдения составляло 18 м, от площадки наблюдения до литорали – 17 м.

Двух рабочих особей мы зафиксировали 70% этиловым спиртом для дальнейшего определения в стационарных условиях.

На тропе мы выбрали место, где проводили наблюдения в разное время суток и в разные фазы отлива. Всего мы провели 8 наблюдений по от 15 до 65 минут. Измерение тропы проводилось с помощью измерительного стандарта длиной 1,5 м (рис. 2).



Рис. 2. Измерительный стандарт с засечкой на длине 1.50 держит человек ростом 1,53

Во время наблюдений мы следили за тропой и выполняли подсчёт и сбор поступающей в муравейник пищи (рис. 3). Образцы собирали в отдельные пробирки Эппендорфа, после чего фиксировали 70% спиртом. Часть сборов, в основном имаго насекомых и растения, изучали под бинокляром Микромед МС-1 и определяли с помощью определителя (Мамаев Б.М. и др., 1976). Другую же часть (личинки, куколки) мы позже определяли в школьной лаборатории по определителю (Мамаев Б.М. 1972).

Все данные были внесены в таблицу 1.

Температура приведена по данным архива температур Чупинской метеорологической станции (<https://www.meteoservice.ru/archive/chupa>). Посёлок Чупа находится в 40 км западнее от о. Избной Двинской луды, поэтому конкретные значения температуры могут незначительно отличаться, но с сохранением общей тенденции.



Рис. 3. Как проводились наблюдения

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На изучаемой тропе было собрано

Сухопутного происхождения:

- 34 фрагмента растений
- 114 экз. животных типа Членистоногие,

а именно:

- Класса Паукообразные – 3 экз.
- Класса Насекомые 65 – имаго; 46 – личинки

Морского происхождения:

- 4 экз. растений
- 18 экз. животных

А также 3 фрагмента неустановленного происхождения

Поскольку многие образцы были фрагментированы, их состояние не позволяет провести определение до вида.

Изначально мы предполагали, что муравьи будут больше собирать пищу с литорали при отливе, когда большая часть литорали уже обнажается, а ко времени прилива пищевая активность будет снижаться. Так как мы наблюдали только неполный прилив и отлив, то

Таблица 1. Сводная таблица наблюдений

№ наблюд.	Дата	Время	Погода	Темп. (С°)	Фаза прилива	Собрано:								Всего собрано	
						Сухопутные экземпляры					Морские экземпляры				
						Животные (тип Членистоногие)					Растения	Животные			Растения
						Кл.Насекомые			Класс Паукообраз.	Надкласс Многонож.		Тип-Членистоногие	Тип Моллюски		
						Имаго	Личинки	кукол.							
1	14.07.2022 г	08:40-08:55		+18.4	Неполный прилив	2 экз.	4 экз.	1 экз.			3 экз.			10 экз.	
2		20:30-21:35	Ясно, ветра нет	+20.1	Неполный прилив	3 экз.	7 экз.		2 экз.		4 экз.	1 экз.	1 экз.	1 экз.	19 экз.
3	15.07.2022 г	08:00-08:50	Ясно, ветра нет	+19.7	Неполный прилив	8 экз.	7 экз.			1 экз.	3 экз.			2 экз.	21 экз.
4		18:20-18:50		+21.2	Неполный прилив	3 экз.	.		1 экз.		2 экз.				6 экз.
5	16.07.2022 г	09:52-10:22	Присутствуют облака, ветра нет	+17	Неполный прилив	9 экз.	5 экз.	1 экз.					2 экз.		17 экз.
6	19.07.2022 г	10:17-10:40	Ясно, солнечно, ветра нет	+16	Неполный прилив	13 экз.	9 экз.				10 экз.			1 экз.	33 экз.
7	20.07.2022 г	10:07-10:40	Облачно, ветрено	+17.1	Неполный прилив	12 экз.	7 экз.				5 экз.		2 экз.		26 экз.
8		14:58-15:30	Пасмурно, ветрено	+22.1	Полный отлив	9 экз.	7 экз.				7 экз.		2 экз.		25 экз.
Вне тропы	14.07.2022 г				Неполный отлив	1 экз.						1 экз.	1 экз.		3 экз.
	19.07.2022 г	16:02-16:40		+20.3	Неполный отлив	5 экз.						7 экз.	1 экз.		13 экз.

часть литорали всегда была доступна, и у муравьев всегда была возможность сбора пищи. Наблюдения не подтвердили нашу гипотезу. Например, за время сеанса наблюдения №7 (неполный прилив, пасмурно, ветрено) оказалось собрано 26 образцов пищи, а во время сеанса № 5 (неполный отлив, облачно, ветрено) – только 17. За время сеансов 2 и 3 (пятнадцать и шестьдесят пять минут соответственно; неполный отлив; ясно, ветра нет) были собраны 19 и 21 образец пищи, тогда как во

время сеанса № 8 (полный отлив, пасмурно, ветрено), который продолжался всего 32 минуты, – 25 образцов (то есть, активность муравьев в пересчете на единицу времени была даже выше). Зависимость от фазы прилива не выявлена. (См. Табл 1.)

Также в наблюдаемых условиях мы не обнаружили влияния температуры на количество собранной пищи. Если сравнить сеансы №7 и №8 (Табл. 1), можно увидеть, что при 17° было собрано 26 образцов, а при 22° было собрано

25. Оба сеанса наблюдений продолжались около 30 минут. Разницы в общем количестве собранной пищи практически нет.

Все останки животных сухопутного происхождения были мокрыми, а фрагменты растений сухопутного происхождения – сухими, то есть муравьи собирали с литорали наземных членистоногих, случайно попавших в воду. Доля наземных насекомых в сборах с литорали достигала 69–73%. (рис. 4, рис. 5). Таким образом, наше предположение о том, что муравьи приходят на литораль преимущественно за морскими беспозвоночными, не подтвердилось. Муравьи приходили на литораль за мёртвыми насекомыми, погибшими в морской воде, а морские беспозвоночные и водоросли не являлись их основной целью и оказывались попутной добычей.

Тем не менее, диаграммы (рис. 4 и 5) показывают, что во время отлива доля растительных

останков в добыче муравьёв несколько ниже, тогда как доля морских беспозвоночных – выше.

Частично наши результаты совпали с результатами Н. Мартинен (1985). У муравьёв из группы *Formica rufa* смешанный тип питания, благодаря чему литораль и полоса штормовых выбросов, богатые разнообразной пищей, служат для муравьёв хорошим кормовым участком.

В исследовании Н. Мартинен (1985) автор приходит к выводу, что насекомые, которых собирают муравьи, характерны для полосы штормовых выбросов. И, хотя список морских беспозвоночных, собранных нами, несколько отличается от списка из исследования Н. Мартинен (1985), насекомые, которых нам удалось определить, также характерны для этой зоны. Мы согласны и с выводом Н. Мартинен (1985) о том, что литораль играет важную роль в питании муравьёв.



Рис. 4. Соотношение различных групп в добыче муравьёв во время прилива



Рис. 5. Соотношение различных групп в добыче муравьёв во время отлива

СПИСОК ОБЪЕКТОВ, ДОБЫВАЕМЫХ МУРАВЬЯМИ ИЗ ГРУППЫ FORMICA RUFA НА ЛИТОРАЛИ О. ИЗБНАЯ ДВИНСКАЯ ЛУДА

I. Сухопутного происхождения:

(а) растительные

1. Листья низовой формации на укороченных побегов сосны *Pinus sylvestris* L. 3 экз.
2. Мужские стробилы сосны *Pinus sylvestris* L. 17 экз.
3. Почечные чешуйки *Pinus sylvestris* L. 2 экз.

(б) животные

Тип Членистоногие

1. Представители надкласса Многоножки – Многоножка класса Губоногие (*Chilopoda*) 1 экз.
2. Представитель класса Паукообразные 3 экз.
3. Класс Насекомые (*Insecta*), имаго и нимфы
 - Отряд Стрекозы (*Odonata*) 1 экз., голова насекомого (собран вне тропы)
 - Отряд Тараканы (*Blattodea*)
 - Семейство *Ectobiidae*: - *Ectobius lapponicus* L., недавно полинявшая нимфа 2 экз.
 - Отряд Полужесткокрылые (*Hemiptera*) 1 экз.
 - Отряд Жесткокрылые (*Coleoptera*) 2 экз.
 - Отряд Чешуекрылые (*Lepidoptera*) 2 экз.
 - Отряд Перепончатокрылые (*Hymenoptera*):
 - Семейство Наездники (*Ichneumonidae*) 1 экз.
 - Погибшие муравьи из группы *Formica rufa*
 - Отряд Двукрылые (*Diptera*)
 - Не поддающихся дальнейшему определению 19 экз.
 - Семейство Комары настоящие (*Culicidae*) 2 экз.
 - Семейство комары длинноусые (*Nematocera*) 1 экз. (собран вне основной тропы)
 - Семейство Мухи настоящие (*Muscidae*) 5 экз. (из них 3 экз. были собраны вне основной тропы)
 - Семейство Мухи навозные (*Scatophagidae*) 1 экз.
 - Семейство Мухи мясные серые (*Sarcophagidae*) 1 экз. (собран вне основной тропы)
 - Семейство Слепни (*Tabanidae*),
 - не поддающийся дальнейшему определению 1 экз.
 - Дождевка черноусая (*Haematopota crassicornis* Wahlberg) 8 экз
4. Класс Насекомые (*Insecta*), личинки и куколки
 - Отряд Двукрылые (*Diptera*)
 - Не поддаётся дальнейшему определению 1 экз.
 - Семейство Комары-звонцы (*Chironomidae*) 12 экз.
 - Семейство Слепни (*Tabanidae*) 1 экз.
 - Неопределённые 32 экз.
 - Куколки неопределённые 2 экз.

II. Морского происхождения:

(а) растительные

- Фрагменты водоросли *Fucus vesiculosus* 5 экз.

(б) животные

Тип Членистоногие

Представители класса Ракообразные

- Представители рода Гаммарусы (*Gammarus duebeni*) 9 экз. (из них 8 экз. были собраны вне основной тропы)

Тип Моллюски

Представители класса Двустворчатые

- Ранняя молодь мидий вида Мидия съедобная (*Mytilus edulis*) 7 экз. (из них 1 экз. был собран вне основной тропы)

Представители класса Брюхоногие

- Представитель рода Литторины вида *Littorina saxatilis* 2 экз.

III. Частицы неопределён. происхождения 3 шт.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Архив метеорологической станции г. Чупы <https://www.meteoservice.ru/archive/chupa> [Электронный ресурс]
2. Виноградов Г.М. 2021 а. *Gammaeus duebeni*: исследовательский уровень // iNaturalist observation 88406721. 24 июля. [Электронный ресурс] <https://www.inaturalist.org/observations/88406721> (дата обращения 9.01 2023 г.).
3. Виноградов Г.М. 2021 б. *Littorina saxatilis*: исследовательский уровень // iNaturalist observation 88407078. 24 июля. [Электронный ресурс] <https://www.inaturalist.org/observations/88407078> (дата обращения 9.01 2023 г.).
4. Длусский Г.М. Муравьи рода *Formica*. Рипол Классик, 1967. 235 с.
5. Длусский Г.М., Букин А.П. 1986. Знакомьтесь: муравьи! М: Агропромиздат. 1986. 223 с.
6. Мартинен Н. 1985. Питание муравьев *Formica polytaena* на литорали и супралиторали Белого моря // Ленинград: Дворец пионеров им. В. Алексеева, Лаборатория экологии морского бентоса. 11 с. (рукопись). Доступна онлайн на: www.hydrologia.ru/anniversary/archive/s-122.pdf.
7. Мамаев Б.М., Медведев Л.Н., Правдин Ф.Н 1976. Определитель насекомых европейской части СССР. М.: Просвещение, 304 с.
8. Мамаев Б.М 1972. Определитель насекомых по личинкам. М.: Просвещение, 414с..

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы выражаем искреннюю благодарность нашим научным руководителям Н.К. Кульгиной и Т.Н. Виноградовой. А также Г.М. Виноградову и В.Е. Адашеву за прекрасные фотографии. Мы хотим также выразить признательность М.В. Ефимовой и В.С. Ефимову, а также Ю. Супруненко за предоставленный комфорт во время проживания рядом с исследуемым местом.

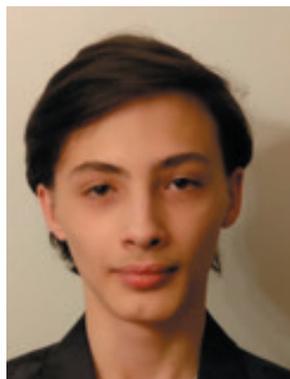
ФАУНА СТРЕКОЗ (Insecta: Odonata) НИЖНЕ-СВИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА И УДОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ, А ТАКЖЕ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КРЫЛОВОГО ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНИКА У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ

Авторы:

Владислав Начатой,
Михаил Тищенко,
Полина Хорхордина

Научный руководитель:

к. б. н. Петров
Петр Николаевич



ВВЕДЕНИЕ

Отряд стрекозы (Insecta: Odonata) включает свыше 6000 видов (Zhang, 2013). На территории Восточной Европы и Кавказа отмечено более 120 видов (Askew, 2004), при этом указания еще 10 видов требуют подтверждения (Скворцов, 2010).

