

Цифровые световые технологии для управления поведением *Galleria mellonella*

Надежда Петровна Кондратьева¹,
доктор технических наук, заведующая кафедрой,
e-mail: aep_isha@mail.ru;
Даниил Викторович Бузмаков¹,
преподаватель, преподаватель-исследователь;

Ильнур Равилович Ильясов¹,
преподаватель, преподаватель-исследователь;
Роман Геннадьевич Большин²,
кандидат технических наук, преподаватель;
Мария Геннадьевна Краснолуцкая²,
кандидат технических наук, преподаватель

¹Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ижевск, Российская Федерация;

²Учебно-научный инновационный центр «Омега», г. Ижевск, Российская Федерация

Реферат. Показали, что большая восковая моль (*Galleria mellonella*) наносит вред пчелиным семьям, уничтожая до 30 процентов меда в улье. Изучили результаты экспериментов по управлению ее поведением с помощью разработанной автоматизированной микропроцессорной системы, поддерживающей продолжительность работы источников оптического излучения. (*Цель исследования*) Разработать световые технологии с применением микропроцессорной автоматизированной системы, позволяющей управлять поведением бабочек большой восковой моли путем реализации привлекательных характеристик оптического излучения. (*Материалы и методы*) Управление поведением большой восковой моли осуществляли с помощью разработанной нами автоматизированной системы поддержания требуемой продолжительности опыта и параметров оптического излучения. Главным элементом разработанной микропроцессорной автоматизированной системы выбрали микроконтроллер *ATmega328*. Написали для него программу, используя визуальное программирование *FLProg* версии 5.3.0. (*Результаты и обсуждение*) Выявили, что вне зависимости от длительности опыта бабочки *Galleria mellonella* отдадут предпочтение излучению с длиной волны 400 нанометров. (*Выводы*) Определили, что привлекательным оказалось излучение с длиной волны 400 нанометров продолжительностью 10 минут. Показали возможность управлять поведением *Galleria mellonella*, заманивая бабочек в определенное место в улье, где заданы комфортные параметры спектра. На микроконтроллере *ATmega328* разработали автоматизированную систему управления поведением бабочек большой восковой моли путем реализации привлекательных характеристик оптического излучения.

Ключевые слова: микропроцессорные автоматизированные системы, управление поведением большой восковой моли (*Galleria mellonella*), оптическое излучение, экспозиция.

Для цитирования: Кондратьева Н.П., Бузмаков Д.В., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. Цифровые световые технологии для управления поведением *Galleria mellonella* // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2021. Т. 15. №1. С. 78-83. DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-1-78-83.

Digital Lighting Technologies to Control *Galleria Mellonella* Behavior

Nadezhda P. Kondrat'eva¹,
Dr.Sc.(Eng.), head of the department
e-mail: aep_isha@mail.ru;
Daniil V. Buzmakov¹,
high-research teacher;

Ilnur R. Ilyasov¹,
high-research teacher;
Roman G. Bol'shin²,
Ph.D.(Eng), professor;
Mariya G. Krasnolutsкая²,
Ph.D.(Eng), professor

¹Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russian Federation;

²Educational and scientific innovative center "Omega", Izhevsk, Russian Federation

Abstract. The authors found out that the greater wax moth (*Galleria mellonella*) harmed bee colonies by destroying up to 30 percent of honey in a beehive. They studied the results of experiments on controlling its behavior using a developed automated microprocessor system that maintained optical radiation sources duration. (*Research purpose*) To develop light technologies using

a microprocessor-based automated system that allows controlling *Galleria mellonella* behavior by realizing attractive optical radiation characteristics. (*Materials and methods*) *Galleria mellonella* behavior was controlled by an automated system that the authors worked out for maintaining the required duration of the experiment and optical radiation parameters. The ATmega328 microcontroller was chosen as the main element of the developed microprocessor automated system. The authors created a program for it using visual programming FLProg version 5.3.0. (*Results and discussion*) The authors found that, regardless of the experiment duration, *Galleria mellonella* butterflies preferred radiation with 400 nanometers wavelength. (*Conclusions*) The authors determined that radiation with 400 nanometers wavelength and 10 minutes duration was attractive. They showed the ability to control *Galleria mellonella* behavior, luring butterflies to a specific place in the beehive with comfortable spectrum parameters. An automated system for controlling the greater wax moth butterfly behavior was developed on ATmega328 microcontroller by implementing attractive optical radiation characteristics.

