

Московская гимназия на Юго-Западе №1543

Кафедра биологии

# **Изучение динамики лета насекомых на искусственные источники света в Харьюском уезде Эстонии**

Выполнили ученики 9 класса “б”

Д. С. Бабиченко и

А. Д. Вольф-Троп

Научный руководитель:

П. Н. Петров

2016

## Введение

Явление лета насекомых на свет в ночное время известно с давних времен. Насекомых, прилетающих на свет, называют фотоксенами. В конце XVII века привлечение насекомых на искусственные источники света стали использовать не только в хозяйственных (например, на виноградниках Шампани во Франции зажигали костры для уничтожения листовертки), но и в научных целях. К фотоксенам относятся представители многих отрядов и самых разных семейств.

Причины лета насекомых на искусственные источники света не до конца ясны. В полете вечерние и ночные насекомые могут ориентироваться на лучи вечерней или утренней зари или Луны, которые почти параллельны друг другу. Удерживая определенный угол по отношению к данным лучам, насекомое сохраняет нужное направление движения. Однако в случае с лампой, лучи которой расходятся в разные стороны, траектория движения фотоксена становится не прямой, а спиралевидной и может приводить насекомое к источнику света.

При приближении к искусственному источнику света насекомое меняет поведение. Если использовать в качестве ориентира естественный источник света, то при движении в его сторону освещенность пространства не изменяется, а в случае с лампой она резко возрастает. Такое количество света ослепляет насекомое, в результате чего у него нарушается координация. Насекомое начинает отклоняться в разные стороны или может упасть на землю, но при этом все равно движется в сторону светильника. Запускается реакция бегства, которая выражается в стремлении к самому яркому источнику света. Но в данной ситуации ориентиром уже являются коротковолновые ультрафиолетовые лучи, так как они являются наиболее надежным показателем открытого пространства. Дело в том, что коротковолновые лучи очень легко поглощаются различными наземными объектами, в то время как длинноволновые могут отражаться от них и направлять насекомое в неправильную сторону. Как только глаза привыкают к яркому свету, общее возбуждение спадает, и насекомое может улететь от лампы или, что бывает часто, принять позу сна на ближайшей поверхности (Чернышев, 1996).

То есть фактически лет насекомых на свет является частным случаем положительного фототропизма — явления, которое часто встречается в природе (Горностаев, 1984). Интересно, что насекомые могут не реагировать на яркий свет в процессе питания, например, если освещенность позволяет им находить пищу. В таких ситуациях траектория полета насекомого непредсказуема. А вот во время миграций выгоднее выбирать более короткие прямолинейные маршруты, и в этом случае наблюдается лет на свет.

Эффективность и характер лета насекомых на свет зависит от ряда факторов, к которым относятся температура, относительная влажность, скорость ветра, наличие осадков и атмосферное давление. При определенном сочетании этих факторов можно наблюдать более или менее активный лет. Например, температура является лимитирующим

фактором в нижних значениях, то есть, чем она выше, тем подвижнее насекомые — здесь так же все зависит от времени.

Незначительные осадки, по мнению некоторых авторов, могут положительно влиять на число привлеченных насекомых. Увеличение этого значения наблюдается и при снижении атмосферного давления, что часто бывает перед дождем.

Исследования лета насекомых на свет многочисленны, но в связи с многообразием проявлений данного феномена и сложным набором задействованных в нем факторов, его закономерности выяснены не полностью.

В 2009—2013 годах на базе биостанции «Озеро Молдино» московской гимназии № 1543 (Тверская область) были проведены исследования, направленные на изучение динамики численности разных отрядов насекомых в темное время суток.

Установки для ловли насекомых были установлены на восточных стенах двух деревянных строений: “Бани” и “Антибани”. К стенам были прикреплены две одинаковые белые простыни размером 1,45\*1,45 м. В середине верхней части каждой простыни чёрным фломастером был начерчен квадрат со стороной 50 см. Каждые 15 минут в бланк заносили показания метеостанции.

Некоторые результаты оказались противоречивыми: во все годы было установлено, что численность насекомых зависит от времени суток (численность насекомых увеличивалась примерно с 22:30 до 2:30 местного, т.е. московского времени, а затем уменьшалась), однако в 2009 году наблюдалась положительная зависимость от температуры воздуха (Андреева и др., 2009), а в 2011, в отличие от прошлых лет, ее не обнаружили. Также в 2011 году теми же людьми была установлена отрицательная зависимость численности прилетающих на свет насекомых от скорости ветра (Андреева и др., 2011). В 2012 году была установлена положительная зависимость от температуры воздуха и отрицательная — от освещенности (Данилин и др., 2012). В 2013 году зависимость не получилось установить даже от температуры (Иванова и др., 2013). Общим за все эти годы было отсутствие зависимости численности прилетающих насекомых от относительной влажности.

Так же с 18 по 21 июля 2016 года на базе Звенигородской биологической станции МГУ (ЗБС) В. С. Ботнаревский и др. проводили исследования по динамике лета насекомых на искусственные источники света.

Установки для привлечения насекомых на свет были закреплены на глухой северо-восточной стене деревянного сарая. К стене были прикреплены две белые простыни размером 2\*1,25 м. В верхней средней части каждой из них был начерчен квадрат стороной 50 см, а так же отмечен точкой его центр. При исследовании использовались три лампы – ртутная мощностью 250 Вт, конструкция из ультрафиолетовых ламп мощностью 30 и 26 Вт и энергосберегающая лампа мощностью 11 Вт. Показания так же

вносили в бланки каждые 15 минут.

С такой методикой на ЗБС была выявлена отрицательная зависимость между числом привлеченных на свет насекомых и температурой. (Ботнаревский и др., 2016)

Мы поставили перед собой цель продолжить изучение численности фотоксенов, летящих на искусственный источник света в темное время суток, а также выяснить, что на это влияет.