Первый фаунистический список стрекоз Северной Европы был составлен еще в конце XVIII века и насчитывал пять видов стрекоз, собранных в окрестностях современного города Рига, а через несколько лет список дополнили еще пятью видами (Fisher, 1784). Этот список стал первым и для всей западной части Российской империи. К началу XX века начали появляться списки для всей Российской империи в целом и для отдельных ее регионов: на территории нынешней Украины было отмечено 60 видов (Dziedzielewicz, 1902), во всей Прибалтике было зафиксировано только 33 вида (Bruttan, 1881, цит. по: Бельшев и др., 1989), примерно столько же отмечено и в Московской губернии – 34 вида (Кожевников, 1902, цит. по: Бельшев и др., 1989). Также в середине второй половины XIX века был опубликован первый

список стрекоз европейской части Российской империи, включающий 51 вид стрекоз (Ульянин, 1869, цит. по: Бельшев и др., 1989). Однако в то время практически не было работ с указанием точного места и времени сбора разных видов, что не позволяло делать выводы об их времени лёта. Одна из первых подобных работ была проведена на территории Московской губернии, в которой не только расширили список до 45 видов, относящихся к семи различным семействам стрекоз, но и для большинства из них указали время лёта на исследуемой территории (Колесов, 1930). В это же время списки различных регионов стали пополняться новыми видами и семействами, а для уже отмеченных видов дополнительно помечали время лёта или дату сбора (Prüffer, 1923, цит. по: Бельшев и др., 1989; Wnukowsky, 1937). Особенно интенсивно изучали стрекоз на территории нынешней Латвии, где помимо даты указывали точное место сбора и частоту встречаемости отдельных видов в разных регионах Латвии в зависимости от месяца (Спурис, 1965; Спурис, 1971). В итоге к концу XX века в европейской

части СССР отмечено 76 видов стрекоз (Белышев и др., 1989), а сейчас на территории всей Европы подробно описано 114 видов стрекоз (Askew, 2004).

В Тверской губернии к началу XX века было отмечено 25 видов стрекоз (Колесов, 1930), а это меньше, чем во многих других регионах Российской империи на тот момент. В 2013 году при изучении материала, собранного с 1992 по 2008 год в ходе летних полевых практик учеников Московской школы на Юго-Западе № 1543, С. М. Глаголевым, М. В. Чертопрудом и П. Н. Петровым был составлен список водных беспозвоночных озера Молдино и его окрестностей, насчитывающий в том числе и 21 вид стрекоз, определенных по личинкам.

В Олонецкой Губернии, на юго-восточной границе которой находится территория современного Нижне-Свирского государственного природного заповедника (рис. 1), отмечено 19 видов стрекоз, а это заметно меньше, чем в остальных европейских регионах на тот момент (Колесов, 1930). Однако стоит отметить, что южная граница заповедника совпадает с границей между Олонецкой и Санкт-Петербургской губернией, следовательно, можно сказать, что ареал многих стрекоз Санкт-Петербургской губернии с учетом миграций включает и территорию Нижне-Свирского заповедника.

я отдельные виды, относящиеся к родам *Leucorrhinia*, *Sympetrum*, *Aeschna*, *Lestes* и *Calopteryx* (Остен-Сакен, 1857, цит. по: Белышев и др., 1989). Позднее вышел довольно подробный список (Полетаева, 1880, цит. по: Белышев и др., 1989), содержащий уже 10 родов и 29 видов стрекоз, указываемых для Санкт-Петербургской губернии. В ходе дальнейших исследований было указано еще 17 новых для губернии видов (Дьяконов, 1926). Таким образом, к середине XIX века в нынешней Ленинградской области (границы которой близки к границам губернии) и ее окрестностях зарегистрировано около 46 видов.

Нижне-Свирский государственный природный заповедник расположен в Лодейнопольском районе Ленинградской области, на правом берегу реки Свирь в ее нижнем течении. Общая площадь заповедника примерно равна 41 000 га. Заповедник находится в подзоне средней тайги (Столярская и др., 1996). Для данной территории характерен умеренно-континентальный климат со среднегодовой температурой +3.5 °С; среднегодовая температура в январе –12 °С, в июле +17 °С. За год выпадает



Рис. 1. Карта Санкт-Петербургской и Олонецкой губернии 1913 года (по www.runivers.ru изменениями).

Цветом показана Санкт-Петербургская губерния, на восточном побережье Ладожского озера находится Олонецкая губерния.

1 – территория Нижне-Свирского государственного природного заповедника.

около 720 мм осадков. Максимальная высота над уровнем моря составляет 31.5 м, благодаря чему около 46% территории заповедника заболочены, а оставшаяся лесная площадь почти полностью покрыта сосняками. (Столярская и др., 2004).

В ходе исследований окрестностей реки Гумбарка Нижне-Свирского государственного природного заповедника был составлен предварительный список чешуекрылых, насчитывающий пять семейств и 31 вид (Жабинская и др., 2019). Также в ходе исследований территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника были составлены различные списки жесткокрылых: водных жуков, насчитывающий 7 семейств и 59 видов, отмечено 17 семейств наземных жуков и составлен аннотированный список для семейства Coccinellidae, включающий 9 видов (Бахтеева и др., 2019; Неверов, Чуркина, 2018). В Нижне-Свирском государственном природном заповеднике на данный момент проводилось всего одно исследование фауны стрекоз, в результате которого был составлен список их личинок, насчитывающий 8 семейств и 27 видов (Кудашкина, 2012).

Отряд Odonata делится на три подотряда (рис. 2, 3): равнокрылые (Zygoptera), разно-

крылые (Anisoptera) и Anisozygoptera, однако последний подотряд часто объединяют с Anisoptera (Dijkstra, 2006). Равнокрылые стрекозы на территории Восточной Европы представлены пятью семействами: красотки (Calopterygidae), ложнокрасотки (Euphaeidae), лютки (Lestidae), стрелки (Coenagrionidae) и плосконожки (Platycnemididae) (Bybee, 2005).

Главным отличительным признаком семейств Coenagrionidae и Platycnemididae в определителях (Харитонов, 1986; Спурис, 1964; Бельшев, Харитонов, 1977; Татариков, Кулагина, 2009; Скворцов, 2010; Dijkstra, 2006; Pessacq, 2008) служит форма крылового четырехугольника (рис. 4). У видов семейства Platycnemididae — это (согласно определителям) прямоугольник, длина которого более чем вдвое превышает ширину, в то время как у Coenagrionidae крыловой четырехугольник имеет форму трапеции с более короткой передней стороной (Харитонов, 1986; Скворцов, 2010). Также используется признак, предполагающий что у Platycnemididae длина передней стороны крылового четырехугольника примерно равна длине задней, а у Coenagrionidae длина передней заметно меньше длины задней (Спурис, 1964; Бельшев, 1977; Татариков,



Рис. 2. Представитель подотряда равнокрылые (Zygoptera) *Calopteryx virgo* (по: Dijkstra, 2006), самка



Рис. 3. Представитель подотряда разнокрылые (Anisoptera) *Anax imperator* (по: Dijkstra, 2006), самец

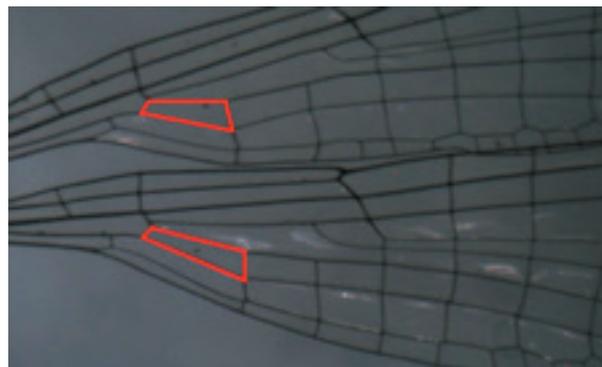
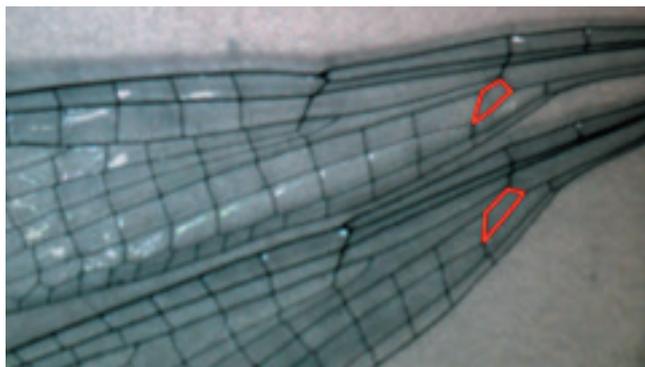


Рис. 4. Слева красным отмечены крыловые четырехугольники переднего и заднего правого крыла *Coenagrion hastulatum* (сем. Coenagrionidae). Образец собран 02.07.2019 в окрестностях устья реки Гумбарка. Справа красным отмечены четырехугольники переднего и заднего правого крыла *Platycnemis pennipes* (сем. Platycnemididae). Образец собран в мае 2019 года в окрестностях Звенигородской биологической станции МГУ имени С. Н. Скадовского.

нов, Кулагина, 2009). Также отличительным признаком является форма ноги, так как у *Platycnemididae* в отличие от *Coenagrionidae* ноги уплощённые.

Однако нами отмечено, что встречаются особи, крыловой четырехугольник которых не соответствует данному признаку, так как он по форме больше напоминает крыловой четырехугольник другого семейства. Кроме того, у семейства *Platycnemididae* параметры крылового четырехугольника могут сильно меняться в пределах одного вида, и зачастую по форме крыловой четырехугольник довольно далек от прямоугольника. Что касательно второго признака, то у самок семейства *Platycnemididae* ноги довольно часто ему не соответствуют, так

как по форме они скорее округлые. Это создает трудности в определении до семейства начинающими исследователями. Чтобы уточнить отличительные признаки данных семейств, мы решили измерять не только различные параметры крылового четырехугольника (все стороны и углы), но и длину тела (от головы до анальных придатков включительно), ширину груди сверху в самом широком месте, длину и ширину крыла, так как эти показатели тоже могут оказаться характерными для каждого из семейств.

На территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника, где и проводились наши исследования, в июне и июле преобладали два вида стрекоз: *Coenagrion*



Рис. 5. Виды, выбранные для анализа данных определительных признаков (слева направо): *Coenagrion hastulatum*, *Pyrrhosoma nymphula* (семейство Coenagrionidae) и *Platycnemis pennipes* (семейство Platycnemididae; по: Dijkstra, 2006), самцы.

hastulatum (Charpentier, 1825) и *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer, 1776). Также представителей вида *Pyrrhosoma nymphula* довольно легко отличить от других стрекоз, обитающих на территории заповедника, по хорошо заметному ярко-красному окрасу. Каждый из этих видов был собран в количестве не менее 30 особей, поэтому для анализа данных определительных признаков мы выбрали именно эти два вида семейства *Coenagrionidae* (рис. 5).

На территории Восточной Европы и Кавказа обитает всего один вид семейства *Platycnemididae*, а именно *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771), а два других (*Platycnemis delbata* Selys in Selys et Hagen, 1850 и *Platycnemis latipes* Rambur, 1842) обитают только на территории Кавказа (Скворцов, 2010). Однако наши исследования не совпадали со временем лета *Platycnemis pennipes*, поэтому для измерений мы использовали 30 представителей этого вида (рис. 6), собранных в окрестностях Звенигородской биологической станции МГУ

имени С.Н. Скадовского студентами биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова в мае и июне 2019 года.

Также мы решили сравнить частоту встречаемости некоторых видов в окрестностях разных водоёмов заповедника, чтобы сделать выводы о характере их мест обитания. На момент проведения исследований в Нижне-Свирском государственном природном заповеднике, помимо упомянутых выше имаго *Coenagrion hastulatum* и *Pyrrhosoma nymphula*, преобладали еще два вида стрекоз: имаго *Coenagrion pulchellum* (Vander Linden, 1823) и личинки *Leucorrhinia dubia* (Vander Linden, 1825). Для сравнения частоты встречаемости разных видов в окрестностях устья реки Гумбарка, реки Ситика и мочажины Водный Стадион болота Гагарье мы выбрали именно их, так как за неделю их было собрано не менее чем по 15 особей при том, что на обследование всех водоёмов было потрачено примерно одинаковое время.

ЦЕЛЬ НАШЕЙ РАБОТЫ:

изучить фауну стрекоз Нижне-свирского государственного природного заповедника и Удомельского района Тверской области на доступном нам материале и уточнить отличительные признаки семейств *Coenagrionidae* и *Platycnemididae*, используемые в определителях.

ЗАДАЧИ:

1. Составить аннотированный список видов стрекоз Нижне-Свирского государственного природного заповедника и сравнить его с составленным списком стрекоз Удомельского района Тверской области.
2. Сравнить частоту встречаемости в окрестностях разных водоёмов *Coenagrion hastulatum*, *Coenagrion pulchellum*, *Pyrrhosoma nymphula* и *Leucorrhinia dubia*
3. Измерить параметры тела, крыла и крылового четырехугольника для видов *Pyrrhosoma nymphula*, *Coenagrion hastulatum* и *Platycnemis pennipes*, выявить их различия и внутривидовую изменчивость.
4. Уточнить отличительные признаки семейств *Coenagrionidae* и *Platycnemididae*, используемые в определителях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Личинки и имаго стрекоз были собраны на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника (окрестности устья реки Гумбарка, реки Пильчужня, реки Ситика, на болоте Гагарье в мочажине Водный стадион, в окрестностях пятого ручья реки Свирь) в период с 9 июня 2019 года по 7 июля 2019 года учащимися Московской школы на Юго-Западе № 1543 (рис. 6). Мы также использовали материалы, собранные в мае и июне 2019 года в ходе биологической практики студентов биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова на Звенигородской биологической станции имени С. Н. Скадовского. Также мы использовали материалы, собранные ранее в окрестностях реки Гумбарка Нижне-Свирского государственного природного заповедника в ходе летних полевых практик учащихся Московской школы на Юго-Западе № 1543.

При отлове имаго стрекоз использовали энтомологические сачки для прицельного

лова. Пойманных стрекоз помещали в морилки (герметично закрывающиеся стеклянные баночки объемом 100 мл с небольшим кубиком пенополиэтилена, пропитанным этилацетатом или 95% этиловым спиртом) не менее чем на 1 час, крупных стрекоз умерщвляли, вводя им около 1 мл этилацетата в грудь с помощью шприца. Далее стрекоз накалывали на энтомологические булавки и помещали в коробки или раскладывали на ватных матрасиках (рис. 7). Видовую принадлежность определяли по пособиям «Стрекозы Восточной Европы и Кавказа: Атлас-определитель» (Скворцов, 2010) и «Dragonflies of Europe» (Askew, 2004). Всего мы собрали 251 имаго стрекоз.