Keywords: microprocessor-based automated systems, the greater wax moth (*Galleria mellonella*) behavior control, optical radiation, exposure.

For citation: Kondrat'eva N.P., Buzmakov D.V., Il'yasov I.R., Bol'shin R.G., Krasnolutsкая M.G. Tsifrovye svetovye tekhnologii dlya upravleniya povedeniem *Galleria mellonella* [Digital lighting technologies to control *Galleria mellonella* behavior]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2021. Vol. 15. N1. 78-83 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-1-78-83.

Одним из главных вредителей пчелосемей считается большая восковая моль *Galleria mellonella* (рис. 1). Ее личинки могут уничтожить до 30% меда, а также другие ценные продукты пчеловодства: прополис, цветочную пыльцу, пчелиный воск, пчелиный яд [1-4].

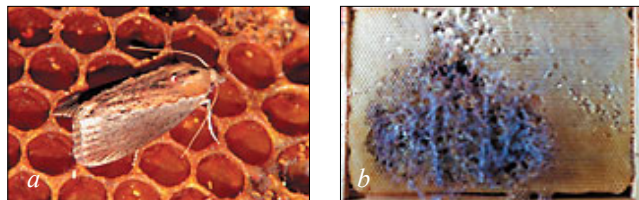


Рис. 1. Бабочка большой восковой моли (а) и испорченные ее личинками соты (b)

Fig. 1. The *Galleria mellonella* butterfly (a), damaged by its larvae honeycombs (b)

Насекомое имеет большие фасеточные глаза. Они состоят из 5-25 тыс. фасеток. Глаз обычной комнатной мухи включает 4000 фасеток [5, 6].

Сложноустроенные глаза насекомых реагируют на такие характеристики оптического излучения, как яркость, спектр (длину волны) и поляризация (ориентированность колебаний электромагнитной составляющей). Спектральную характеристику света насекомые используют для регистрации и распознавания объектов окружающего мира. Практически все они способны воспринимать свет в диапазоне 300-700 нм, в том числе и недоступную для позвоночных ультрафиолетовую часть спектра [7, 8].

Управление поведением живых объектов может быть основано на их реакции на спектр и экспозицию [8, 9]. Многие насекомые видят УФ-излучение [9, 10].

Гусеницы большой восковой моли протачивают стенки, разрушают соты, создают паутинообразные шелковые нити, которыми оплетают ячейки, вызы-

вая гибель находящихся в них личинок и куколок пчел. Из-за этого пчелы могут покинуть улей [11, 12].

В то же время гусеницы *Galleria mellonella* при правильном их использовании могут принести неограниченную пользу при переработке полиэтилена, который они расщепляют намного эффективнее по сравнению со специальными бактериями. Структура полиэтилена похожа на химическую структуру пчелиных восков, поэтому личинки восковой моли могут расщепить и этот искусственный полимер [3].

В Европе полиэтилен составляет 40% от всех пластмасс и 38% от всего пластика, который находится на мусорных свалках. Естественным путем разные виды полиэтиленов распадаются 100-400 лет. Таким образом, огромная полиэтиленовая масса составляет серьезную экологическую проблему для всех стран мира, и экологически чистое и естественное расщепление полиэтилена с помощью личинок большой восковой моли может стать перспективным.

В целом большая восковая моль наносит пчеловодству значительный урон. Для ее уничтожения применяют сернистый газ, тимол, уксусную кислоту (80%), парадихлорбензол [12]. Мы предлагаем использовать экологически чистый способ для привлечения бабочек оптическим излучением, чтобы указать им место отложения яиц с помощью привлекательного для них спектра излучения.

Поэтому разработка микропроцессорной автоматизированной системы управления поведением бабочек *Galleria mellonella* является актуальной задачей.

Цель исследования – разработать цифровые световые технологии с использованием микропроцессорной автоматизированной системы, позволяющей управлять поведением бабочек большой восковой моли путем реализации привлекательных характеристик оптического излучения.

Для выполнения этой цели были поставлены сле-

дующие задачи:

- провести эксперименты по определению спектра и экспозиции оптического излучения, привлекательных для бабочек большой восковой моли;

- разработать цифровые световые технологии с использованием микропроцессорной автоматизированной системы, автоматически поддерживающей привлекательные характеристики оптического излучения для управления поведением насекомых.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В лабораторных условиях бабочек большой восковой моли помещали в экспериментальную установку, состоящую из пяти равных по объему емкостей высотой 110 мм и диаметром 60 мм (рис. 2).