Из этой цели были выведены следующие задачи:

1. Найти зависимость числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток, от погодных условий: температуры воздуха, атмосферного давления, силы ветра, облачности, осадков и относительной влажности.
2. Сравнить наши данные с данными, полученными в Звенигороде и Тверской области.

## Материалы и методы

Наблюдение проводились на Capteni tee (улица) в поселке Клоогаранна (Kloogaranna) в волости Кейла Харьюского уезда Эстонии в период с 21 по 29 июля 2016 года. Установка для ловли насекомых на свет была прикреплена на западной стене деревянного дома на высоте около четырех метров над землей. К стене была прикреплена белая простыня. В середине верхней ее части был начерчен квадрат со стороной около 50 см. Нижняя часть простыни лежала на полу второго этажа. Стена просматривалась с запада и юга, с севера и востока видимость ограничивалась стенами дома.

В состав установки входила ртутная лампа мощностью 250 Вт (ДРЛ-250), которая была расположена напротив центра квадрата на расстоянии примерно 10 см от него. В установку с лампой входил так же последовательно подсоединенный к лампе дроссель для ртутных ламп. Для подключения к источнику электричества использовался удлинитель длиной 10 м. Дроссель и конец удлинителя были защищены от дождя крышей дома.

Мы включали лампы в 21:30 по московскому времени, наблюдение начинали в 22:30, а заканчивали в 3:30 и в это же время выключали лампы. Каждые 15 минут мы вносили в бланк температуру воздуха в градусах Цельсия и число насекомых, находящихся в пределах квадрата. Впоследствии по данным метеостанции в бланк были внесены данные об относительной влажности воздуха в %, о давлении(гПа) и общие погодные условия (ясно, переменная облачность или пасмурно и дождь) по данным метеостанции города Таллина с сайта (Eurometeo, Tallin weather Archive, 2016). В ночь с 21 на 22 июля мы прерывали эксперимент в 2:45, а с 22 на 23 и с 26 по 27 эксперимент не проводился вовсе.

Всю статистическую обработку данных проводили в программе R. Для установления зависимости между числом насекомых и остальными данными мы строили диаграммы рассеяния проводили корреляционный тест Спирмана, так как данные не параметрические.

## Результаты

Число насекомых, летящих на свет обратно пропорционально температуре воздуха (рис.1), тест Спирмана:  $p=0,006$ ;  $r = -0,25$ .

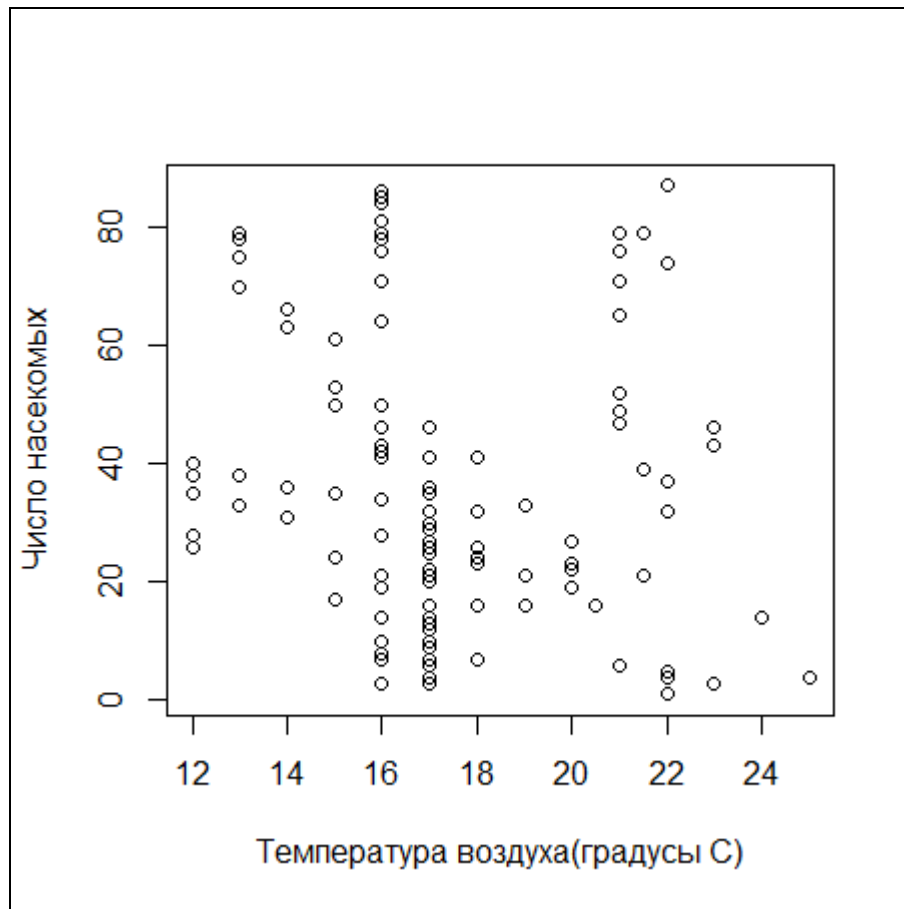


Рис. 1. Зависимость числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток от температуры воздуха за все дни наблюдения.

Число насекомых обратно пропорционально атмосферному давлению (рис.2),

Тест Спирмана:  $p\text{-value} = 1.283 \times 10^{-8}$ ;  $r = -0,5$ .