Личинок ловили водными сачками в прибрежных зарослях рек и мочажины Водный Стадион. Далее стрекоз определяли до вида по Харитонову (1997). В общей сложности мы собрали 64 личинки и четыре сброшенных экзuvia личинок последнего возраста.



Рис. 6. Карта Нижне-Свирского государственного природного заповедника (по www.zaroved.net с изменениями). Цифрами обозначены исследованные водоемы: 1 — река Ситика; 2 — река Гумбарка; 3 — болото Гагарье (мочажина Водный Стадион); 4 — окрестности реки Пильчужня; 5 — пятый ручей реки Свирь.

Рис. 7. Ватный матрасик с *Calopteryx splendens* (Harris, 1782). Образцы собраны в окрестностях устья реки Гумбарка 02.07.2019. На прямоугольник из плотной бумаги тонким слоем выложена вата, на которую кладутся собранные стрекозы, сверху прямоугольник такого же размера из неплотной бумаги с указанием места, времени сбора, вида собранной стрекозы, а также инициалов и фамилий сборщиков и определявших. Вся конструкция убирается в конвертик из неплотной бумаги.



Крылья 30 имаго *Pyrhosoma nymphula*, 30 имаго *Platycnemis pennipes* и 30 имаго *Coenagrion hastulatum* фотографировали с помощью цифровой камеры «*Digital Camera for Microscope. MYScope 300 M*» и бинокулярного микроскопа при увеличении 10×. Затем под бинокулярным микроскопом с окуляр-микрометром с точностью до 0.1 мм измеряли следующие параметры туловища, крыла и крылового четырехугольника: длина туловища (от головы до анальных придатков включительно), ширина груди в самом широком месте (вид с дорзальной стороны), максимальная длина и ширина каждого крыла и стороны крылового

четырёхугольника для каждого крыла. Стрекоз, пролежавших на ватных матрасиках более трех дней, прежде чем измерять или фотографировать, размачивали в закрытой банке, так как без этой процедуры крылья ломались, для этого на ее дно клали влажную ткань и оставляли стрекоз на матрасиках там на сутки. При помощи программы ImageJ 1.52d измеряли все углы крылового четырехугольника по сделанным фотографиям стрекоз с точностью до 0.01°.

Статистическую обработку данных проводили в среде R.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По материалам, собранным в 2019 году, нами составлен аннотированный список видов стрекоз Нижне-Свицкого государственного природного заповедника, насчитывающий 8 семейств и 24 вида (см. приложение 1), из которых семь видов были представлены только личинками, а восемь — как личинками, так и имаго. Также нами дополнен предварительным аннотированный список стрекоз Удомельского района Тверской области, включающий 7 семейств и 29 видов (см. приложение 2), из которых 16 — общие с Нижне-Свицким заповедником. Мы рассчитали коэффициент Серенсена для данных участков: $CS = 60.3\%$.

При анализе данных мы обнаружили статистически значимую связь между передней и задней сторонами крыловых четырехугольников *Coenagrion hastulatum* (рис. 8, 9), *Platycnemis pennipes* (рис. 10, 11), *Pyrhosoma nymphula* (рис. 12, 13).

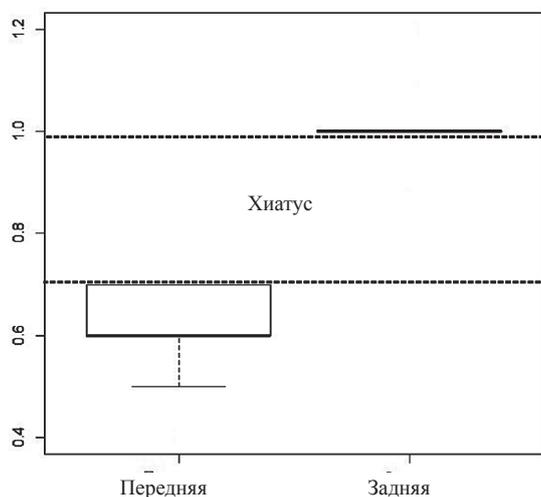


Рис. 8. Передняя и задняя стороны крылового четырехугольника *Coenagrion hastulatum* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0001$, $\rho = 0.0839$)

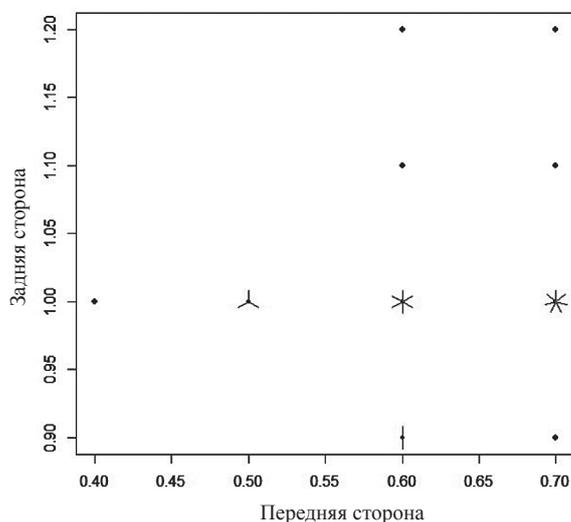


Рис. 9. Диаграмма рассеяния для передней и задней стороны крылового четырехугольника *Coenagrion hastulatum* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0001$, $\rho = 0.0839$)

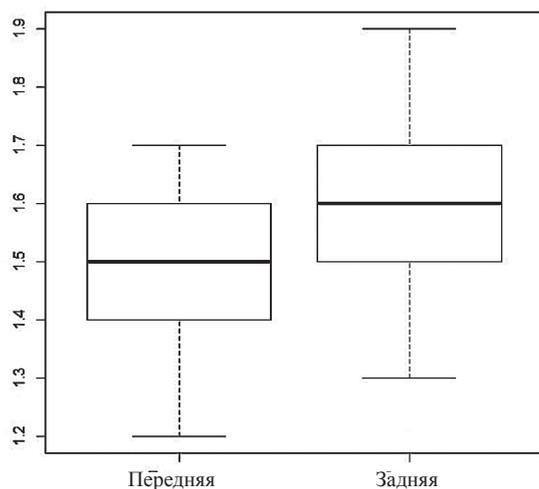


Рис. 10. Передняя и задняя стороны крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.03$, $\rho = 0.7774$)

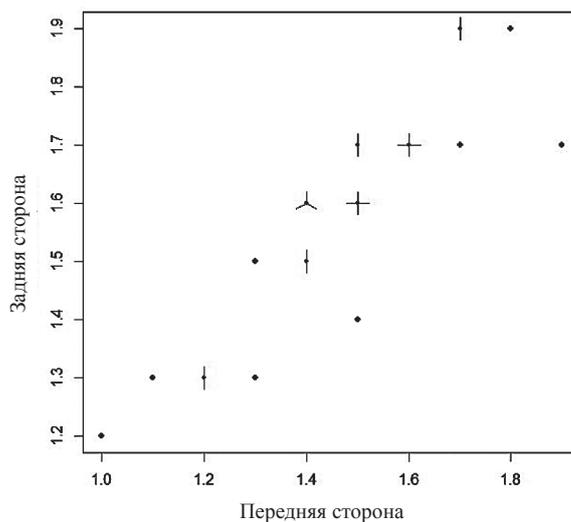


Рис. 11. Диаграмма рассеяния для передней и задней стороны крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.03$, $\rho = 0.7774$)

Также была выявлена статистически значимая связь между передней и проксимальной сторонами крылового четырехугольника *Coenagrion hastulatum* (рис. 14, 15), *Platycnemis pennipes* (рис. 16, 17), *Pyrrhosoma nymphula* (рис. 18, 19).

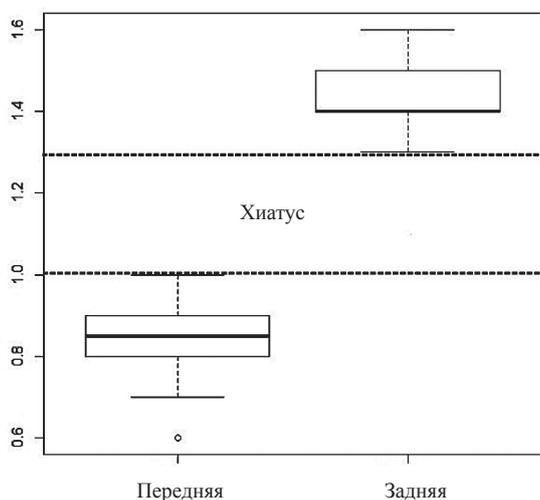


Рис. 12. Передняя и задняя стороны крылового четырехугольника *Pyrrhosoma nymphula* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0008$, $\rho = 0.4302$).

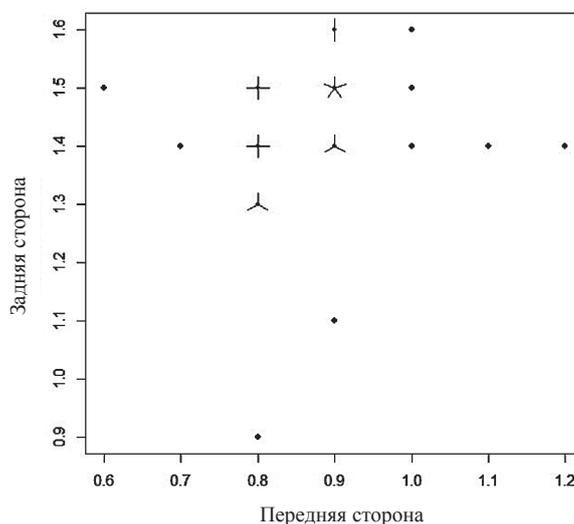


Рис. 13. Диаграмма рассеяния для передней и задней стороны крылового четырехугольника *Pyrrhosoma nymphula* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0008$, $\rho = 0.4302$).

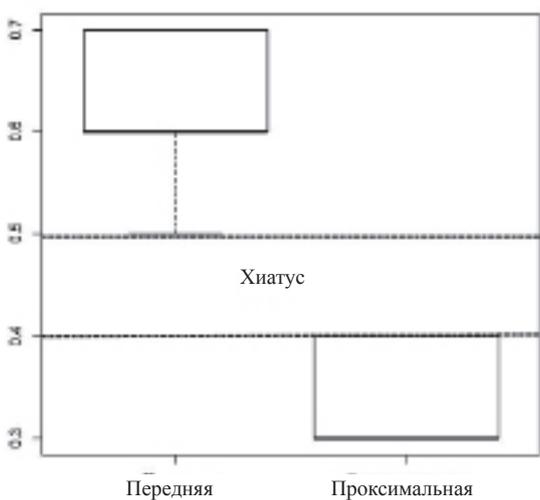


Рис. 14. Передняя и проксимальная стороны крылового четырехугольника *Coenagrion hastulatum* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.008$, $\rho = 0$).

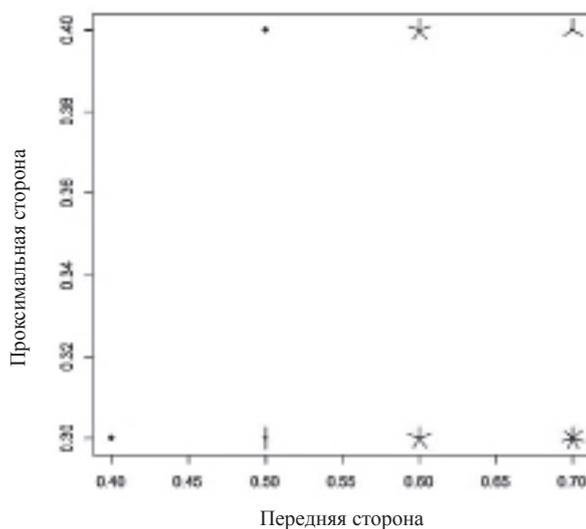


Рис. 15. Диаграмма рассеяния для передней и проксимальной стороны крылового четырехугольника *Coenagrion hastulatum* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.008$, $\rho = 0$).