Влажность измеряли мультиметром *ТЕК DT 838*

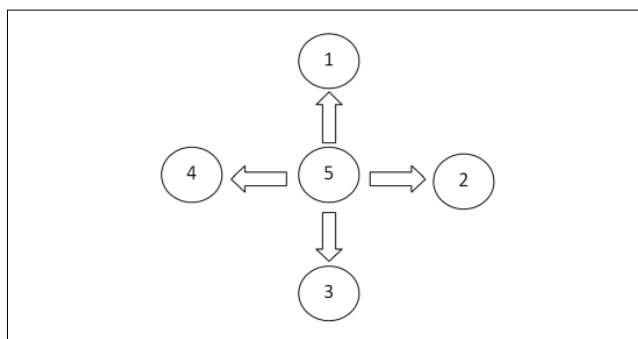


Рис. 2. Схема установки: 1, 2, 3 и 4 – емкости с различными спектральными излучателями; 5 – центральная емкость с бабочками большой восковой моли

Fig. 2. Installation diagram: 1, 2, 3 and 4 – capacities with different spectral emitters; 5 - central container with the *Galleria mellonella* butterflies

(Россия). Мощность излучения в зонах УФ-А, УФ-В и УФ-С определяли прибором УФ-радиометром *ТКА-АВС* (Россия).

Провели два эксперимента. В каждом эксперименте в центральную емкость помещали 10 мужских особей большой восковой моли и 4 женских (рис. 2). В каждом эксперименте в емкостях 1, 2, 3 и 4 размещали по 30 г кормовой смеси, состоящей из перги, воска и меда в равных количествах.

В первом эксперименте температура в каждой емкости поддерживалась на уровне 28°C, относительная влажность – 20-60%, освещенность – 10 лк при разной спектральной плотности излучения по емкостям (табл. 1).

Во втором эксперименте температуру изменяли от 25°C до 28°C, относительная влажность оставалась постоянной – 60%, освещенность – 10 лк при разной спектральной плотности излучения.

Управление поведением большой восковой моли осуществляли с помощью разработанной нами автоматизированной системы поддержания требуемой продолжительности опыта и параметров оптического излучения. Аналогичные автоматизированные си-

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ EXPERIMENTAL CONDITIONS		Номер эксперимента Experiment number	
Условия эксперимента Experimental conditions			
	1	2	
Температура, °C / Temperature, °C	28	25-28	
Влажность, % / Humidity,%	20-60	60	
Освещенность, лк / Illumination, lx	10		
Продолжительность излучения, мин Radiation duration, min	10; 30; 60		

стемы были разработаны и успешно опробованы ранее [13-15].

Автоматизированная система управления реализует продолжительность опыта. В ее основе находится микроконтроллер *ATmega328*, собранный на плате *Arduino Uno*. Алгоритм программы поддерживает температуру 25-28°C, влажность воздуха 20-60%, а также управляет продолжительностью воздействия оптического излучения. При помощи кнопок можно выбрать и запустить светодиодные источники излучения. Под каждой кнопкой записано соответствующее значение времени работы светодиодов: 10; 30 и 60 мин. Освещенность составляет 10 лк.

Большинство исполнительных механизмов подключены через промежуточное реле, так как их мощность слишком велика для выходов микроконтроллера. В системе предусмотрен звуковой сигнал, который оповещает о завершении проведенного облучения. Программу для микроконтроллера мы написали при помощи программы для визуального программирования *FLProg* версии 5.3.0.

Отслеживая, какая кнопка была нажата, программа активирует соответствующий выход, к которому подключено промежуточное реле, включающее излучатели. Далее в программе в соответствии с выбранной кнопкой запускается таймер. Когда работа излучателя завершается, раздается звуковой сигнал.

Эксперименты проводили на кафедре автоматизированного электропривода Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. Бабочки большой восковой моли получены из Удмуртского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (УдмФИЦ УрО РАН).

Повторность опытов трехкратная. Статистическую обработку данных проводили с помощью электронных таблиц *Excel*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. В первом эксперименте исследовали влияние коротковолнового оптического излучения на перемещение насекомых при изменении влажности от 20 до 60% и постоянной температуре. Их помещали в центральную емкость на 10; 30 и 60 мин (табл. 2).