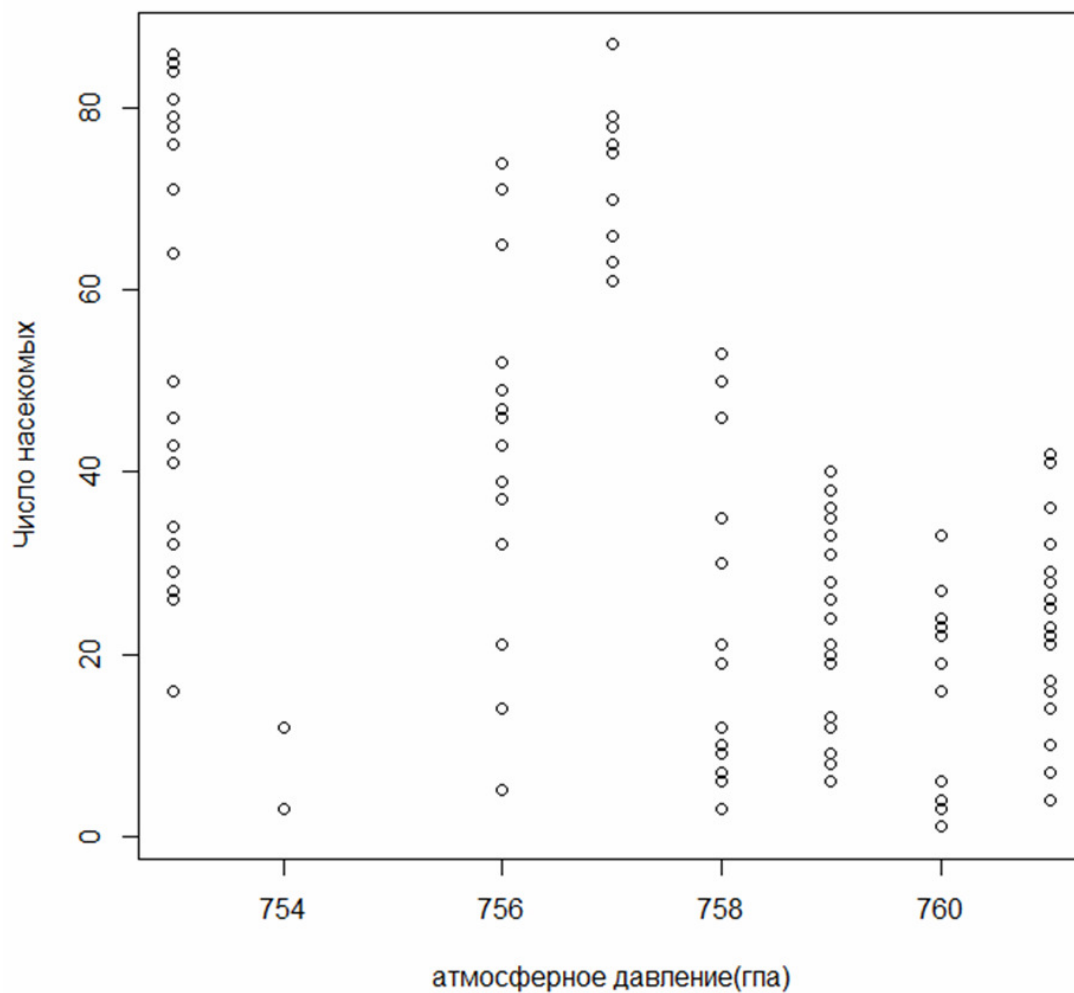


Рис. 2. Зависимость числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток от атмосферного давления за все дни наблюдения.

Число насекомых, летающих ночью на свет не зависит от влажности воздуха (рис. 5), тест Спирмана:  $p\text{-value} = 0.4$ ;  $r = 0.08$ .

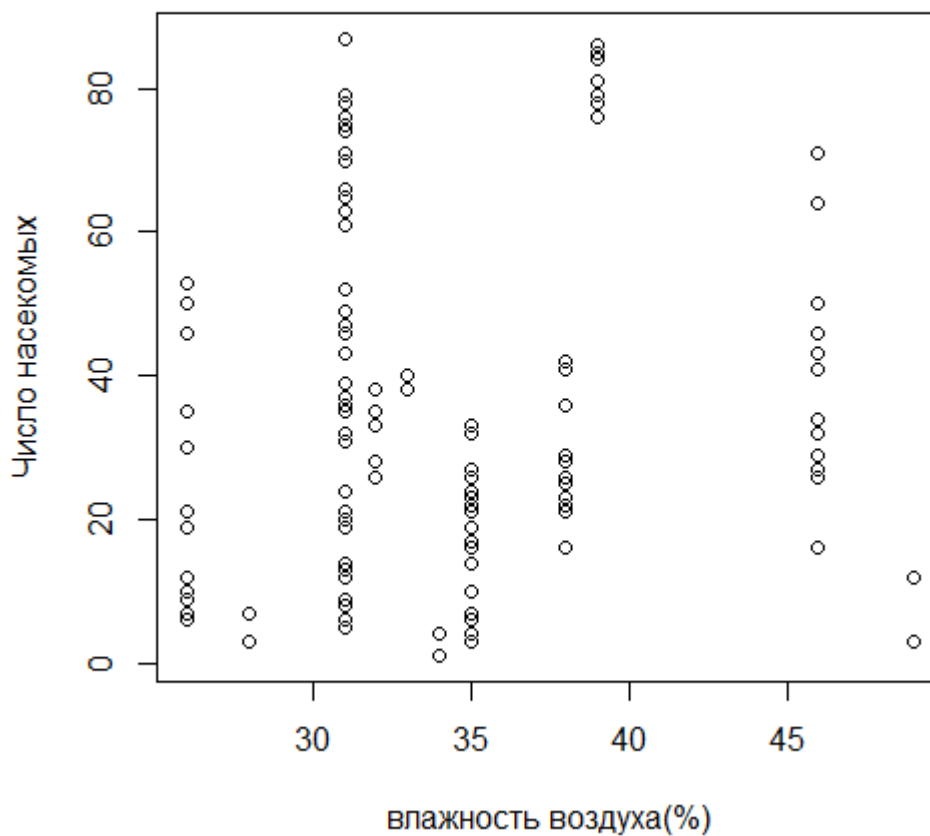


Рис. 3. Зависимость числа насекомых, летающих на свет в тёмное время суток от влажности воздуха за все дни наблюдения.