Рис.16. Передняя и проксимальная стороны крылового четырехугольника *Platynemis pennipes* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.009$, $\rho = -0.2949$)

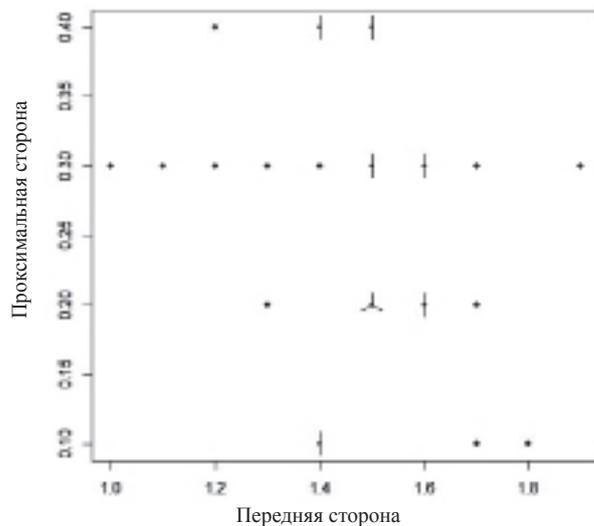


Рис. 17. Диаграмма рассеяния для передней и проксимальной стороны крылового четырехугольника *Platynemis pennipes* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.009$, $\rho = -0.2949$)

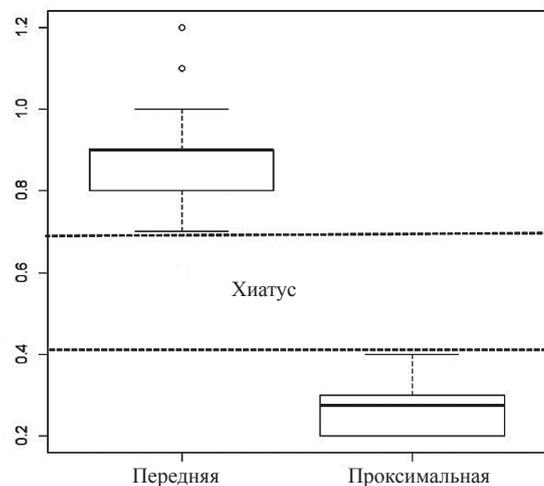


Рис. 18. Передняя и проксимальная стороны крылового четырехугольника *Pyrrhosoma nymphula* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.026$, $\rho = -0.1361$)

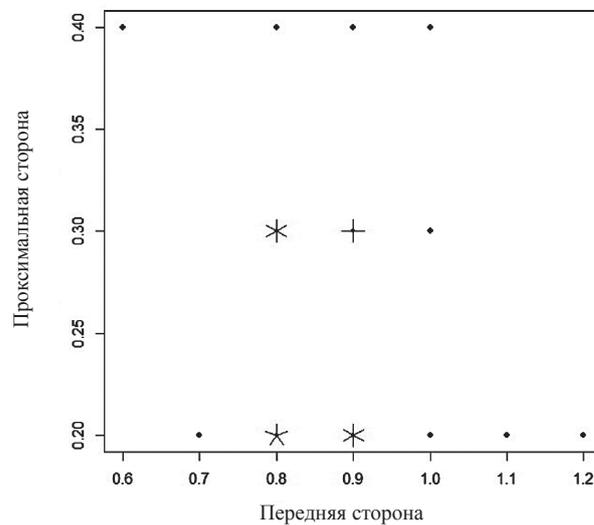


Рис. 19. Диаграмма рассеяния для передней и проксимальной стороны крылового четырехугольника *Pyrrhosoma nymphula* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.026$, $\rho = -0.1361$)

Мы обнаружили статистически значимую связь между передними и задними проксимальными углами крыловых четырехугольников *Coenagrion hastulatum* (рис. 20, 21), *Platycnemis pennipes* (рис. 23, 23), *Pyrrhosoma nymphula* (рис. 24, 25).

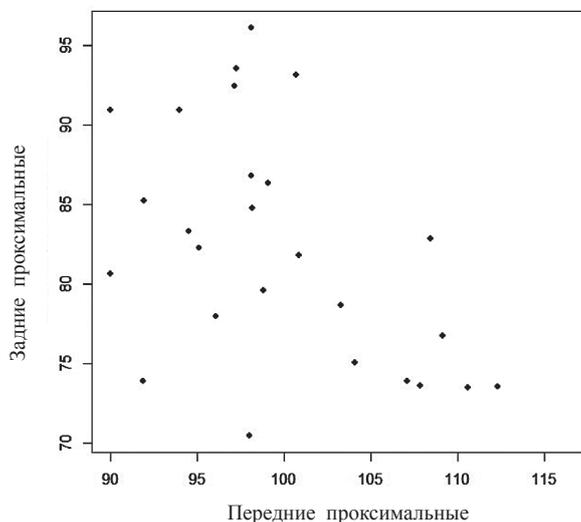
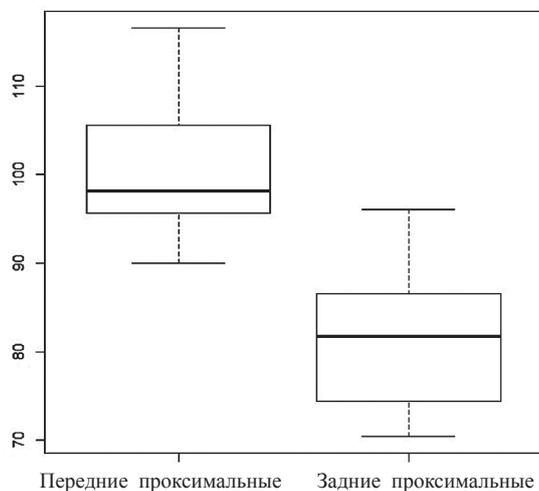


Рис. 20. Передние и задние проксимальные углы крыловых четырехугольников *Coenagrion hastulatum* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0121$, $\rho = -0.4798$)

Рис. 21. Диаграмма рассеяния для передних и задних проксимальных углов крыловых четырехугольников *Coenagrion hastulatum* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0121$, $\rho = -0.4798$)

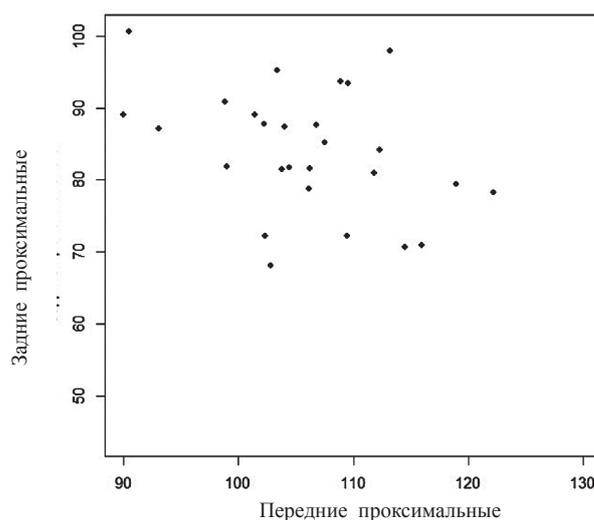
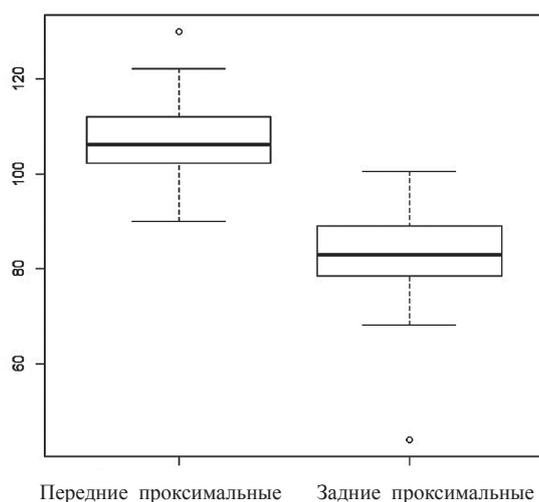


Рис. 22. Передние и задние проксимальные углы крыловых четырехугольников *Platycnemis pennipes* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0173$, $\rho = -0.4494$)

Рис. 23. Диаграмма рассеяния для передних и задних проксимальных углов крыловых четырехугольников *Platycnemis pennipes* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0173$, $\rho = -0.4494$)

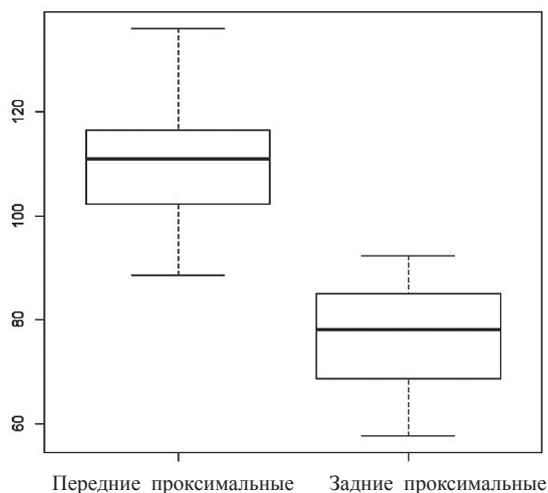


Рис. 24. Передние и задние проксимальные углы крыловых четырехугольников *Pyrrhosoma nymphula* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0006$, $\rho = -0.5982$)

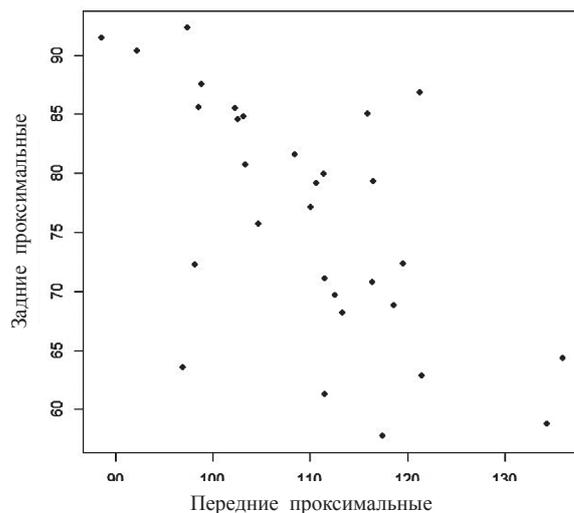


Рис. 25. Диаграмма рассеяния для передних и задних проксимальных углов крыловых четырехугольников *Pyrrhosoma nymphula* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0006$, $\rho = -0.5982$)

Мы также выявили статистически значимую связь между передними и задними дистальными углами крыловых четырехугольников *Coenagrion hastulatum* (рис. 26, 27), *Platycnemis pennipes* (рис. 28, 29), *Pyrrhosoma nymphula* (рис. 30, 31).

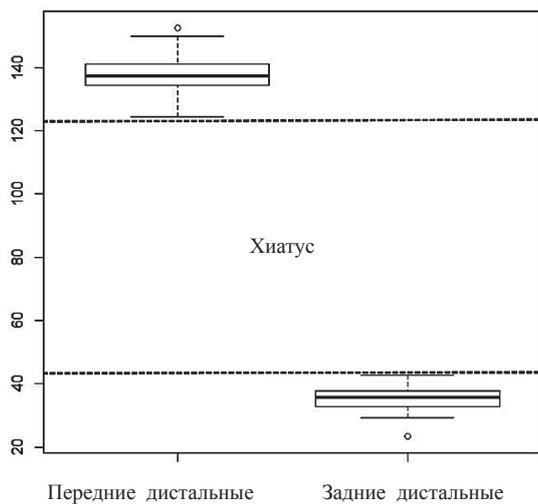


Рис. 26. Передние и задние дистальные углы крыловых четырехугольников *Coenagrion hastulatum* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0016$, $\rho = -0.5752$)

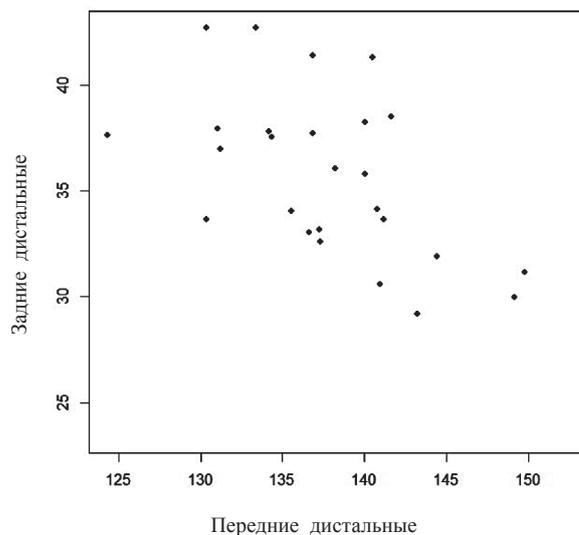


Рис. 27. Диаграмма рассеяния для передних и задних дистальных углов крыловых четырехугольников *Coenagrion hastulatum* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0016$, $\rho = -0.5752$)

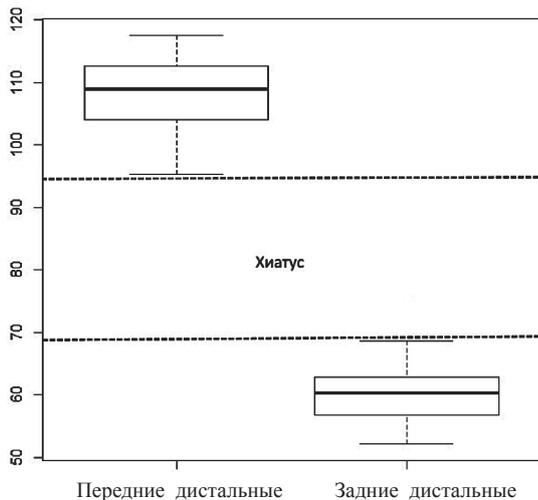


Рис. 28. Передние и задние дистальные углы крыловых четырехугольников *Platycnemis pennipes* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0009$, $\rho = -0.5892$)

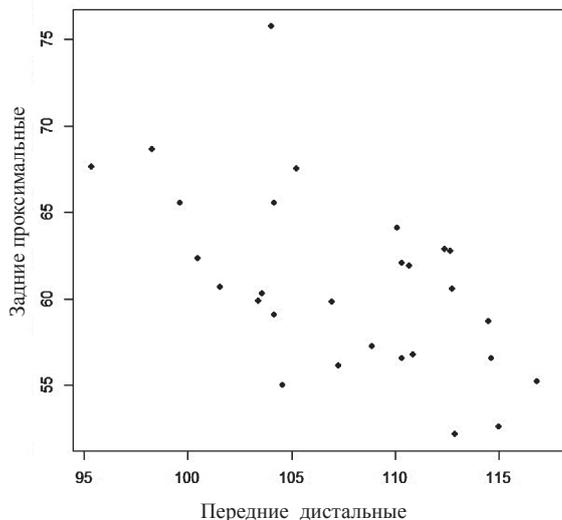


Рис. 29. Диаграмма рассеяния для передних и задних дистальных углов крыловых четырехугольников *Platycnemis pennipes* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0009$, $\rho = -0.5892$)

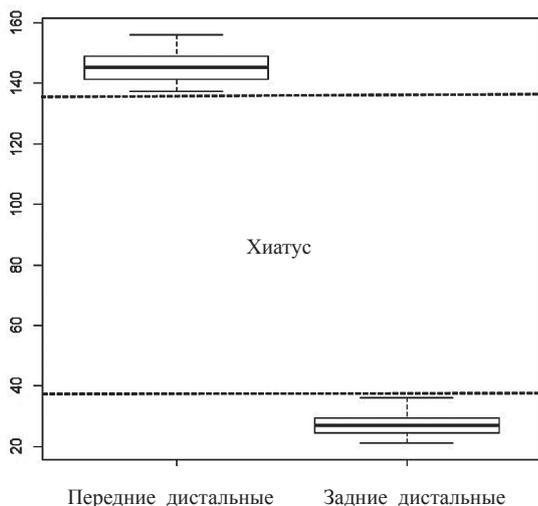


Рис. 30. Передние и задние проксимальные углы крыловых четырехугольников *Pyrrhosoma nymphula* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0073$, $\rho = -0.8226$).

