

Изучение поведения жуков-плавунцов
(Coleoptera, Dytiscidae) на суше
в Нижне-Свирском государственном
природном заповеднике

Отчет о научно-исследовательской работе

Выполнили учащиеся 9Б класса:

Игорь Зайцев

Василий Кислов

Научные руководители:

П. Н. Петров

П. А. Волкова

Москва

2018

Введение

Жуки-плавунцы – хищные насекомые, которые большую часть своей взрослой жизни проводят в воде. Эти жуки имеют обтекаемую форму тела, гладкие покровы и заостренные края тела, что облегчает им передвижение в толще воды. При плавании жуки используют только заднюю пару конечностей, хорошо приспособленную к передвижению в воде, средняя же используется для маневрирования (Ribera, Foster, 1997).

Часто жуков-плавунцов можно встретить и на суше, где они и окукливаются, а некоторые виды ещё и зимуют. Передвигаясь по воздуху или по суше, они могут преодолевать достаточно большие расстояния (Davy-Bowker, 2002; Leston et al., 1965). У многих видов плавунцов имеется хорошо развитая летательная мускулатура, например, у *Dytiscus marginalis* Linnaeus, 1758 или *Acilius sulcatus* Linnaeus, 1758. Но у некоторых видов она недоразвита, например, у *Hyphidrus ovatus* (Linnaeus, 1761) (Jackson, 1952).

Следует отметить, что жуки гораздо охотнее летают в теплое время года – летом или ранней осенью. Хотя нередко они могут перелетать ранней весной, в том числе при этом на их поведение не влияет наличие или отсутствие солнечного света: при теплой погоде жуки взлетают как днем, так и ночью (Jackson, 1952). Так что можно предполагать, что именно температура воздуха определяет частоту и продолжительность полета жуков.

До нас исследования по скорости передвижения жуков-плавунцов на суше проводили наши предшественники из биокласса Московской Гимназии на Юго-Западе: Н. Сухова и М. Волкова (2014), К. Кашин, А. Полканова и М. Петропавловский (2015), и А. Попов и А. Клоков (2016). Опыты Н. Суховой и М. Волковой показали, что скорость самцов и самок у вида *Dytiscus marginalis* достоверно различается, а частота взлётов достоверно не различается; также они установили, что частота взлета этих жуков не зависит от температуры воздуха. Опыты К. Кашина, А. Полкановой и М. Петропавловского показали, что частота взлета жуков вида *Dytiscus marginalis* зависит от температуры воздуха, а скорость передвижения по суше от температуры воздуха не зависит. Опыты А. Попова и А. Клокова не показали связи, между, полом жуков *Dytiscus marginalis* и числом остановок. Мы усовершенствовали методику проведения экспериментов. К примеру, мы всегда направляли жуков головой на север, в то время как в работе Н. Суховой и М. Волковой 2014 года написано, что первоначальное направление жука выбирали случайным образом. Также цель нашего исследования сильно отличалась от целей работ прошлых годов. Мы сосредоточились на поиске зависимости скорости и продолжительности остановок от пола жука, в то время как одной из целей работы К. Кашина и др. (2015) было установить зависимость скорости передвижения жуков от погодных условий. В свою очередь, А. Попов и А. Клоков (2016) поставили себе цель выяснить связь между частотой взлетов и погодными условиями. Надо заметить, что из уже хорошо исследованных нашими предшественниками по сходным методикам видов мы исследовали только *Dytiscus marginalis*, причем только две особи. Однако мы включили в нашу работу почти не исследованный нашими предшественниками вид *Colymbetes paykulli* (Erichson, 1837) и сосредоточили свое внимание именно на нем. Также в нашу работу были включены виды *Acilius canaliculatus* и *Hygrotus decoratus*, но с *Acilius canaliculatus* мы провели шесть экспериментов, а с *Hygrotus decoratus* – только один.