Число насекомых, летящих ночью на свет не зависит от силы ветра (рис. 4)

тест Спирмана:  $p\text{-value} = 0.5$ ;  $r = 0.06$

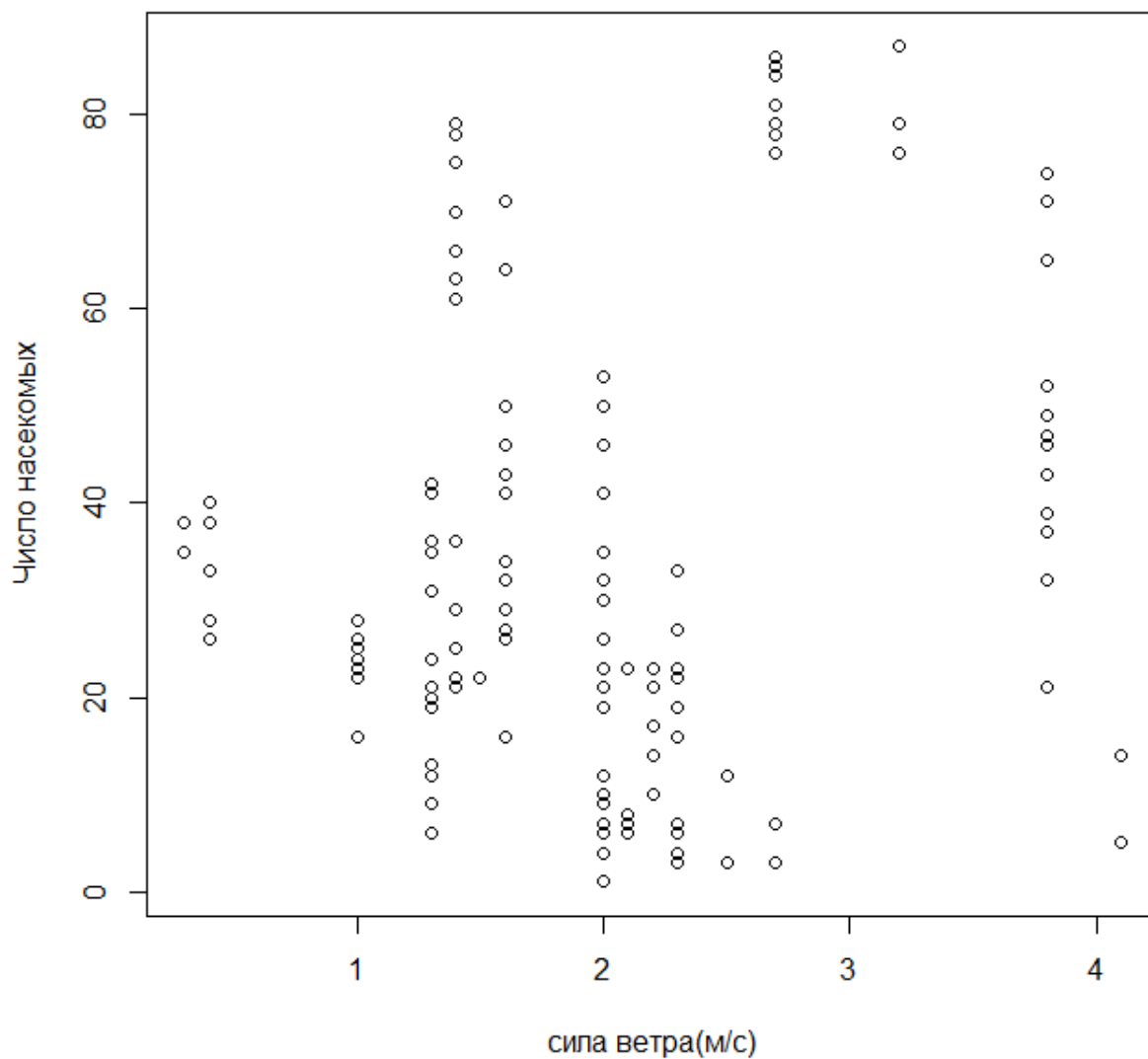


Рис. 4. Зависимость числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток от силы ветра за все дни наблюдения.

Число насекомых неодинаково при разной облачности: оно максимально в ясную погоду и минимально в облачную и дождливую погоду. (рис. 5)