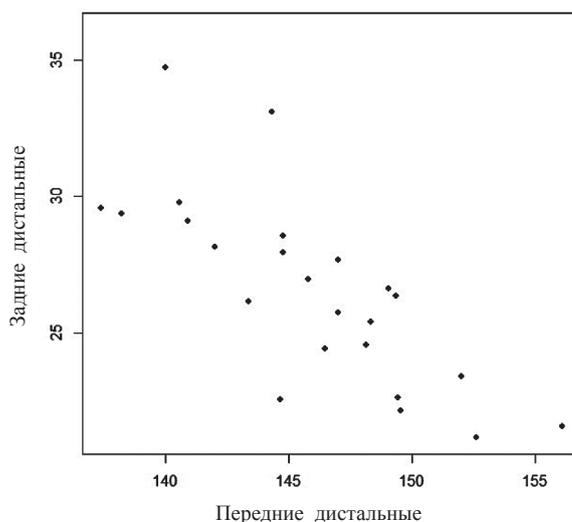


Рис. 31. Диаграмма рассеяния для передних и задних проксимальных углов крыловых четырехугольников *Pyrrhosoma nymphula* Ленинградской области (тест Спирмена: $p = 0.0073$, $\rho = -0.8226$)

Также мы вычислили количественный коэффициент Серенсена для имаго *Coenagrion hastulatum* рек Гумбарка и Ситика, $CN = 0.5862$ (в окрестностях устья реки Гумбарка отмечено больше особей); для имаго *Coenagrion pulchellum* на аналогичных водоемах $CN = 0.8$ (в окрестностях устья реки Ситика собрано больше особей); для имаго *Pyrrhosoma nymphula* тех же водоемов, $CN = 0.0435$ (количество собранных особей в окрестностях реки Ситика значительно больше, чем в окрестностях реки Гумбарка); для личинок *Leucorrhinia dubia* в мочажине Водный стадион (болото Гагарье) и в реке Гумбарка $CN = 0.2857$ (количество собранных особей мочажины Водный стадион значительно больше).

Мы выявили статистически значимую связь между дистальными (рис. 32, 33) и передними сторонами крыловых четырехугольников (рис. 34, 35) *Pyrrhosoma nymphula*, *Coenagrion hastulatum* и *Platycnemis pennipes*.

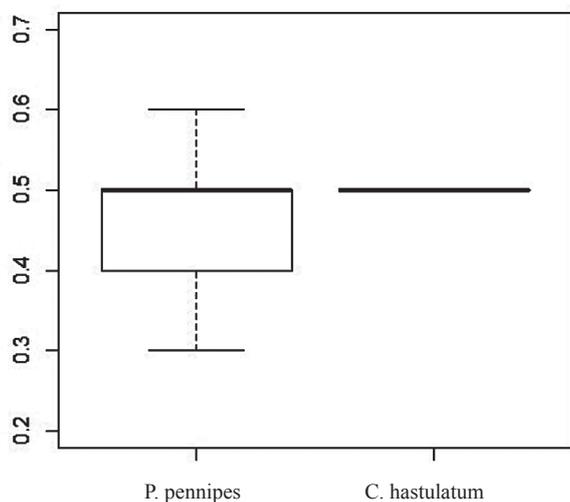


Рис. 32. Дистальные стороны крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* и *Coenagrion hastulatum* (тест Стьюдента: $p = 0.0436$)

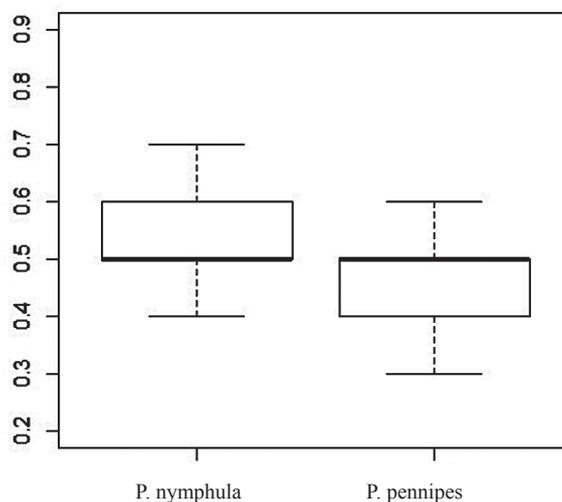


Рис. 33. Дистальные стороны крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* и *Pyrrhosoma nymphula* (тест Стьюдента: $p = 0.0388$)

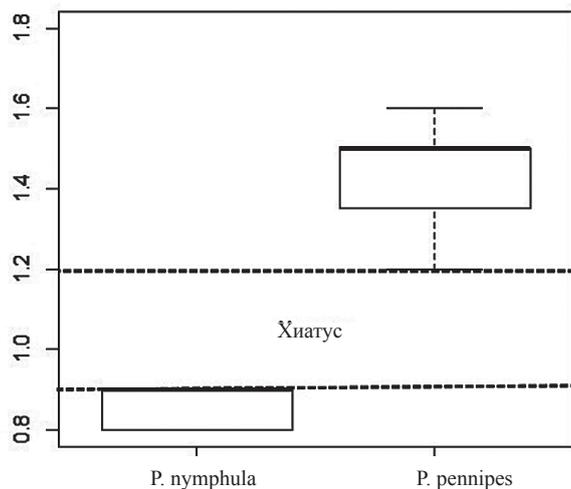


Рис. 34. Передние стороны крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* и *Coenagrion hastulatum* (тест Стьюдента: $p = 0.0437$)

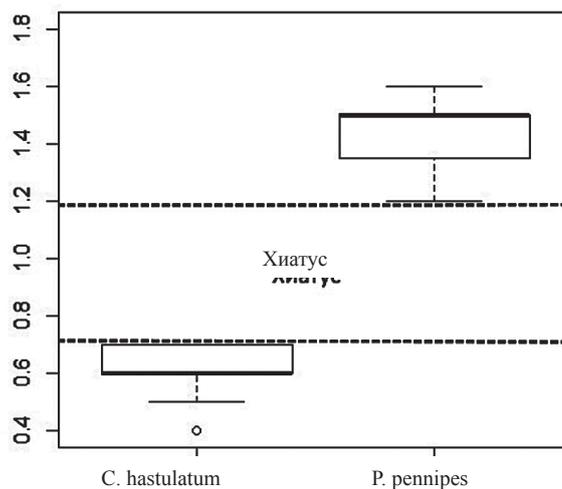


Рис. 35. Передние стороны крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* и *Pyrrhosoma nymphula* (тест Стьюдента: $p = 0.0162$)

Также мы сравнили дистальные (рис. 36) и проксимальные углы (рис. 37), передние и задние стороны (рис. 38), передние и проксимальные стороны крыловых четырехугольников (рис. 39) *Pyrrhosoma nymphula*, *Coenagrion hastulatum* и *Platycnemis pennipes*.

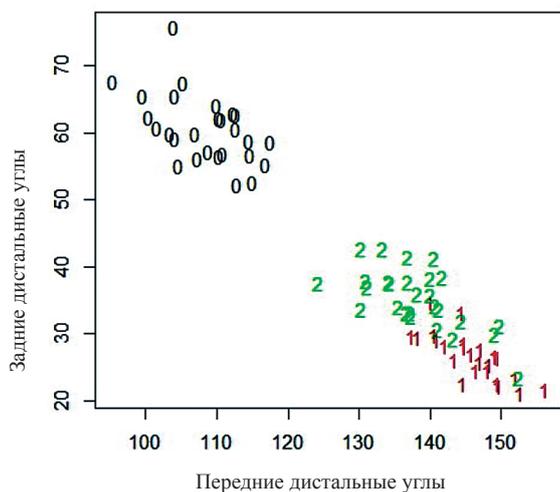


Рис. 36. Диаграмма рассеяния для дистальных углов крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* (0), *Pyrrhosoma nymphula* (1) и *Coenagrion hastulatum* (2), (тест Пирсона: $\text{cor} = -0.9623$)

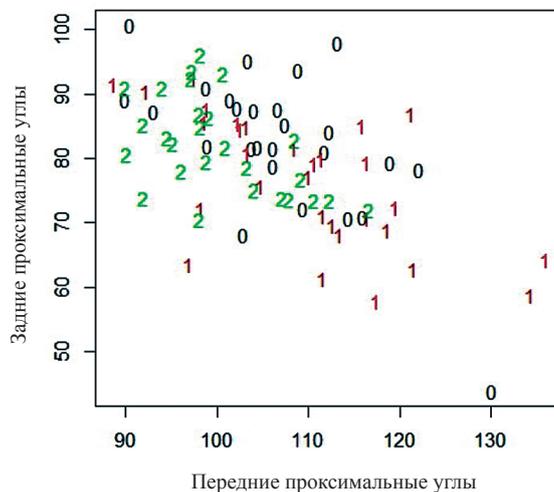


Рис. 37. Диаграмма рассеяния для проксимальных углов крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* (0), *Pyrrhosoma nymphula* (1) и *Coenagrion hastulatum* (2), (тест Пирсона: $\text{cor} = -0.6101$)

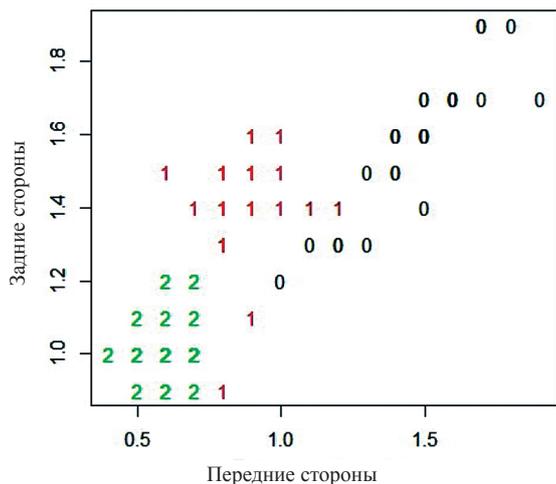


Рис. 38. Диаграмма рассеяния для передних и задних сторон крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* (0), *Pyrrhosoma nymphula* (1) и *Coenagrion hastulatum* (2), (тест Пирсона: $\text{cor} = 0.8123$)

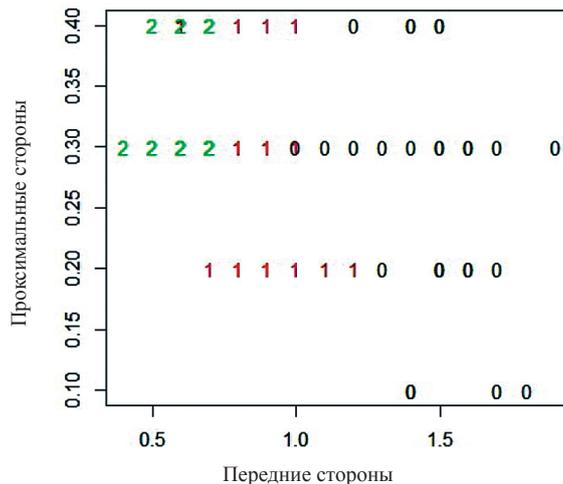


Рис. 39. Диаграмма рассеяния для передних и проксимальных сторон крылового четырехугольника *Platycnemis pennipes* (0), *Pyrrhosoma nymphula* (1) и *Coenagrion hastulatum* (2), (тест Пирсона: $\text{cor} = -0.338$)

Также при помощи сайта <http://mathhelpplanet.com> мы посчитали средние стороны и углы крыловых четырехугольников семейств Platycnemididae и Coenagrionidae (рис. 40). Для этого в каждом четырехугольнике мы нашли координаты его вершин. При этом у семейства Coenagrionidae передняя сторона равна 0.738 мм, задняя 1.214 мм, проксимальная 0.301 мм, дистальная 0.537 мм; передний проксимальный угол равен 105.007° , задний проксимальный 79.282° , передний дистальный 142.063° , задний дистальный 30.929° . У семейства Platycnemididae передняя сторона равна 1.504 мм, задняя 1.639 мм, проксимальная 0.252 мм, дистальная 0.452 мм; передний проксимальный угол равен 107.757° , задний проксимальный 82.545° , передний дистальный 108.032° , задний дистальный 60.256° . Также здесь видно, что длины дистальных сторон у изученных семейств различаются всего лишь на 0.95 мм, что довольно сложно заметить невооруженным глазом или при помощи стереомикроскопа

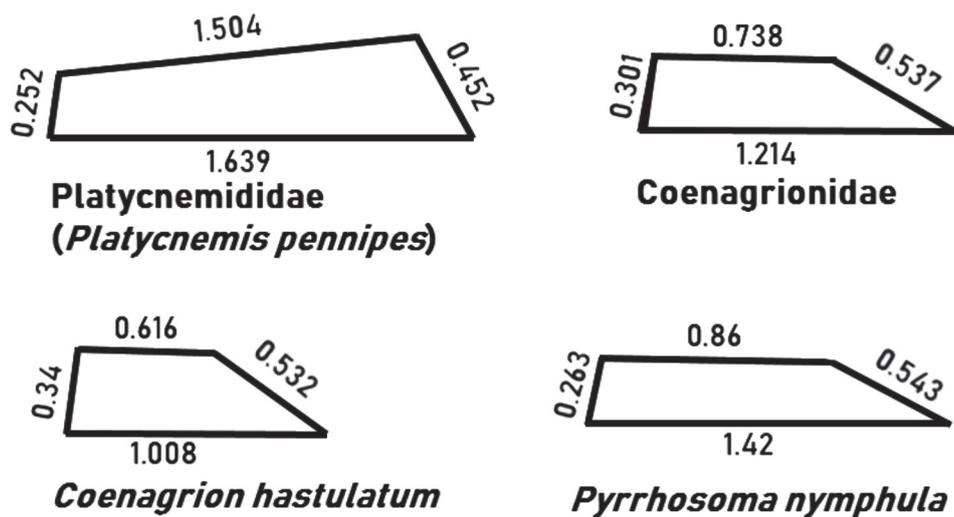


Рис. 40. Крыловые четырехугольники семейств Coenagrionidae и Platycnemididae, параметры которых соответствуют средним значениям внутри соответствующих семейств (в мм), $\sigma = 0.29$

Также мы построили по десять крыловых четырехугольников каждого из измеренных видов, соблюдая их масштаб (рис. 41.)