Целью нашего исследования было выяснить, на какое расстояние самцы и самки видов *C. paykulli* (Erichson, 1837), *D. marginalis*, *Acilius canaliculatus* и *Hygrotus decoratus* (Gyllenhal, 1810) могут перемещаться по суше, и влияет ли температура воздуха на среднюю скорость *Colymbetes paykulli*, а также исследовать способность к полету жуков этих видов из популяций Нижне-Свирского гос. заповедника.

Материалы и методы

Для изучения поведения плавунцов на суше были построены две арены: «песочница» 50 на 50 см (рис. 2) и дорожка на доске с длиной 2 м (рис. 1), ограниченная бортиками высотой 1,5 см, также дорожка была посыпана тонким слоем песка и на каждом сантиметре дорожки была нанесена метка.

На дорожке мы изучали особей вида *C. paykulli* (рис. 5), а в «песочнице» *C. paykulli*, *D. marginalis* (рис. 4), *A. canaliculatus* (рис. 3) и *H. decoratus* (рис. 6).

Таблица 1. Число особей изучаемых нами видов и число экспериментов с ними на каждой арене.

Вид жука	Число самцов	Число самок	Число особей с неизвестным полом	Число экспериментов	
				На дорожке	В песочнице
<i>Colymbetes paykulli</i>	5	5	0	50	6
<i>Hygrotus decoratus</i>	0	0	1	0	1
<i>Acilius canaliculatus</i>	0	0	6	0	6
<i>Dytiscus marginalis</i>	0	2	0	0	2

Все эксперименты проводились с 1 по 4 июля 2017 в светлое время суток.

Одним из концов дорожка всегда была направлена на север. Работая с дорожкой, мы выпускали жука в желоб между бортиками, головой на север. Нас интересовало время, за которое жуки проходят дистанцию в 2 м, а также число и продолжительность их остановок. Если остановка жука на дорожке длилась более 5 мин, эксперимент считался завершённым. В бланках мы также отмечали, на каком участке дорожки жук остановился (число см от начала дорожки). Если жук перелезл через бортик, мы сталкивали его обратно и продолжали эксперимент.

Песочница представляла из себя ящик, сколоченный из досок, в который был насыпан песок так, чтобы оставались бортики высотой 5—10 см. Бортики нужно оставлять для того, чтобы жук не мог перелезть за пределы арены. Перед каждым экспериментом песок тщательно разравнивали, чтобы исключить возможность изменения поведения жуков на арене из-за неровностей ландшафта. Работая на «песочнице», мы помещали жуков в центр арены, головой к северу и следили за их движением. Эксперимент считался завершённым, если жук улетал или касался одного из бортиков арены. В таблицу мы записывали время, которое потребовалось жуку для того, чтобы дойти до края арены или взлететь и длину его пути по арене.

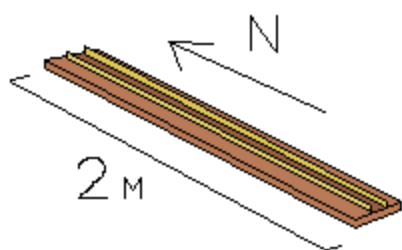


Рис. 1. Дорожка из 2-х деревянных реек, прикрепленных к доске
 Направление движения жуков — с юга на север (N). Расстояние между рейками — около 3 см.
 Ширина доски — примерно 20 см.

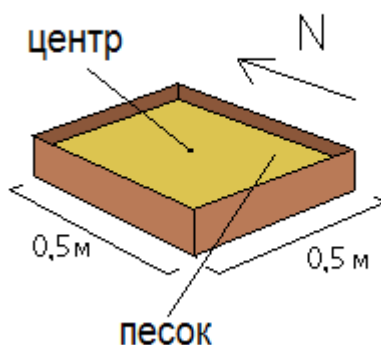


Рис. 2. «Песочница»,
 сколоченная из досок, высота — 0,2 м, глубина песка — 0,15 м. Ширина досок — примерно 25 см.