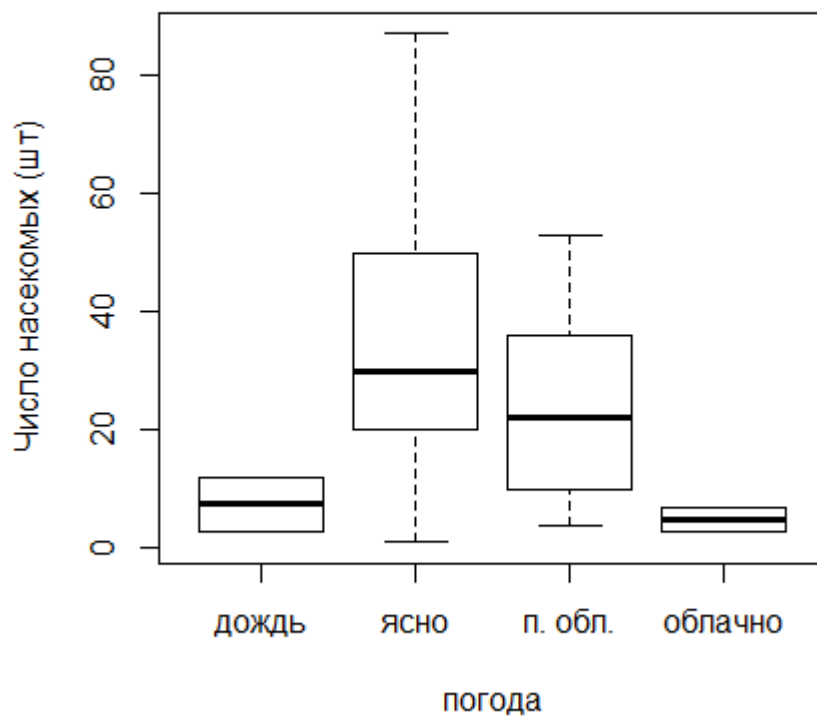


Рис. 5. Число насекомых, летящих на свет в тёмное время суток при разной облачности за все дни наблюдения. (п. обл.= переменная облачность).

Примечание: Числа, на оси “время суток” (рис. 6—11) это порядковые номера наблюдений, проводившиеся с интервалом в 15 минут с 22:30 до 03:30.

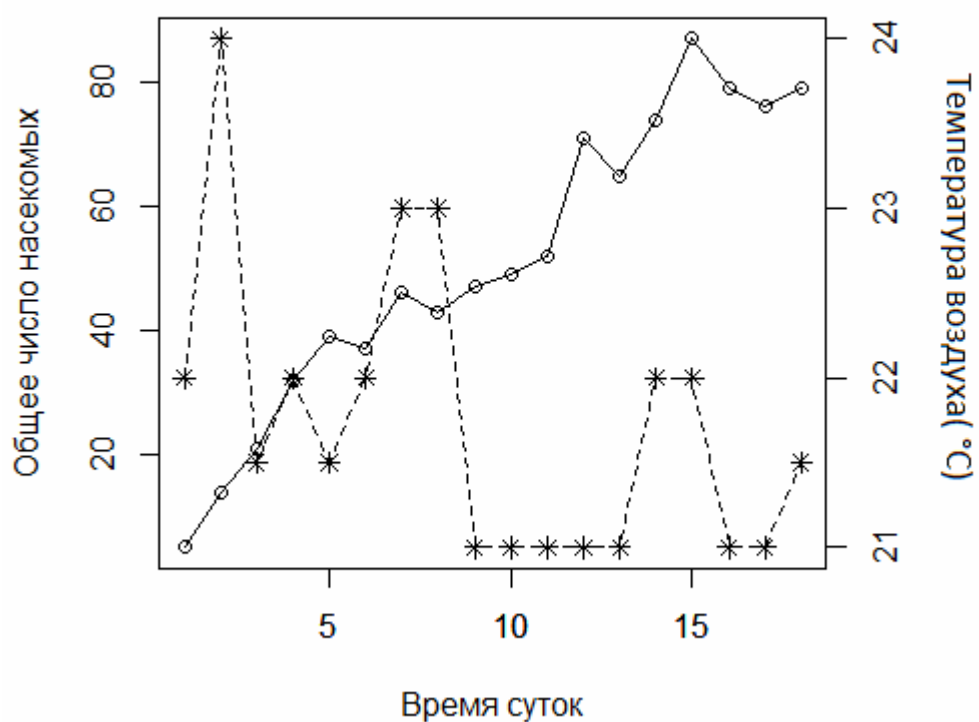


Рис. 6. График линейной зависимости, числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток (сплошная линия), и температуры воздуха (штриховая линия) от времени суток 21 июля.

