

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ»**

Д.О. Суринский, И.В. Савчук

**СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ
ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ АПК ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ
(НАСЕКОМЫЕ, ГРЫЗУНЫ, ПТИЦЫ) НА ОСНОВЕ
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА БОРЬБЫ**

Методические рекомендации

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**
**«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ»**

Д.О. Суринский, И.В. Савчук

**СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ
ОБЪЕКТОВ АПК ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ
(НАСЕКОМЫЕ, ГРЫЗУНЫ, ПТИЦЫ) НА ОСНОВЕ
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА БОРЬБЫ**

Методические рекомендации

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2022

© Д.О. Суринский, И.В. Савчук, 2022
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2022

ISBN 978-5-98346-107-9

Рецензенты:

исполнительный директор ИП «Алексеев Денис Прокопьевич», кандидат технических наук Д.С. Мартыненко;

доцент кафедры «Электротехника, электрооборудование и электроснабжение» ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент Т.А. Широбокова;

заведующий кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», кандидат технических наук, доцент Н.Н. Устинов

Суринский, Д.О.

Создание универсальной системы защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы) на основе электрофизического метода борьбы: методические рекомендации / Д.О. Суринский, И.В. Савчук. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2022. – 76 с. –

URL: <https://www.tsaa.ru/documents/publications/2022/surinskij-savchuk.pdf>. – Текст : электронный.

Методические рекомендации посвящены вопросам использования устройств на основе электрофизических методов борьбы с вредителями в АПК (насекомые, грызуны, птицы). Приведены теоретические материалы по определению основных конструктивных и технологических параметров устройств на основе электрофизических методов борьбы с вредителями в АПК, смоделированы процессы защитных мероприятий на объектах АПК.

Методические рекомендации предназначены для специалистов в области защиты объектов АПК от вредителей, инженерных работников предприятий АПК, а также для студентов высших профессиональных образовательных организаций, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 и 35.04.06 Агроинженерия.

Текстовое (символьное) электронное издание

© Д.О. Суринский, И.В. Савчук, 2022

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение.....	4
1. Теоретические основы создания и использования устройств защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы).....	5
2. Анализ установок для борьбы с насекомыми на основе электрофизического метода.....	8
3. Анализ установок для борьбы с грызунами на основе электрофизического метода.....	18
4. Анализ установок для борьбы с птицами на основе электрофизического метода.....	21
5. Разработка установки для борьбы с насекомыми на примере светоловушки.....	23
5.1 Обоснование основных параметров установки для борьбы с насекомыми.....	23
6 Разработка установки для борьбы с грызунами.....	48
6.1 Обоснование основных параметров установки для борьбы с грызунами.....	48
7. Разработка и исследование установки для борьбы с птицами...	54
7.1 Обоснование основных параметров установки для борьбы с птицами.....	54
8. Перспективные направления использования установок электрофизической защиты объектов сельского хозяйства от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)	61
Список сокращений.....	63
Список литературы.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача защиты растений от насекомых вредителей и болезней – полная ликвидация или уменьшение потерь урожая до хозяйственно неощутимых размеров на основе использования интегрированных систем защиты растений, безопасных для человека и окружающей его среды. Ученые провели большую работу по установлению видового состава вредителей, выявлению болезней, определению вредоносности, разработке мер борьбы с наиболее опасными вредителями и болезнями растений [1].

Экономическая оценка потенциальных потерь урожая, вызываемых вредными организмами, низкое плодородие почв, несоблюдение производства продукции от почвенно-климатических условий, возможных затрат материально-технических, трудовых ресурсов и экологическая оценка мероприятий позволяют определить наиболее научно обоснованные, рациональные, в конкретных условиях, технологические и организационные формы методов защиты растений [2].

1. Теоретические основы создания и использования устройств защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)

Многочисленные исследования [3] посвященные борьбе с вредителями показали актуальность данного научного направления. Исследования в этой области продолжаются в направлении повышения эффективности различных методов и способов борьбы с вредителями.

Основной задачей системы защиты растений является снижения потерь урожая которые связаны с жизнедеятельностью вредителей.

Вредители наносят человечеству экономический ущерб, поедая посевы, деревянные постройки и другие предметы, изготовленные из материалов растительного происхождения [4].

Существует множество систем мероприятий по защите объектов АПК от вредителей и болезней. Они предусматривают применение в определенной последовательности мер борьбы, направленных на сдерживание размножения наиболее опасных видов вредителей и болезней. Системы мероприятий включают профилактические (агротехнические, селекционные, карантинные) и истребительные (химические, биологические, физико-механические) методы борьбы, взаимно дополняющие друг друга. Эти системы совершенствуют в направлении ограничения использования химических средств защиты и более широкого применения биологического и других методов борьбы, достаточно эффективных против вредителей и болезней и вместе с тем безопасных для человека, полезных животных, растений и окружающей среды в целом. Так системы мероприятий, предназначенные для коллективного и приусадебного садоводства и огородничества, принято называть календарями работ по защите от насекомых-вредителей и болезней плодовых, ягодных, овощных и цветочных культур [5].