При продолжительности опыта 10 мин бабочки



Таблица 2

Table 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА / FIRST EXPERIMENT'S RESULTS					
Номер емкости Tank number	Температура, °C Temperature, °C	Влажность воздуха, % Humidity, %	Длина волны, нм Wavelength, nm	Среднее количество особей Average number of individuals	
				шт. / pieces	%
<i>Продолжительность излучения 10 мин / Radiation duration = 10 min</i>					
1	28	60	577	0,667	4,76
2		50	546	1,667	11,91
3		40	491	5,000	35,72
4		30	400	6,667	47,62
5		20	–	0	0
<i>Продолжительность излучения 30 мин / Radiation duration = 30 min</i>					
1	28	60	577	1,333	9,52
2		50	546	3,667	26,19
3		40	491	4,667	33,34
4		30	400	4,000	28,57
5		20	–	0,333	2,38
<i>Продолжительность излучения 60 мин / Radiation duration = 60 min</i>					
1	28	60	577	3,667	26,19
2		50	546	5,667	40,48
3		40	491	2,667	19,05
4		30	400	2,000	14,29
5		20	–	0	0

восковой моли преимущественно перемещаются в емкость, где спектральная плотность имеет наименьшую длину волны. При увеличении экспозиции до 60 мин перемещение насекомых больше зависит от

влажности.

Таким образом, целесообразно включать излучатели на 10 мин, так как за это время примерно 50% бабочек перемещаются в емкость с излучением 400 нм,

Таблица 3

Table 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ВТОРОГО ЭКСПЕРИМЕНТА / SECOND EXPERIMENT'S RESULTS					
Номер емкости Tank number	Температура, °C Temperature, °C	Влажность воздуха, % Humidity, %	Длина волны, нм Wavelength, nm	Среднее количество особей Average number of individuals	
				шт. / pieces	%
<i>Продолжительность излучения 10 мин / Radiation duration = 10 min</i>					
1	29	60	577	0,667	4,76
2	30		546	1,667	11,91
3	31		491	5,333	38,10
4	32		400	6,000	42,86
5	33		–	0,333	2,38
<i>Продолжительность излучения 30 мин / Radiation duration = 30 min</i>					
1	27	60	577	0	0,00
2	28		546	1,000	7,14
3	29		491	4,333	30,95
4	30		400	5,667	40,48
5	31		–	3,000	21,43
<i>Продолжительность излучения 60 мин / Radiation duration = 60 min</i>					
1	25	60	577	1,333	9,52
2	26		546	1,000	7,14
3	27		491	4,000	28,57
4	28		400	6,333	45,24
5	29		–	1,333	9,52

в то время как за 60 мин только 40% особей оказываются в емкости с излучением 546 нм.

Математическая зависимость количества переместившихся бабочек от длины волны, при коэффициенте детерминации $R^2 = 0,9356$ имеет вид:

$$N = -0,035 \cdot \lambda + 21,122,$$

где N – количество переместившихся бабочек, шт.;

λ – длина волны излучения, $400 \text{ нм} \leq \lambda \leq 577 \text{ нм}$.

Количество переместившихся бабочек в зависимости от влажности при коэффициенте детерминации $R^2 = 0,9615$ равно:

$$N = 0,2133 \cdot \varphi + 13,1,$$

где φ – влажность воздуха, $20\% \leq \varphi \leq 60\%$.

Во втором опыте изучали влияние спектральной плотности коротковолнового оптического излучения, температуры воздуха и времени облучения на перемещение бабочек большой восковой моли. Влажность поддерживалась постоянной на уровне 60% (табл. 3).

При наименьшей длительности облучения – 10 мин – для 43% насекомых комфортными стали температура 32°C и излучение с длиной волны 400 нм. А в течение 60 мин 45% бабочек *Galleria mellonella* предпочли температуру 28°C и излучение с длиной вол-

ны 400 нм. Экспозиция 30 мин выявила перемещение 40% большой восковой моли в емкость с температурой 30°C и излучением 400 нм.

Таким образом, применение цифровой световой технологии с использованием разработанной микропроцессорной автоматизированной системы управления на микроконтроллере *ATmega328*, собранной на плате *Arduino Uno*, позволяет использовать экологически чистые световые электротехнологии для управления поведением бабочек большой восковой моли [14, 15].

Выводы

Примерно 50% бабочек *Galleria mellonella* перемещаются в емкость с излучателем 400 нм за 10 мин опыта. А в течение 60 мин только 40% особей оказываются в емкости с излучателем 546 нм.