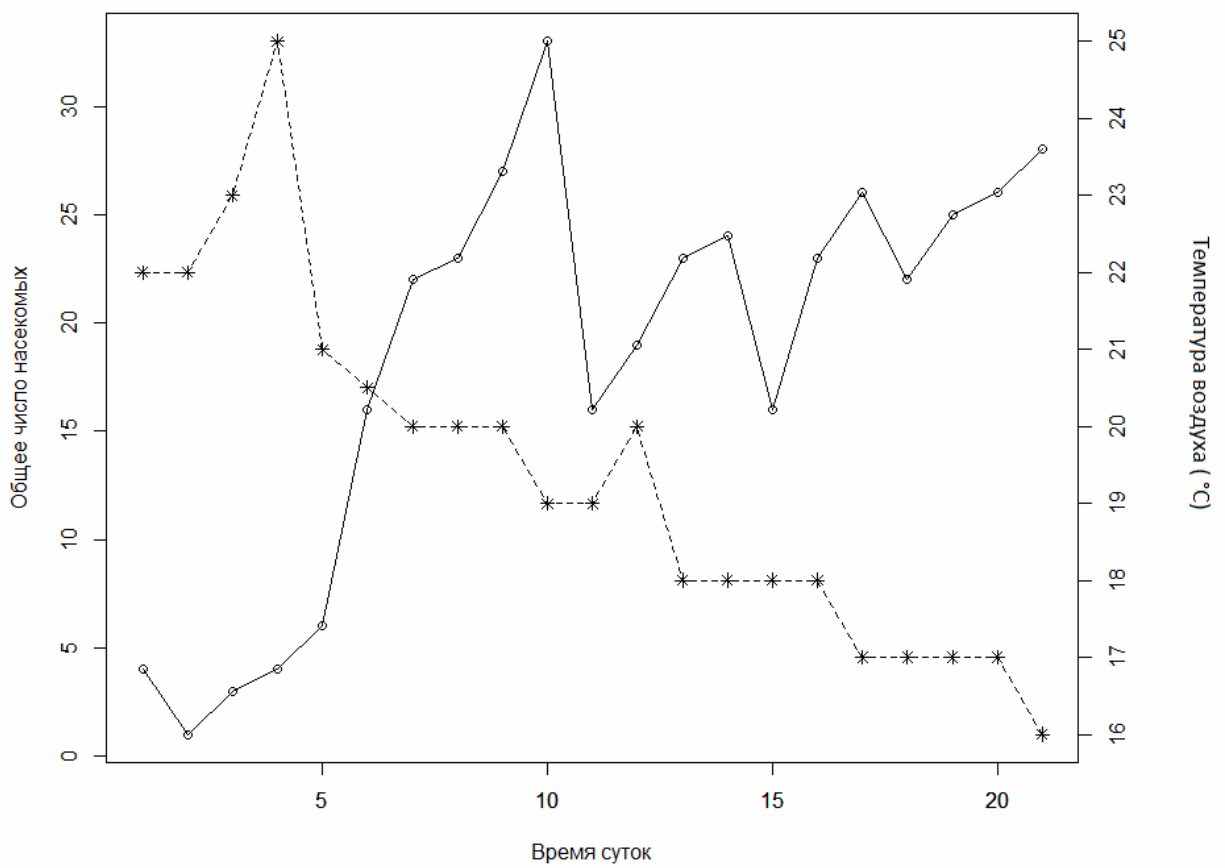


Рис. 7 График линейной зависимости, числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток (сплошная линия), и температуры воздуха (штриховая линия) от времени суток 23 июля.

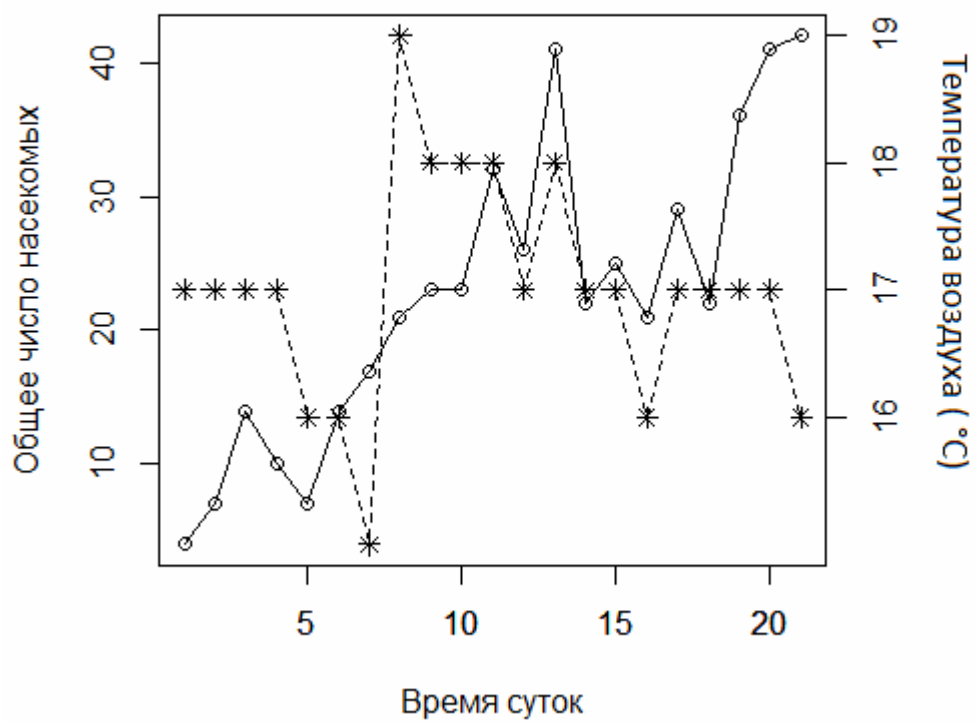


Рис. 8. График линейной зависимости числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток (сплошная линия), и температуры воздуха (штриховая линия) от времени суток 24 июля.

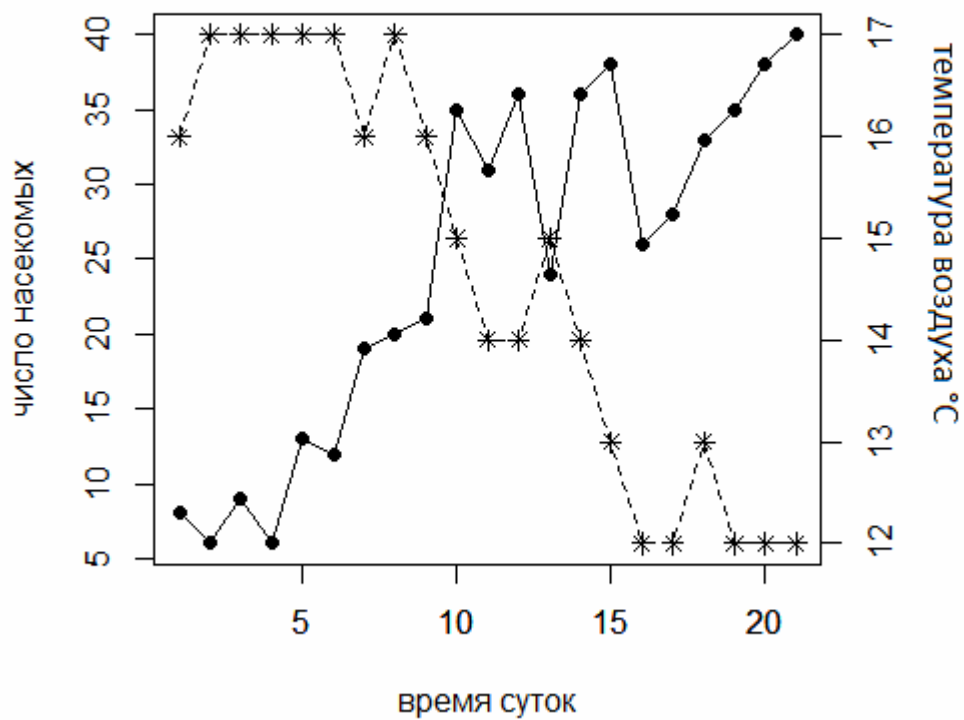


Рис. 9. График линейной зависимости, числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток (сплошная линия), и температуры воздуха (штриховая линия) от времени суток 25 июля.