Рис. 3. *A. canaliculatus*
 длина тела — до 15 мм
 Фото с сайта: www.zin.ru

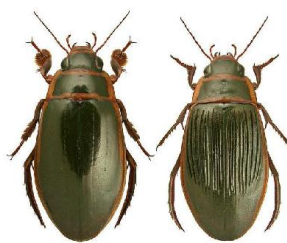


Рис. 4. *D. marginalis*
 слева — самец, справа — самка
 длина тела — до 35 мм
 Фото с сайта: www.coleoptera.org.uk



мм

Рис. 5. *C. raykulli* длина тела — до 20 мм
 Фото с сайта: www.zin.ru



Рис. 6. *H. decoratus*, длина тела — до 2,6
 Фото с сайта: www.zin.ru

Как в песочнице, так и на дорожке мы использовали только сухой песок. При проведении эксперимента на любой арене мы следили за тем, чтобы вся арена была целиком в тени, так как, добравшись до части арены, находящейся на солнце, жук мог среагировать на это изменение. Эксперименты проводились в светлое время суток, примерно с 8:00 до 21:00.

Методика содержания жуков

Жуки содержались в банках объемом 750 мл. В каждую банку мы помещали скомканный лист бумаги и наливали 50 мл свежей воды, взятой из Ладожского озера. Первые три дня в одной банке мы содержали до трех жуков, но в связи с нехваткой банок и большим количеством жуков в последний день исследований в каждой банке их было больше трех. С целью предотвращения нагревания банок с жуками на солнце, мы хранили банки в шкафчике, расположенном в тени. Мы не кормили жуков, так как у них очень медленно идет метаболизм, и они могут жить без еды до месяца.

Результаты

Положительной статистически значимой связи между продолжительностью прохождения дистанции у самцов и самок вида *C. paykulli* не выявлено (тест Вилкоксона, $p = 0,68$), так же, как и между временем остановки от момента начала прохождения дистанции (тест Вилкоксона, $p = 0,67$).

Тем не менее, между продолжительностью остановок самцов и самок выявлена положительная статистически значимая связь (тест Вилкоксона, $p = 0,004$).

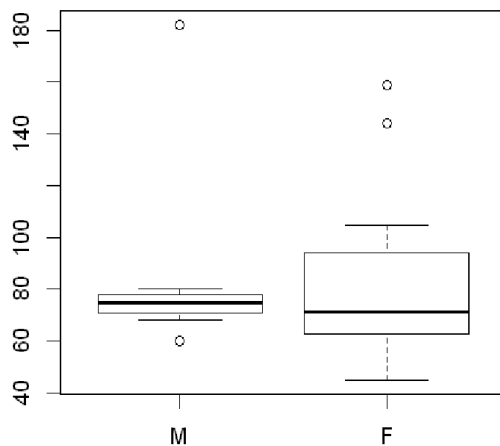


Рис. 7. Продолжительность прохождения дистанции у самцов и самок вида *Colymbetes paykulli*, с. М – самцы, F — самки. Примечание: здесь и далее на диаграммах толстой чертой изображены медианы, тонкими линиями – квартили, минимальные и максимальные значения отмечены короткими линиями, а выбросы отмечены точками.

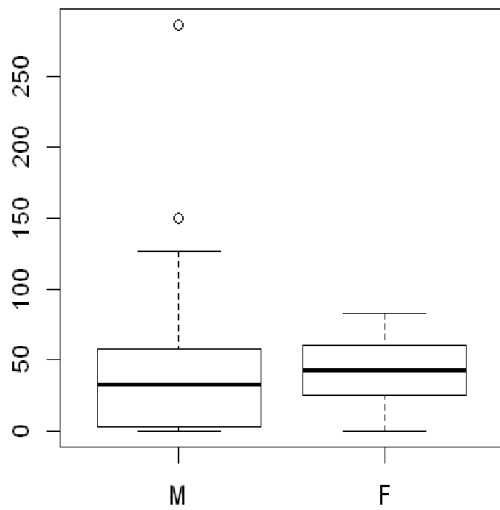


Рис. 8. Время остановки самцов и самок вида *Colymbetes paykulli* от момента начала прохождения дистанции, с.