Разработанная микропроцессорная автоматизированная система управления с микроконтроллером *ATmega328*, собранная на плате *Arduino Uno*, позволяет управлять поведением бабочек большой восковой моли путем реализации привлекательных для этих насекомых характеристик оптического излучения: 400 нм в течение 10 мин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Неумывакин И.Ф. Прополис. Мифы и реальность. М. – СПб.: Диля. 2005. 128 с.
2. Шикова Ю.В., Маннапов А.Г., Зарипов Р.А. Продукты пчеловодства в профилактике сезонных вспышек заболеваний гриппом и ОРВИ // *Пчеловодство*. 2020. №5. С. 50-51.
3. Чернышев В.Б. Сельскохозяйственная энтомология (Экологические основы). М.: Триумф. 2012. 232 с.
4. Helenius J. Spatial scales in ecological pest management (EPM): importance of regional crop rotation. *Entomological Research in Organic Agriculture*. 1997. Vol. 15. N1-4. 163-170.
5. Сажнев А.С., Родионова Е.Ю. Жесткокрылые (Insecta: Coleoptera), собранные в световые ловушки со сверхъяркими светодиодами на территории Краснодара // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология*. 2019. Т. 19. №2. С. 188-195.
6. Куканов А.С., Самков М.Н., Зельдин Я.Н. Лов насекомых на свет под водой // *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология*. 2006. №2. С. 94-95.
7. Сулаймонов Б.А., Овчинников А.С., Сапаев Б., Бочарников В.С., Сапаев И.Б., Фомин С.Д., Эркинов З.Ш. Мониторинг фаз развития насекомых – сельхозвредителей посредством экспериментальных светоловушек для совершенствования электрофизических методов борьбы // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2019. №3(55). С. 307-313.
8. Покивайлов А.А., Хайров Х.С., Назарова Ш.Д., Рашидова З.Ф. Некоторые результаты сбора саранчовых (Orthoptera, Acrididae) на УФ-излучение световых ловушек в Юго-Западном Таджикистане. Сообщение 2 // *Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук*. 2018. N1(200). С. 7-12
9. Суринский Д.О., Савчук И.В., Басуматорова Е.А. Преимущества интегрированного способа защиты растений от насекомых – вредителей // *Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения*. 2019. N1(18). С. 39-45.
10. Савчук И.В., Суринский Д.О., Русаков И.А. Математическая модель расчета конструктивных параметров видеосветоловушки // *Вестник КрасГАУ*. 2017. N4(127). С. 81-88.
11. Korb S.K. Automatic autonomous light traps and their usage for the quantitative accounting on example of hawkmoths of Kyrgyzstan (Lepidoptera: Sphingidae). *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. 2018. Vol. 3. N3. 80-85.
12. Ключко Р.Т., Луганский С.Н., Блинов А.В. Борьба с большой восковой молью на пасаках // *Пчеловодство*. 2019. №3. С. 34-36.
13. Bolshin R.G., Kondrateva N.P., Krasnolutsкая M.G. Irradiation set with UV diodes and microprocessor system of automatic dose control. *Light & Engineering*. 2019. Vol. 27. №6. С. 127-132.
14. Кондратьева Н.П., Бузмаков Д.В., Большин Р.Г., Крас-



нолуцкая М.Г., Ильясов И.Р., Осокина А.С. Результаты опытов по применению световых энергосберегающих электро-технологий для отлова насекомых // *Вестник НГИЭИ*. 2019. N12(103). С. 25-36.

15. Kondrateva N.P., Filatov D.A., Terentiev P.V. Dependence of current harmonics of greenhouse irradiators on supply voltage. *Light & Engineering*. 2020. Vol. 28. N2. 85-88.

REFERENCES

1. Neumyvakin I.F. Propolis. Mify i real'nost' [Propolis. Myths and Reality]. Moscow – Saint-Petersburg: Dilya. 2005. 128 (In Russian).

2. Shikova Yu.V., Mannapov A.G., Zaripov R.A. Produkty pchelovodstva v profilaktike sezonnykh vspyshek zaboлеваemostyam grippom i ORVI [Beekeeping products in the prevention of seasonal outbreaks of influenza and viral respiratory infections]. *Pchelovodstvo*. 2020. N5. 50-51 (In Russian).

3. Chernyshev V.B. Sel'skokhozyaystvennaya entomologiya (Ekologicheskie osnovy) [Agricultural Entomology (Ecological Foundations)]. Moscow: Triumf. 2012. 232 (In Russian).