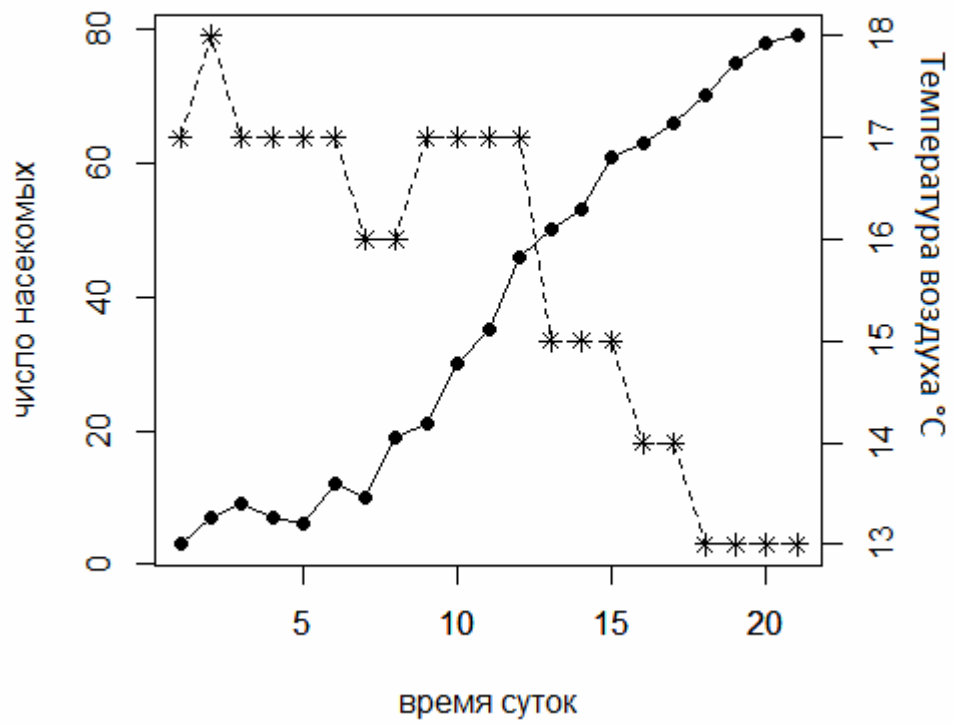


Рис. 10. График линейной зависимости, числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток (сплошная линия), и температуры воздуха (штриховая линия) от времени суток 27 июля.

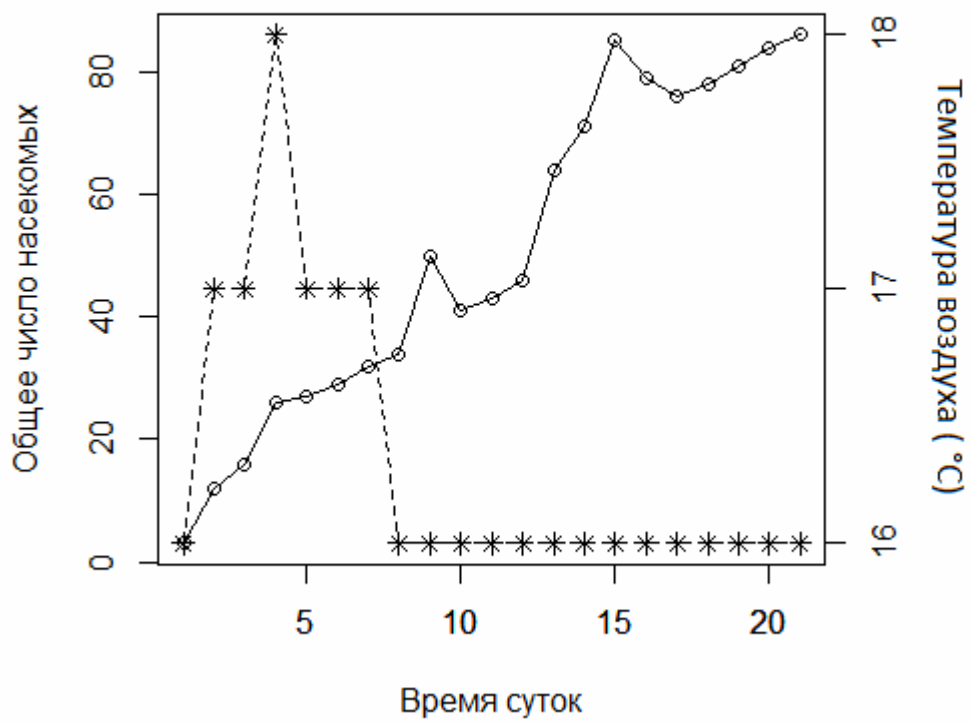


Рис. 11. Зависимость числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток (сплошная линия), и температуры воздуха (штриховая линия) от времени суток 28 июля.



## Обсуждение

Пользуясь, составленными нами графиками и выявленными закономерностями, мы рассуждаем о зависимости числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток от

Различных погодных условий, а так же сравниваем, полученные нами результаты с данными прошлых лет.