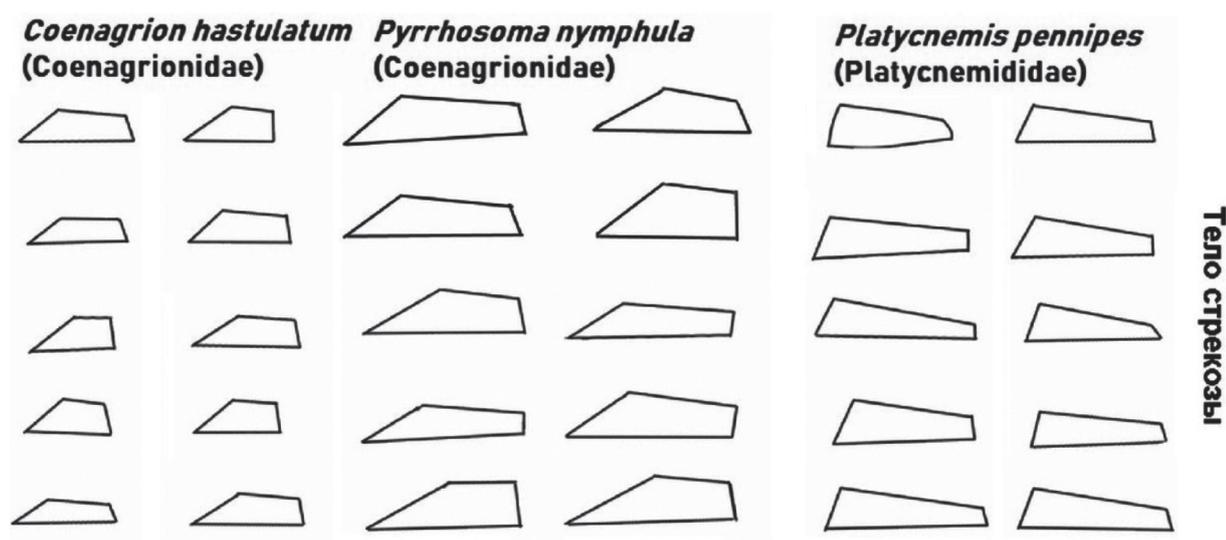


Рис. 41. Крыловые четырехугольники разных видов, масштаб соблюден.

Слева направо:

Coenagrion hastulatum (сем. Coenagrionidae),

Pyrrhosoma nymphula (сем. Coenagrionidae),

Platycnemis pennipes (сем. Platycnemididae).

ОБСУЖДЕНИЕ

Нами было отмечено 24 вида стрекоз, относящиеся к восьми семействам при том, что более половины из них принадлежат к семействам *Coenagrionidae* и *Libellulidae* (восемь и шесть видов соответственно), что составляет примерно 66.67% известных в Нижне-Свирском государственном природном заповеднике (Кудашкина, 2012). Однако 11 отмеченных нами видов ранее в заповеднике не встречались. При этом на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника мы собрали и определили 315 экземпляров стрекоз, из которых 251 имаго и 64 личинки. Также мы определили 37 стрекоз, собранных в Удомельском районе Тверской области, и дополнили их список, насчитывающий 7 семейств 29 видов. Из них 16 видов нами отмечено на территории Нижне-Свирского заповедника.

При анализе данных мы обнаружили, что длина передней стороны крылового четырехугольника изученных представителей семейства *Coenagrionidae* (*Coenagrion hastulatum* и *Pyrrhosoma nymphula*) в 1.65 раз меньше длины задней, в то время как у изученных представителей семейства *Platycnemididae* (*Platycnemis pennipes*) передняя сторона крылового четырехугольника по длине практически не отличается от задней (однако, стоит заметить, что длина задней зачастую немного превышает длину передней). Также мы выявили, что сумма проксимальных и сумма дистальных углов крылового четырехугольника у изученных представителей семейства *Coenagrionidae* в большинстве случаев не равна 180° . У изученных представителей семейства *Platycnemididae* углы крылового че-

тырехугольника в подавляющем большинстве случаев не равны 90° . При этом нами было отмечено несколько особей *Platycnemis pennipes*, у которых сумма всех углов крылового четырехугольника сильно отличалась от 360° , а это говорит о том, что их стороны не были прямыми.

Согласно определению, признакам и свойствам трапеции ею можно назвать любую геометрическую фигуру, две стороны которой параллельны, а две другие – нет. При этом если противоположные стороны параллельны, то любая другая сторона (секущая) должна образовывать с ними два внутренних односторонних угла, сумма которых будет равна 180° . А прямоугольник – это геометрическая фигура, все стороны которой равны между собой, а все углы прямые (Атанасян и др., 2016). Исходя из этого, крыловой четырехугольник *Platycnemis pennipes* по форме не является прямоугольником, так как его передняя и задняя стороны практически всегда немного отличаются друг от друга, а у подавляющего большинства особей ни один из углов не равен 90° , следовательно, стороны не параллельны. Крыловой четырехугольник изученных представителей семейства *Coenagrionidae* иногда близок к трапеции, однако в большинстве случаев односторонние углы не равны 180° , а так как проксимальная и дистальная стороны прямые передняя и задняя стороны не параллельны. Но, стоит отметить, что крыловой четырехугольник данного семейства зачастую действительно напоминает трапецию, что можно считать вспомогательным отличительным признаком. Однако называть при этом крыловой четырехугольник семейства *Platycnemididae* прямоугольником будет некорректно.

Также мы выявили, что довольно часто дистальные стороны крылового четырехугольника у семейств *Platycnemididae* и *Coenagrionidae* равны между собой, следовательно, их длину нельзя считать определительным признаком. Однако отношение длины передней сторо-

ны к длине проксимальной у *Coenagrionidae* меньше трех, а у *Platycnemididae* – больше, но этот признак не является строгим из-за сильной внутривидовой изменчивости *Platycnemis pennipes*, которую также стоит учитывать при определении. Подобная внутривидовая изменчивость наблюдается и у исследованных видов семейства *Coenagrionidae*, однако она обычно не так сильно выражена.

Помимо этого отличительным признаком можно считать отношение градусной меры переднего дистального угла к градусной мере заднего, так как у *Platycnemididae* оно гораздо ближе к единице, чем у *Coenagrionidae*. Другим отличительным признаком может являться отношение передней стороны к задней, так как у *Platycnemis pennipes* оно близко к одному, а у *Coenagrion hastulatum* и *Pyrrhosoma nymphula* оно заметно меньше.

Также можно утверждать, что в июне и начале июля в окрестностях реки Гумбарка преобладают имаго *Coenagrion hastulatum*, в окрестностях реки Ситика – имаго *Pyrrhosoma nymphula*, в то время как имаго *Coenagrion pulchellum* встречаются в окрестностях этих двух водоемов одинаково часто. В мочажине Водный Стадион болота Гагарье преобладают личинки *Leucorrhinia dubia*, однако в окрестностях этого водоема также летало довольно много крупных представителей семейства *Aeschnidae*, которых было сложно поймать и, соответственно, учесть из-за довольно большой скорости и высоты полета. При этом река Гумбарка от реки Ситика отличается по нескольким показателям: устье первой находится между двумя лугами и с обеих сторон густо окружено растительностью, высота которой в среднем достигает 1.5 метров. А Ситика с обеих сторон окружена лесом и, соответственно, затенена гораздо сильнее, при этом растительность вдоль берегов не такая густая, как в окрестностях Гумбарки. Скорость течения в обоих водоемах медленная и практически никак не отличается.

ВЫВОДЫ

1. Аннотированный список видов стрекоз Нижне-Свирского государственного природного заповедника включает 8 семейств и 24 вида, а аннотированный список видов стрекоз Удомельского района Тверской области включает 7 семейств и 28 видов стрекоз.

2. В окрестностях реки Гумбарка в июне и начале июля преобладают имаго *Coenagrion hastulatum*, в окрестностях реки Ситика — имаго *Pyrhosoma nymphula*, в мочажине Водный Стадион болота Гагарье — личинки *Leucorrhinia dubia*.

3. Определительные признаки по форме крылового четырехугольника и отношению передней стороны к дистальной зачастую неприменимы к большинству особей.

4. Определительными признаками семейств Coenagrionidae и Platycnemididae являются отношение длины передней стороны крылового четырехугольника к длине задней; отношение градусной меры переднего дистального угла крылового четырехугольника к градусной мере заднего; отношение длины передней стороны крылового четырехугольника к длине проксимальной. Вспомогательным отличительным признаком может служить характерная форма крылового четырехугольника семейства Coenagrionidae.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Атанасян Л.С., Бутузов В.Ф., Кадомцев С.Б. и др., 2016. Геометрия. 7–9 классы: учебник для общеобразовательных организаций. М.: Просвещение. 383 с.
- Бахтеева Е., Беляков В., Жирков Е., Пресняков Я., 2019. Новые данные по фауне жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) Нижне-Свирского государственного природного заповедника: семейства водных жесткокрылых и некоторые другие семейства [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf19/beetles.pdf>. Дата обращения: 30.10.2019.
- Бельшев Б.Ф., Харитонов А.Ю., 1977. Определитель стрекоз по крыльям (роды Бореального фаунистического царства и сопредельных земель, виды фауны СССР). М.: Наука. 397 с.
- Бельшев Б.Ф., Харитонов А.Ю., Борисов С.Н. и др., 1989. Фауна и экология стрекоз. М.: Наука. 207 с.
- Дьяконов А.М., 1926. Наши стрекозы. Экскурсионный определитель. М.: Госиздат. 76 с.
- Жабинская М., Лошилова А., Хорхордина П., 2019. Фауна булавоусых чешуекрылых (Insecta: Lepidoptera) окрестностей устья реки Гумбарка на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника и изменчивость размеров некоторых видов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf19/butterflies.pdf>. Дата обновления: 26.01.2019.
- Кожевников Г.А., 1902. Дополнения к спискам животных Московской губернии. № 4 // Дневник зоологического Отделения Императорского общества любителей естествознания. Т. 3. В. 4. С. 16–17.
- Колесов В.Г., 1930. Экология Odonata Московской губернии. // Записки биологической станции общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. В. 4. С. 59–128.
- Кудашкина Л.В., 2012. Видовой состав зообентоса залива Лахты // Результаты многолетних наблюдений в природных комплексах Нижне-Свирского заповедника. Труды Нижне-Свирского государственного природного заповедника. В. 2. С. 106–107.
- Неверов А., Чуркина М., 2018. Изучение фауны водных жесткокрылых Нижне-Свирского государственного заповедника [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf18/traps.pdf>. Дата обращения: 30.10.2019.
- Остен-Сакен Р.Р., 1857. Очерк современного познания энтомологической фауны окрестностей Санкт-Петербурга. М.: Журнал министерства народного просвещения. Е. 67. № 12. 50 с.
- Полетаева О., 1880. Петербургские одонаты // Труды русского энтомологического общества. Т. 11. С. 97–119.
- Скворцов В.Э., 2010. Стрекозы Восточной Европы и Кавказа: Атлас-определитель. М.: КМК. 624 с.
- Спурис З.Д., 1964. Отряд Odonoptera — стрекозы // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 1. Низшие, древнекрылые, с неполным превращением. М.: Наука. С. 137–161.
- Спурис З.Д., 1965. Новые данные о распространении стрекоз в Латвии // Latvijas Entomologs. Вып. 7. С. 21–40.
- Спурис З.Д., 1971. Заметки о распространении стрекоз в Южной Литве // Latvijas Ent. Вып. 13. С. 27–34.
- Столярская М.В., Коваленко А.Е., 1996. Грибы Нижне-Свирского заповедника. В. 1. Макромицеты (преимущественно агарикоидные базидиомицеты). М.: РАН. 59 с.
- Столярская М.В., Баранова Е.В., Тихонова О.А., 2004. Флора Нижне-Свирского заповедника. Вып. 1. Сосудистые растения. М.: РАН. 122 с.
- Татаринев А.Г., Кулагина О.И., 2009. Фауна Европейского Северо-Востока. Стрекозы. Т. 10. СПб.: Наука. 213 с.
- Ульянин В., 1869. Материалы для энтомологии губерний Московского учебного округа. Вып. 2. Список сетчатокрылых и прямокрылых насекомых // Известия Императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. Т. 6. В. 2. 120 с.
- Харитонов А.Ю., 1997. Стрекозы (Odonata) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные и низшие насекомые. М.: Наука. С. 222–246.

Харитонов А.Ю., 1986. Отряд Odonata — стрекозы // Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. 1. М.: Наука. С. 142–161.

Askew R.R., 2004. The Dragonflies of Europe. Harley Books. 308 p.

Bybee S., 2005. Dragonflies and Damselflies (Odonata). Featured Creatures. University of Florida [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20170708134925/http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures/misc/odonata/odonata.htm>. Дата обращения: 05.10.2019.

Bruttan A., 1881. Zwei für das Gebiet neue Odonaten // Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat. Bd. 5. N. 3. S. 379.

Dijkstra K., 2006. Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe. Bloomsbury Publishing. 336 p.

Dziedzielewicz T., 1902. Wazki Galicyi i przyległych krajów polskich (Odonata Haliciae reliquarumque provinciarum Poloniae) // Muzeum Dzieduszyckich. N. 5. 175 S.