4. Helenius J. Spatial scales in ecological pest management (EPM): importance of regional crop rotation. *Entomological Research in Organic Agriculture*. 1997. Vol. 15. N1-4. 163-170 (In English).

5. Sazhnev A.S., Rodionova E.Yu. Zhestkokrylye (Insecta: Coleoptera), sobrannye v svetovye lovushki so sverkh'yarkimi svetodiodami na territorii Krasnodara [Coleoptera (Insecta: Coleoptera) collected in light traps with superbright LEDs on the territory of Krasnodar]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya*. 2019. Vol. 19. N2. 188-195 (In Russian).

6. Kukanov A.S., Samkov M.N., Zel'din Ya.N. Lov nasekomykh na svet pod vodoy [Catching insects to light under water]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya i ekologiya*. 2006. N2. 94-95 (In Russian).

7. Sulaymonov B.A., Ovchinnikov A.S., Sapaev B., Bocharnikov V.S. Sapaev I.B., Fomin S.D., Erkinov Z.Sh. Monitoring faz razvitiya nasekomykh – sel'khozvreditel'ey posredstvom eksperimental'nykh svetolovushek dlya sovershenstvovaniya elektrofizicheskikh metodov bor'by [Monitoring of the development phases of insects – agricultural pests by means of experimental light traps to improve electrophysical methods of control]. *Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2019. N3(55). 307-313 (In Russian).

8. Pokivaylov A.A., Khayrov Kh.S., Nazarova Sh.D., Rashidova Z.F. Nekotorye rezul'taty sbora saranchovykh (Orthoptera,

Acrididae) na UF-izluchenie svetovykh lovushek v Yugo-Zapadnom Tadjikistane. [ome results of collecting locusts (Orthoptera, Acrididae) for UV radiation of light traps in South-West Tajikistan.] Soobshchenie 2. *Izvestiya Akademii nauk Respubliki Tadjikistan. Otdelenie biologicheskikh i meditsinskikh nauk*. 2018. N1(200). 7-12 (In Russian).

9. Surinskiy D.O., Savchuk I.V., Basumatorova E.A. Preimushchestva integrirovannogo sposoba zashchity rasteniy ot nasekomykh – vreditel'ey [The advantages of an integrated method of protecting plants from insects – pests]. *Konstruirovaniye, ispol'zovanie i nadezhnost' mashin sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya*. 2019. N1(18). 39-45 (In Russian).

10. Savchuk I.V., Surinskiy D.O., Rusakov I.A. Matematicheskaya model' rascheta konstruktivnykh parametrov videosvetolovushki [A mathematical model for calculating the design parameters of a video light trap]. *Vestnik KrasGAU*. 2017. N4(127). 81-88 (In Russian).

11. Korb S.K. Automatic autonomous light traps and their usage for the quantitative accounting on example of hawkmoths of Kyrgyzstan (Lepidoptera: Sphingidae). *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka*. 2018. Vol. 3. N3. 80-85 (In English).

12. Klochko R.T., Luganskiy S.N., Blinov A.V. Bor'ba s bol'shoy voskovoy mol'yu na pasekakh [Fighting with the greater wax moth in apiaries]. *Pchelovodstvo*. 2019. N3. 34-36 (In Russian).

13. Bolshin R.G., Kondrateva N.P., Krasnolutsкая M.G. Irradiation set with UV diodes and microprocessor system of automatic dose control. *Light & Engineering*. 2019. Vol. 27. N6. 127-132 (In English).

14. Kondrat'eva N.P., Buzmakov D.V., Bol'shin R.G., Krasnolutsкая M.G., Il'yasov I.R., Osokina A.S. Rezul'taty opytov po primeneniyu svetovykh energosberegayushchikh elektrotekhnologiy dlya otlova nasekomykh [The experiments results on the use of light energy-saving electrical technologies for trapping insects]. *Vestnik NGIEI*. 2019. N12(103). 25-36 (In Russian).

15. Kondrateva N.P., Filatov D.A., Terentiev P.V. Dependence of current harmonics of greenhouse irradiators on supply voltage. *Light & Engineering*. 2020. Vol. 28. N2. 85-88 (In English).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

**Статья поступила в редакцию 03.04.2020
The paper was submitted
to the Editorial Office on 03.04.2020**

**Статья принята к публикации 25.05.2020
The paper was accepted
for publication on 25.05.2020**