**Время суток:** Мы не обнаружили определённого периода времени в который число насекомых достигает максимума, по нашим данным максимум может наблюдаться в любое время с 00:30 до 03:30. Наши предшественники смогли выделить определённые периоды наиболее высокой активности фотоксенов. Группа В. Александрова и др. (2016) выяснила, что наибольшее число фотоксенов можно наблюдать с 01:00 до 02:00; группа М. Дралкиной и др. (2015) наблюдала максимальное число фотоксенов, летящих ночью на свет примерно с 02:00 до 03:00; группа Д. Волкова и др. (2014) получила, что примерно до 00:30 численность насекомых растёт, а затем до примерно 03:50 оно сильно не изменяется; группа Н. Ивановой и др. (2013) так же не обнаружили, в какой промежуток времени число насекомых, летящих на свет максимально.

24 и 25 июля число насекомых росло с начала наблюдений до 00:30 и примерно до 00:02 оно сильно не изменяется и уменьшается к концу наблюдений, это мы объясняем тем что с начала наблюдений естественная освещённость падала, и насекомые всё больше ориентировались на искусственный источник света, а концу наблюдений естественная освещённость опять начинала расти; 21, 27 и 28 числа число насекомых растёт с начала наблюдений до конца наблюдений; 23 июля с 23:30 до 00:15 число насекомых, летящих на свет растёт и достигает максимума и до конца наблюдений сильно не изменяется. Наши предшественники на ЗБС В. С. Ботнаревский и др. (2016) тоже выяснили, что число насекомых начинает расти с начала наблюдений и не прекращает расти к концу наблюдений.

То, что наши наблюдения более схожи с результатами работавших на ЗБС, чем в Тверской области, мы можем объяснить тем, что в конце и середине июля динамика лета на свет насекомых изменяется.

**Температура воздуха:** Мы выявили отрицательную корреляцию числа насекомых, летящих на свет с температурой воздуха, примерно в середине ночи температура воздуха начинала снижаться, и именно в этот момент времени активность насекомых начинала повышаться. Все наши предшественники выявили положительную зависимость числа насекомых, летящих ночью на свет, от температуры воздуха. Свои данные мы объясняем тем, что температура воздуха во время наших исследований редко опускалась ниже 10 °С

и это скорее всего мало влияло на активность насекомых, также в некоторые ночи колебания температуры не превышали 2 °С, что тоже скорее всего не отражалось на числе насекомых, летящих на свет. Мы провели статистический тест Спирмана и получили, что коэффициент корреляции равен -0.25, что является очень низким значением по модулю (всего 6% изменений числа насекомых определяется изменениями температуры). Так же выявили отрицательную корреляцию числа насекомых, летящих на свет с температурой воздуха наши предшественники на ЗБС В. С. Ботнаревский и др. (2016).

**Атмосферное давление:** Мы выяснили отрицательную зависимость числа насекомых, летящих на свет в тёмное время суток, от атмосферного давления. Все наши предшественники кроме группы В. Александрова и др. (2016) получили такие же результаты, что и мы. Наши предшественники на ЗБС не обнаружили никакой корреляции числа насекомых, летящих на свет, от атмосферного давления.

**Облачность:** Наибольшее число насекомых, летящих на свет наблюдалось при ясной погоде и немного меньше при переменной облачности, наименьшее число насекомых наблюдалось в облачную погоду и чуть больше в дождь.

## Выводы

1. Мы выявили отрицательную зависимость числа насекомых, летящих на свет в темное время суток от температуры и атмосферного давления и не нашли зависимости от силы ветра, облачности, осадков и относительной влажности. Так же мы выяснили, в какую погоду число насекомых, летящих на свет максимально и минимально.

2. В отличие от наших предшественников, нам не удалось выявить определенные периоды наиболее высокой активности фотоксенов. Так же у проводивших исследования в Тверской области зависимость от температуры была положительной, а у нас и группы Ботнаревского и др. (2016) – отрицательной. Зависимость от давления у нас и наших предшественников в Тверской области была отрицательной, а проводившие исследования на ЗБС не смогли ее выявить. То, что наши результаты различаются с данными, полученными в Тверской области, можно объяснить тем, что мы проводили исследования на три недели позже. Так же в Эстонии более мягкий климат, чем в Тверской области.

## Благодарности

Мы благодарим П.А. Волкову за помощь в проведении статистической обработки данных.

## Литература

*Александров В., Коток А., Петрушкина Е., Прудник Н.*, 2016. Динамика численности насекомых, прилетающих на свет в темное время суток [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf16/light.pdf>

*Андреева А., Иванова А., Кременчугская Т.*, 2011. Динамика численности прилетающих на свет насекомых в темное время суток [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf11/babochki.zip>

*Ботнаревский В.С., Николаева А.М., Михайлова А.Л.*, 2016. Изучение динамики лета насекомых на искусственные источники света. (неопубликованная рукопись самостоятельной работы студентов биологического факультета МГУ).

*Волков Д., Пименов Т.*, 2014. Насекомые, прилетающие на свет в темное время суток: динамика численности и таксономический состав [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.bioclass.ru/files/konf14/Let\\_na\\_svet\\_F.doc](http://www.bioclass.ru/files/konf14/Let_na_svet_F.doc)

*Данилин И., Устенко И., Заяц Е.*, 2012. Динамика численности насекомых, прилетающих ночью на различные источники света в пос. Полукарпово (Тверская область) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf12/danilin.rar>

*Дралкина М., Юркина А., Овчаренко Е.*, 2015. Динамика численности насекомых, прилетающих на свет в темное время суток в Удомельском районе Тверской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf15/light.pdf>

*Горностаев Г.Н.*, 1984. Введение в этологию насекомых – фотоксенов. Наука.

с. 101 – 107.

*Иванова Н., Иванова О., Степанов А.*, 2013. Динамика численности насекомых, прилетающих на свет ламп накаливания в темное время суток [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf13/light.doc>

*Чернышев В.Б.*, 1996. Экология насекомых. Изд-во МГУ. 304 с.

Eurometeo, Tallin weather Archive, 2016 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eurometeo.ru/estonia/harju/tallinn/archive/>