Cederhjelm I., 1798. Faunae Ingricae Prodromus, Exhibens Methodicam Descriptionem Insectorum agri Petropolensis Praemissa Mammalium, Avium, Amphibiorum et Piscium Enumeratione [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://books.google.ru/books?id=44qJt213kewC&pg=PA81&lpg=PA81&dq=cederhjelm+prodromus+faunae+ingricae&source>. Дата обращения: 05.10.2019.

Fischer J.B., 1778. Versuch einer Naturgeschichte von Livland. Leipzig. 390 p.

Fischer J.B., 1791. Versuch einer Naturgeschichte von Livland. Zweite Aufl. Königsberg. 826 s.

Pessacq P., 2008. Phylogeny of Neotropical Protoneuridae (Odonata: Zygoptera) and a preliminary study of their relationship with related families [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3113.2007.00414.x>. Дата обращения: 22.11.2019.

Prüffer J., 1923. Untersuchungen über die bei Wilna vorkommenden Formen der Gattung Leucorrhinia // Trav. Soc. Sc. Lettr. Vilno, Cl. Sc. Math. Nat. V. 1. S. 1–16.

Wnukowsky W., 1937. Beiträge zur Kenntnis der Odonaten — Fauna Weiss-Russlands (Weiss — Rutheniens) // Festschrift 60. Geburtstag Prof. Dr. Embrik Strand. Bd. 3. S. 568–581.

Zhang Z-Q., 2013. Phylum Arthropoda, Animal Biodiversity. An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.3703.1.6/53167>. Дата обращения: 05.10.2019.

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы благодарны директору Нижне-Свирского государственного природного заповедника Максиму Александровичу Антипину и заместителю директора по науке Виктору Алексеевичу Ковалеву за оказанную всестороннюю помощь и поддержку, а также Сергею Менделевичу Глаголеву и Екатерине Викторовне Елисейевой (Московская школа на Юго-Западе № 1543) за организацию летней практики в заповеднике. Мы признательны Степану Бахмарину, Евгении Бахтеевой, Надежде Сергеевне Глаголевой, Егору Жиркову, Анастасии Лошиловой, Инессе Поповой, Полине Труновой, Марии Чуркиной и другим участникам практики Московской школы на Юго-Западе № 1543 за помощь в сборе и определении материалов в ходе полевых работ, а также студентам биологического факультета МГУ, участвовавшим в практике на Звенигородской биологической станции имени С. Н. Скадовского МГУ имени М. В. Ломоносова, за сбор и монтировку части материалов, использованных в нашей работе.

Также мы благодарны Дмитрию Михайловичу Палатову (биологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова) за проверку определений личинок и имаго стрекоз и Андрею Федоровичу Медведеву (также биологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова) за помощь в поиске литературы. Галине Ивановне Рязановой за рецензирование работы и проверку определений имаго стрекоз (биологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова)

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Аннотированный список видов стрекоз Нижне-Свирского государственного природного заповедника

Все материалы собраны С. Бахмариным, Е. Бахтеевой, Е. Жирковым, А. Ложиловой, В. Начатым, И. Поповой, П. Труновой, М. Тищенко, П. Хорхординой, М. Чуркиной и другими участниками практики Московской школы на Юго-Западе № 1543 в период с 9 июня 2019 года по 7 июля 2019 года (личинки и имаго) в окрестностях устья р. Гумбарка, р. Ситика, окрестностях б. Гагарье (мочажина Водный Стадион). Пол указан только для имаго стрекоз, для личинок он не указан.

Условные обозначения

ВС – болото Гагарье, окрестности мочажины Водный Стадион; ГУ – окрестности устья реки Гумбарка; РС – пятый ручей реки Свирь; СИ – окрестности устья реки Ситика.

ПОДОТРЯД ZYGOPTERA:

Семейство Coenagrionidae:

1. *Coenagrion armatum* (Charpentier, 1840). 02.07.2019, СИ (1 ♂).
2. *Coenagrion hastulatum* (Charpentier, 1825). 12.06.2019, ГУ (12 ♂♂); 17.06.2019, ГУ (1 ♂); 18.06.2019, ГУ (3 ♂♂); 19.06.2019, ГУ (1 ♂); 24.06.2019, ГУ (1 ♂); 25.06.2019, ГУ (2 ♂♂); 01.07.2019, СИ (26 ♂♂ и 4 ♀♀); 02.07.2019, ГУ (30 ♂♂ и 1 ♀), СИ (4 ♂♂); 04.07.2019, СИ (10 ♂♂); 06.07.2019, СИ (3 ♂♂).
3. *Coenagrion johanssoni* (Wallengren, 1894). 01.07.2019, ВС (4 ♂♂ и 2 ♀♀).
4. *Coenagrion puella* (Linnaeus, 1825). 02.07.2019, СИ (1 ♀).
5. *Coenagrion pulchellum* (Vander Linden, 1823). 24.06.2019, ГУ (1 ♂); 25.06.2019, ГУ (1 ♂); 26.06.2019, ГУ (1 ♂); 30.06.2019, СИ (9 ♂♂ и 1 ♀); 31.06.2019, СИ (1 ♂); 02.07.2019, СИ (1 ♂); 04.07.2019, СИ (1 ♂); 06.07.2019, ГУ (4 ♂).
6. *Enallagma cyathigerum* Charpentier, 1840. 01.07.2019, ВС (6 ♂♂); 06.07.2019, СИ (1 ♂).
7. *Erythromma najas* (Hansemann, 1823). 18.06.2019, окрестности р. Гумбарка (1 ♂); 24.06.2019, ГУ (2 ♂♂); 30.06.2019, СИ (1 личинка); 02.07.2019, ГУ (1 личинка).
8. *Pyrrhosoma nymphula* Charpentier, 1840. 30.06.2019, СИ (35 ♂♂); 02.07.2019, СИ (1 личинка; 2 ♂♂); 04.07.2019, СИ (8 ♂♂).

Семейство Calopterygidae:

9. *Calopteryx splendens* (Harris, 1782). 26.06.2019, ГУ (1 ♂); 02.07.2019, ГУ (1 ♂).

Семейство Lestidae:

10. *Lestes sponsa* Hansemann, 1823. 30.06.2019, СИ (2 ♂♂); 01.07.2019, ВС (6 личинок); 06.07.2019, ГУ (1 личинка).
11. *Lestes virens* Charpentier, 1825. 30.06.2019, СИ (1 личинка).

Семейство Platycnemididae:

12. *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771). 30.06.2019, ГУ (1 личинка); 01.07.2019, ГУ (1 личинка).

ПОДОТРЯД ANISOPTERA:**Семейство Aeshnidae:**

13. *Aeshna grandis* (Linnaeus, 1758). 30.06.2019, ГУ (5 личинок); 01.07.2019, ГУ (2 ♂♂ и 3 экзuvia); 06.07.2019, ГУ (3 личинки).

14. *Aeshna juncea* (Linnaeus, 1758). 30.06.2019, СИ (1 личинка); 01.07.2019, ВС (7 личинок); 02.07.2019, ВС (1 экзувий); 04.07.2019, ГУ (1 личинка).

15. *Aeshna subarctica* Walker, 1908. 02.07.2019, РС (1 ♂).

Семейство Corduliidae:

16. *Cordulia aenea* (Linnaeus, 1758). 25.06.2019, ВС (1 ♂); 29.06.2019, ВС (9 ♂♂); 01.07.2019, ВС (3 ♂♂); 02.07.2019, ВС (1 ♂ и 1 личинка).

17. *Somatochlora metallica* Vander Linden, 1825. 30.06.2019, СИ (3 личинки).

Семейство Gomphidae:

18. *Gomphus flavipes* (Linnaeus, 1758). 04.07.2019, ГУ (1 личинка).

Семейство Libellulidae:

19. *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839). 25.06.2019, ВС (1 ♂).

20. *Leucorrhinia dubia* (Vander Linden, 1825). 29.06.2019, ВС (2 ♂♂); 01.07.2019, ВС (5 ♂♂ и 24 личинки), ГУ (1 личинка); 02.07.2019, ВС (2 ♂♂ и 2 ♀♀).

21. *Leucorrhinia rubicunda* (Linnaeus, 1758). 09.06.2019, ГУ (1 ♂); 29.06.2019, ВС (1 ♂); 30.06.2019, ГУ (1 личинка); 01.07.2019, ВС (3 личинки).

22. *Libellula quadrimaculata* (Linnaeus, 1758). 07–30.06.2019, ГУ (23 ♂♂); 03.07.2019, ГУ (6 личинок); 05.07.2019, РС (1 ♂).

23. *Sympetrum danae* (Sulzer, 1776). 02.07.2019, СИ (2 личинки).

24. *Sympetrum flaveolum* Linnaeus, 1758. 24.06.2019, ГУ (1 ♂); 29.06.2019, ГУ (1 ♂); 02.07.2019, СИ (1 ♂).

СРАВНЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПТИЦАМИ в январе 2022 и 2023 года в окрестностях деревни Чистое Торопецкого района.

Авторы:

**Александра Яковлева,
Ксения Ильяшенко**

Научный руководитель:

**Елена Иосифовна Кудрявцева
Евгения Георгиевна Петраш**



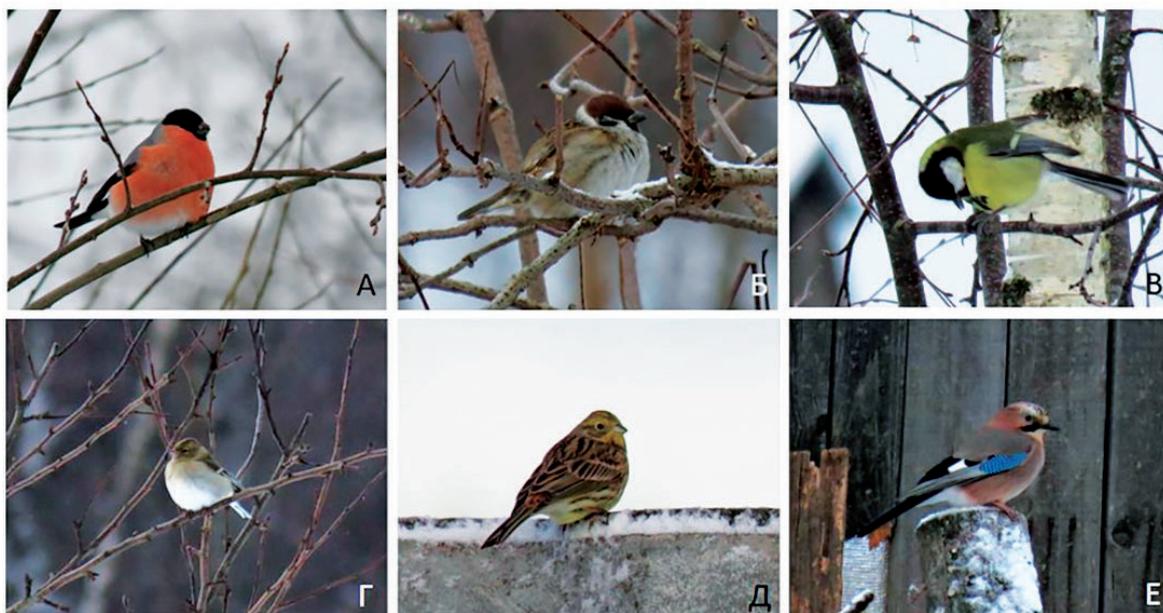
ВВЕДЕНИЕ

Биоклассы 179 школы проводили орнитологические наблюдения во время двух зимних практик в 2022 (с 05.01. до 08.01.) и в 2023 (с 04.01. до 07.01.) в деревне Чистое (Тверская область, Торопецкий район). Данная местность включает в себя следующие преобладающие биотопы: смешанный лес, опушки лесов, антропогенные ландшафты. Так же берега озер: Узван, Чистое, Самин. Так как мы были на территории вокруг Чистого практически в одно и то же время года, мы решили сравнить эти года по количеству встреченных птиц.

МЕТОДЫ

Наблюдения велись маршрутным методом, днём, в границах времени с 11:00 до 17:00. Определение птиц проводилось на слух и с помощью бинокля. Иногда проводилась фотосъёмка (рис. 1 – I). Для определения птиц мы пользовались определителями [Рябицев, 2020], [Михайлов и Коблик, 2020].

I – некоторые птицы, встреченные в Чистом (2023)



II – таблица наблюдений

	Кол-во встреч с видом птиц/ кол-во часов наблюдения				[2023] – [2022]
	2022 год		2023 год		
Серая ворона	5/58	0,09	4/46	0,09	0,00
Сойка обыкновенная	29/58	0,50	53/46	1,15	0,65
Поползень обыкновенный	10/58	0,17	11/46	0,24	0,07
Большой пестрый дятел	24/58	0,41	40/46	0,87	0,46
Ворон	14/58	0,24	1/46	0,02	-0,22
Буроголовые гаички (пухляк)	40/58	0,69	56/46	1,22	0,53
Черноголовая гаичка	6/58	0,10	14/46	0,30	0,20
Большая синица	29/58	0,50	48/46	1,04	0,54
Снегирь	7/58	0,12	101/46	2,20	2,07
Сорока обыкновенная	20/58	0,34	28/46	0,61	0,26
Желтоголовый королек	20/58	0,34	8/46	0,17	-0,17
Полевой воробей	4/58	0,07	81/46	1,76	1,69
Пищуха	2/58	0,03	5/46	0,11	0,07
Ополовник	16/58	0,28	1/46	0,02	-0,25
Сизий голубь	-	-	23/46	0,50	
Лазоревка	-	-	2/46	0,04	
Зяблик	-	-	1/46	0,02	
Чечётка обыкновенная	-	-	9/46	0,20	
Овсянка обыкновенная	-	-	17/46	0,37	
Желна	17/58	0,29	-	-	
Кедровка	8/58	0,14	-	-	
Чиж	3/58	0,05	-	-	
Рябчик	2/58	0,03	-	-	
Рябинник	16/58	0,28	-	-	

Рис. 1: (I) – А – снегирь; Б – полевой воробей; В – большая синица; Г – зяблик (самка); Д – овсянка обыкновенная; Е – сойка.