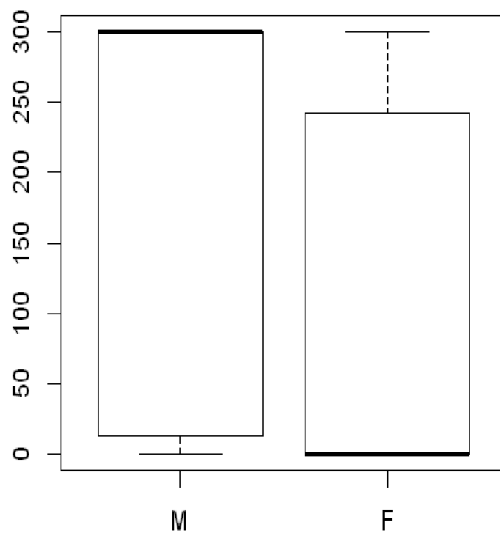


Рис. 9. Продолжительность остановок самцов и самок вида *Colymbetes paykulli*, с.

Мы также выявили статистически значимую связь между температурой воздуха и продолжительностью прохождения дистанции (тест Спирмена, $p = 0.009$), но не выявили связи между температурой воздуха и продолжительностью остановок (тест Спирмена, $p = 0.57$)

Помимо этого, мы вычислили среднюю скорость жуков каждого из 4-х видов как на дорожке, так и в «песочнице».

Таблица 2. Средняя скорость жуков.

Вид жука	Арена	Средняя скорость		
		самцов	самок	Особей с неопр. полом
<i>Hygrotus decoratus</i>	«Песочница»	—	—	0,12 см / сек
<i>Colymbetes paykulli</i>	Дорожка	2,28 см / сек	2,42 см / сек	—
	«Песочница»	3,31 см / сек	2,67 см / сек	—
<i>Dytiscus marginalis</i>	«Песочница»	—	1,70 см / сек	—
<i>Acilius canaliculatus</i>	«Песочница»	—	—	1,24 см / сек

Обсуждение

Опыты нами проводились в Нижне-Свирском гос. заповеднике с жуками видов *Colymbetes paykulli*, *Dytiscus marginalis*, *Acilius canaliculatus*, и *Hygrotus decoratus*. Наши предшественники не исследовали жуков из популяций этого заповедника и также их методика проведения опытов и хранения жуков отличалась от нашей, мы сделали «дорожку» на доске, а в «песочнице» разравнивали песок, потому что неровности могли повлиять на ход эксперимента, жуки хранились в тени, в железном шкафу, что делало температуру воды более благоприятной для жуков.

Из исследованных нами видов, наши предшественники ставили опыты с *D. marginalis* и *C. paykulli*. По их исследованиям *D. marginalis* из популяций Удомельского р-на Тверской обл. имеет способность к полету. Наши же наблюдения не показали, что жуки вида *D. marginalis* из популяций Нижне-Свирского гос. заповедника имеют способность к полету, что скорее всего связано с маленькой выборкой. Однако наши наблюдения показали, что некоторые жуки видов *C. paykulli* и *A. canaliculatus* из популяций этого заповедника имеют способность к полёту.

Также мы исследовали скорость передвижения жуков. При нахождении средней скорости жуков в «песочнице» выяснилось, что *C. paykulli* доходят до бортиков быстрее остальных видов, возможно это связано с тем, что особей этого вида было больше всего, в работе М. Петропавловского, К. Кашина и А. Полкановой средняя скорость *C. paykulli* ниже скорости *D. marginalis*, но можно предположить, что жуки вида *C. paykulli* достаточно большие и потому двигаются достаточно быстро и при том не слишком большие и потому их лапки не тонут в песке, в отличие от громоздких жуков вида *D. marginalis*. С видом *A. canaliculatus* мы проводили мало экспериментов, но можно предположить, что они в целом медленнее чем *D. marginalis*, хотя достоверности нет *C. paykulli*. С видом *H. decoratus* был проведен всего один эксперимент, он явно медленнее остальных видов (0,12 см/сек), что очевидно связано с его маленьким размером.