(II) – таблица учета наблюдений за птицами зимой в 2022 и 2023 годах

Как показывается таблица, в 2023 году очень сильно прибавилось количество встреч со снегирями, полевыми воробьями, сойками обыкновенными, большими синицами, буроголовыми гаичками и большими пёстрыми дятлами.

Но есть птицы, которых видели только в один год. В 2022 году были замечены желна, кедровка, чиж, рябчик и рябинник, а в 2023 году их не было замечено. И наоборот, в 2023 году были зафиксированы такие виды, как сизый голубь, лазоревка, чечётка обыкновенная, зяблик и овсянка обыкновенная. Увидеть последние 2 вида было очень неожиданно, так как овсянка и зяблик являются перелётными птицами. Овсянки, которых было несколько птиц и зяблик (одна самка) были замечены и постоянно держались в деревне. Корм, который они могли найти рядом с жильем человека, и теплые места в постройках, в которых они могли спрятаться, скорее всего помогли им выжить в зимних условиях. Так же были замечены чечётки, которые держались рядом со снегирями, но их количество было небольшим.

Так как прибавилось количество кочующих птиц, которые зимой питаются семенами, то можно предположить, что 2023 год в Чистом был более урожайный на семена. Возможно именно поэтому некоторые зерноядные перелетные птицы (овсянка и зяблик) остались в Чистом зимовать.

Так же мы сравнили, в каком биотопе были встречены птицы в первый и во второй год. Была составлена таблица (рис. 2 – III), где показано, в каком биотопе встреч с конкретным видом птиц было больше за 2022 и за 2023 год. Большинство птиц одного и того же вида встречались, в основном, в одном и том же биотопе, но, что интересно, серая ворона, сойка обыкновенная, поползень обыкновенный, большая синица и полевой воробей в 2023 году, в большей мере, встречались в биотопе «деревня», хотя в 2022 году эти виды, в большей мере, встречались в биотопе «лес».

Исходя из всей информации, можно предположить, что в 2023 году в лесу было недостаточно еды для птиц, поэтому они перебрались ближе к людям, где рядом есть поле с предположительно хорошим урожаем семян.

III – таблица распределений птиц по биотопам.

	в каком биотопе вида птиц было больше	
	2022	2023
Серая ворона	лес	деревня
Сойка обыкновенная	лес	деревня
Поползень обыкновенный	лес	деревня
Большой пёстрый дятел	лес	лес
Ворон	лес	лес
Буроголовые гаички (пухляк)	лес	лес
Черноголовая гаичка	лес	лес
Большая синица	лес	деревня
Снегирь	лес	лес
Сорока обыкновенная	деревня	деревня
Желтоголовый королёк	лес	лес
Полевой воробей	лес	деревня
Пищуха	лес	лес
Ополовник	лес	лес
Сизый голубь	-	деревня
Лазоревка	-	деревня/лес
Зяблик	-	деревня
Чечётка обыкновенная	-	лес
Овсянка обыкновенная	-	деревня
Желна	деревня	-
Кедровка	деревня/лес	-
Чиж	лес	-
Рябчик	лес	-
Рябинник	лес	-

Рис. 2: Таблица распределения птиц по биотопам

ВЫВОДЫ

По нашим данным в 2023 году мы не зарегистрировали значительное снижение встреч с каким-нибудь видом птиц, но мы зафиксировали увеличение количества встреч с сойкой обыкновенной, большим пёстрым дятлом, буроголовой гаичкой, большой синицей, снегирём и полевым воробьём. Так же в антропогенном ландшафте были замечены перелетные виды, такие как овсянка обыкновенная и зяблик, нахождение которых в данной местности и в данное время года нехарактерно.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Рябицев В.К., Птицы европейской части России, Москва-Екатеринбург Кабинетный ученый 2020.
2. Михайлов К.Е., Коблик Е.А., Птицы России фотоопределитель, (Москва Издательство «Фитон XXI», 2020.

СТРУКТУРА СИНИЧЬИХ СТАЕК ЗАПОВЕДНИКА «БОЛЬШАЯ КОКШАГА» В ПЕРИОД ПРЕДЗИМЬЯ

Автор:

Картмазова Ю. А.

Научный руководитель:

к.б.н.,
научный сотрудник Московского
зоопарка Дубровский В. Ю.



ВВЕДЕНИЕ

Изучению феномена синичьих стай посвящена богатая литература. Известно, что моно и поливидовые стайки формируются во внегнездовой период. Во время размножения птиц они распадаются. По В.В. Груздеву (1955) смешанные стаи относительно постоянные образования, создаваясь утром, они к вечеру распадаются.

Нашей целью было охарактеризовать структуру синичьих стаяк в период предзимья.

Для этого мы определили видовой состав стаяк, количество птиц в стайках, активность в течение дня, распределение по биотопам.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ

Материал был собран в первой декаде ноября 2019 года. Учеты проводились на зандровой равнине Марийской низменности в заповеднике Большая Кокшага.

Птиц учитывали на произвольных маршрутах с шириной учетной полосы 50 м на которых фиксировали видовой состав стайки, число птиц, время обнаружения, биотоп.

Мы обследовали 4 основных биотопа. Сосянки, в основном, зеленомошные (пройдено 53 км), приручьевые сообщества (ельники и черноольшаники в пойме и по бровке корен-

ных берегов ручьев) (19.5 км), дубрава (31 км) и смешанный лес, состоящий преимущественно из берез и осин (21 км).

По В. В. Груздеву (1955) образование стай насекомоядных птиц в лесу биологически связано не только с установлением условнорефлекторных связей: наличие птиц, их голоса и движение служат для других сигналом обилия корма или удобства его использования.

Стаей мы считали группу птиц от 3-х особей, которые кормятся недалеко друг от друга и движутся в одном направлении.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Всего в стайках было зарегистрировано 8 видов птиц.

1. Буроголовая гаичка (пухляк) (*Parus montanus*)
2. Длиннохвостая синица (ополовник) (*Aegialus caudatus*)
3. Большая синица (*P. major*)
4. Черноголовая гаичка (*P. palustris*)
5. Хохлатая синица (гренадерка) (*P. cristatus*)
6. Московка (*P. ater*)
7. Лазоревка (*P. caeruleus*)
8. Желтоголовый королек (*Regulus regulus*)

Таблица 1. Видовой состав и встречаемость в стайках

	Сосняк	Приручевые сообщества	Дубрава	Смешанный лес
пухляк	21,5	29,7	20	16,2
ополовник	20,4	30,8	13,5	20,9
большая синица	0	6,2	2,6	2,8
черноголовая гаичка	0	0	0	11,4
гренадерка	2,6	0	0	0
московка	1,5	0	1,9	0
лазоревка	0	0	0,6	0
королек	9,1	0	0	3,8

В данной таблице представлены результаты расчетов численности птиц, замеченных в синичьих стаях (особей на 1 км²). По данным таблицы видно, что среди птиц в стаях преобладают пухляки и ополовники. Наивысшая их численность в приручевых сообществах. Меньше всего лазоревок, она была отмечена лишь в дубраве в единственном числе. Большая синица встречается во всех биотопах, кроме сосняка, в небольшом количестве, видимо успела откочевать к населенным пунктам. Встречаемость московки и черноголовой гаички невелика. Относительно высокая

численность гренадерки (>10 особей на 1 км²) в Марийских сосняках вполне закономерна. Королек замечен в значительном количестве в сосняке и в смешанном лесу.

Некоторые исследователи (Дорожкова М. С., Леонтьева А. А. 1999) включают в состав синичьих стай еще и дятлов, но до сих пор не доказано, что они действительно летают в стаях вместе с синицами. Помимо этого, они с точки зрения экологии сильно отличаются от синиц и, скорее всего, они не оказывают значительного влияния на остальных членов стаи.

Активность в течение дня

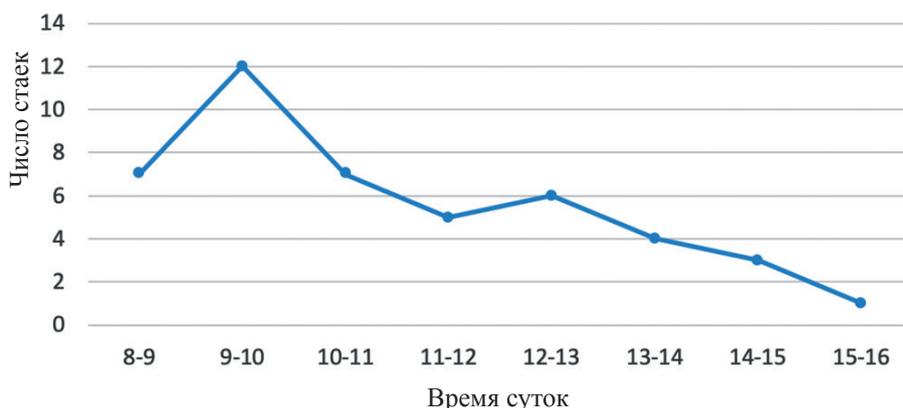


Рис. 1

Активность стаяк с утра росла (птицы активно кормятся), позже, к вечеру снижалась (птицы отдыхают). Но стайки все равно встречались, так как синицы кормятся практически постоянно. Стоит отметить, что есть два пика активности, самое утро и обед. Это уже было отмечено Груздевым (1955)

Рисунок наглядно показывает изменение активности птиц в течение дня.

Всего нами было отмечено 44 стайки, что вполне немало. Наши коллеги в 2005 году делали аналогичную работу, ими было отмечено 43 стайки.

Таблица 2 Количество птиц в стайках

	Максимум	Среднее
Сосняк	20	8,5
Приручевые сообщества	14	8,125
Дубрава	12	6
Смешанный лес	12	8,5

Минимум в стайке мы отмечали 3 птицы. Максимум в Марийской низменности нами было отмечено 20 птиц в сосняке. Чуть меньше в приручевых сообществах – 14, это мы связываем с большей разнообразностью кормовой базы. В дубраве и смешанном лесу – 12. Среднее количество птиц во всех стайках – 8. Чаще в моновидовых стайках было больше птиц, примером могут служить стайки длиннохвостых синиц. Ополовники чаще всего встречаются в собственных стайках, реже

к ним присоединялись другие мелкие насекомоядные птицы (Дубровский, 1958).

Среднее количество в стаях хохлатой синицы не превышает 2 особей. По литературным данным хохлатая синица, действительно, зимой держится в среднем парами (J. Екман, 1989).

Пухляк, длиннохвостая синица, королек, лазоревка зимой держаться группами, состоящими более чем из 2 особей. По данным других исследователей, действительно такая особенность была отмечена для этих видов (J. Екман, 1989). В литературе говорится о том, что эти виды зимой держатся стабильными группами, состоящими из взрослой пары, гнездившейся на данной территории, и нескольких неродственных им молодых особей (Бардин, 1982).

Таблица 3. Количество стаяк в разных биотопах

	Километраж (км)	Число стаяк (шт)	Итог
Сосняк	53	20	0,38 стаяк/км
Приручевые сообщества	19,5	8	0,41 стаяк/км
Дубрава	31	10	0,32 стаяк/км
Смешанный лес	21	6	0,28 стаяк/км

Из соотношения числа стаяк на километраж мы выявили что больше всего стаяк в приручевых сообществах, меньше всего в смешанном лесу. Примерно одинаково в дубраве и сосняке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из полученных результатов можно сказать, что среди птиц в стаях преобладают длиннохвостые синицы и пухляки; активность птиц сначала растет, после, к вечеру снижается, имеются два пика активности; во всех синичьих стайках примерно 8 птиц; по биотопам распределяются практически равномерно, больше всего стаяк в приручьевых сообществах, меньше всего в смешанном лесу.

На основе полученных нами и литературных данных мы смогли сделать краткое описание образа жизни видов, входящих в состав синичьих стай в период предзимья.

- Виды, составляющие основу многовидовых стай:

Желтоголовый королек, длиннохвостая синица и пухляк держатся практически исключительно стаями, по 4-5 особей (длиннохвостая синица по 7-8). При этом, молодые особи на зиму присоединяются к взрослым опытным

парам, имеющим собственную территорию. Эти виды встречаются во всех типах стай одинаково часто. Видимо, королек, пухляк и длиннохвостая синица составляют «основу» многовидовых стай.

- Редко встречающиеся виды:

Лазоревка, московка, гренадерка и большая синица встречаются в заповеднике «Большая Кокшага» достаточно редко. Большая синица на зиму улетает зимовать в поселки и в лесу встречается редко. Эти виды предпочитают присоединяться к стаям, в количестве 1-3 особей. В целом, предпочитают многовидовые стаи, но иногда образуют и свои. Видимо, при высокой численности этих видов, их образ жизни может быть и другим.

Авторы благодарны администрации заповедника «Большая Кокшага» за предоставленную возможность проведения работы на своей территории, помощь в работе и быту.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

В. Ю. Дубровский с соавторами «Орнитофауна южной части заповедника «Большая Кокшага» в период предзимья» («Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага» Выпуск 8. 2017)

В. Е. Флинт и С. А. Шилова-Крассова «К методике наблюдений за синичьими стаями» (Академия наук СССР, Зоологический журнал, Том 34, выпуск 6, 1955)

В. В. Груздев «Скопления и стаи насекомоядных птиц в лесу» 1955

«Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц» (Государственный комитет СССР по охране природы. Всесоюзный научно-исследовательский институт охраны природы и заповедного дела. Москва, 1990)

Ю. А. Дубровский «Экологические особенности стаи длиннохвостых синиц» (Академия наук СССР, Зоологический журнал, Том 37, выпуск 2, 1958)

В. К. Рябицев «Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири» (Екатеринбург. Изд. Урал. 2001)

А. В. Бардин. «Структура смешанных стай» (XVIII Международный орнитологический конгресс. Тезисы докл. И стенд. Сообщ. М. «Наука», 1982)

J. Ekman «Ecology of non-breeding social systems of parus» (Wilson Bull., 101(2), 1989)