дорожки по которой бегали только *C. paykulli*, то у самцов и самок мы не выявили достоверных различий во времени прохождения дистанции и кол-ве остановок, но выявили зависимость от пола в продолжительности остановок. Также мы подсчитали среднюю скорость самцов и самок в час, и при условии, что жук будет ползти без остановок, взлётов и по прямой, самцы могут преодолевать до 120 м, а самки до 96 м в час.

Между температурой воздуха и продолжительностью прохождения дистанции по итогам опытов есть достоверная связь, но нет связи с продолжительностью остановок.

Мы можем сказать, что жуки видов *Colymbetes paykulli*, вполне способны переселяться по суше из одного крупного водоема в другой, если водоемы не слишком далеко. И жуки видов *Dytiscus marginalis* и *Acilius canaliculatus* вероятно тоже, но уверенно это сказать нельзя из-за маленьких выборок. *Hygrotus decoratus* по-видимому может, например, переползти из одной лужи в другую, но он не способен расселяться на большие расстояния за короткое время.

В будущем, по возможности, нужно проводить больше опытов, делать арены более аккуратно, «песочницу» сделать больше, а у «дорожки» сделать бортики выше. Возможно, нужно исследовать другие виды и те которыми проводилось мало опытов.

Выводы

1) Самцы жуков вида *C. paykulli*, без остановок и по прямой, могут преодолевать до 120 м, а самки до 96 м в час. С другими видами было проведено слишком мало опытов.

Жуки вида *H. decoratus* могут передвигаться со скоростью 0,12 см / сек, жуки вида *D. marginalis* могут передвигаться со скоростью 1,70 см / сек, *A. canaliculatus* могут передвигаться со скоростью 1,24 см / сек.

2) Температура воздуха влияет на среднюю скорость *C. paykulli*.

3) Местные популяции видов *C. paykulli* и *A. canaliculatus* включают особей способных к полёту.

Благодарности

Мы благодарим Сергея Менделевича Глаголева, Полину Андреевну Волкову и Екатерину Викторовну Елисееву за организацию учебно-исследовательской практики в Нижне-Свирском государственном природном заповеднике, на берегу Лодожского озера. Мы благодарим Петра Николаевича Петрова за помощь в определении видов насекомых. Мы благодарим учеников 9 «б» Александра Михайловича Неверова и Марию Андреевну Чуркину за поимку и предоставление жуков для опытов. Отдельно мы благодарим Полину Андреевну Волкову и Петра Николаевича Петрова за руководство по составлению этого отчета.

Список литературы

Ribera I., Foster G.N., 1997. Functional types of diving beetles (Coleoptera: Hygrobiidae and Dytiscidae), as identified by comparative swimming behavior // Biological Journal of the Linnean Society, P. 538–541.,

Davy-Bowker J., 2002. A mark and recapture study of water beetles (Coleoptera: Dytiscidae) in a group of semi-permanent and temporary ponds // Aquatic Ecology., V. 3. P. 435 – 446.

Leston D. et al., 1965. Advances in insect psychology // Journal of Experimental Biology. V. 5. P. 187 – 199.

Jackson. D. J., 1952. Observations on the capacity for flight of water beetles // Proceedings of the Royal Society of London, V. 3., P. 36 – 37 .

Попов А., Клоков А., 2016. Изучение поведения жуков-плавунцов на суше. <http://www.bioclass.ru/files/konf16/popov.pdf>

Сухова Н., Волкова М., 2014. Изучение поведения жуков-плавунцов на суше в Удомельском районе Тверской области. www.bioclass.ru/files/konf15/beetles.doc

Петропавловский М., Кашин К., Полканова К., 2015. Изучение поведения жуков-плавунцов на суше в Удомельском районе Тверской области. <http://www.bioclass.ru/?d=141>

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing [Electronic resource]. – 2013.