Все выше перечисленные методы обладают рядом недостатков. Одной из основных проблем перечисленных методов является и то, что не

достаточно хорошо определено время необходимого использования данных методов [6].

Перечисленные недостатки отсутствуют при использовании электрофизического метода защиты. Однако недостаточная изученность поведения насекомых в оптическом излучении, влияния различных параметров оптического излучения на привлечение насекомых и борьбы с болезнями с.х. растений, отсутствие эффективных методов использования электрооптических преобразователей в системе защиты растений обуславливают необходимость продолжения работ по созданию, совершенствованию и исследованию установок электрофизической и методов их использования для защиты растений.

Наиболее эффективной в настоящее время является интегрированная система защиты растений, которой присуще, прежде всего, использование электрофизического метода и биоценотический подход, то есть учет не отдельных видов, а фаунистических комплексов взаимосвязанных организмов, отношения между которыми могут существенно влиять на численность организмов. Интегрированная защита растений предусматривает применение селективных средств борьбы с вредителями. Эти средства должны обеспечивать максимальное сохранение и усиление естественных механизмов регуляции численности вредителей.

Интегрированная система защиты растений предполагает специальную тактику применения истребительных средств. По данным мониторинга, проведенного с использованием электрофизического метода определяется возможность и время применения одного из перечисленных методов защиты растений. Химические средства защиты применяются лишь тогда, когда численность насекомых-вредителей превышает экономический порог вредоносности, то есть, когда затраты на защиту урожая окупаются его прибавкой или компенсацией потерь. Для разработки интегрированной системы борьбы требуются длительные исследования, более глубокий экологический и экономический анализы, чем для химической борьбы [12].

Интегрированный способ защиты растений заключается в регулировании численности вредителей на определенном экономически обоснованном уровне, то есть интегрированная система защиты растений предусматривает сбор информации о численности популяций как вредных, так и полезных насекомых в массиве с.х. угодий, определение численного соотношения вредных и полезных насекомых, определение сроков вредоносности насекомых, принятие решения о необходимости проведения защитных мероприятий и планирование сроков их проведения. При этом выбираются пестициды, действующие только на насекомых, находящихся во вредоносной фазе.

Очевидно, что электрофизический метод, наиболее приемлем, как основа для определения начала действия интегрированного способа защиты.

Электрофизический метод является предпочтительным по многим параметрам: экологичность, возможность автоматизации, а, следовательно, снижение эксплуатационных затрат за счет относительной простоты данного метода.

2. Анализ установок для борьбы с насекомыми на основе электрофизического метода

Наиболее эффективной в настоящее время является интегрированная система защиты растений, которой присуще, прежде всего, использование электрофизического метода и биоценотический подход, то есть учет не отдельных видов, а фаунистических комплексов взаимосвязанных организмов, отношения между которыми могут существенно влиять на численность организмов. Интегрированная защита растений предусматривает применение селективных средств борьбы с вредителями. Эти средства должны обеспечивать максимальное сохранение и усиление естественных механизмов регуляции численности насекомых.

Интегрированная система защиты растений предполагает специальную тактику применения истребительных средств. По данным мониторинга, проведенного с использованием электрофизического метода определяется возможность и время применения одного из перечисленных методов защиты растений. Химические средства защиты применяются лишь тогда, когда численность насекомых-вредителей превышает экономический порог вредоносности, то есть, когда затраты на защиту урожая окупаются его прибавкой или компенсацией потерь. Для разработки интегрированной системы борьбы требуются длительные исследования, более глубокий экологический и экономический анализы, чем для химической борьбы [84].

Интегрированный способ защиты растений заключается в регулировании численности вредителей на определенном экономически обоснованном уровне, то есть интегрированная система защиты растений предусматривает сбор информации о численности популяций как вредных, так и полезных насекомых в массиве с.х. угодий, определение численного соотношения вредных и полезных насекомых, определение сроков вредоносности насекомых, принятие решения о необходимости проведения защитных мероприятий и планирование сроков их проведения. При этом

выбираются пестициды, действующие только на насекомых, находящихся во вредоносной фазе.

Очевидно, что электрофизический метод, наиболее приемлем, как основа для определения начала действия интегрированного способа защиты.

Электрофизический метод является предпочтительным по многим параметрам: экологичность, возможность автоматизации, а, следовательно, снижение эксплуатационных затрат за счет относительной простоты данного метода.

Светоловушки завоевали важное место при исследовании фенологии, интенсивности лёта и сравнительной численности многих видов и групп насекомых, особенно имеющих практическое значение [7].

Автоматизация вылова при помощи аспирационной установки и использование ламп ультрафиолетового света значительно повысили эффективность этого метода и расширили область практического применения ловушек для насекомых, которые оказались весьма удобными для скоростных обследований, вылова и даже очистки территории от вредных в сельскохозяйственном, медицинском и ветеринарном отношениях видов [8].

Существует большое разнообразие конструкций световых ловушек [9].

Классификация световых ловушек представлена на рис. 10.

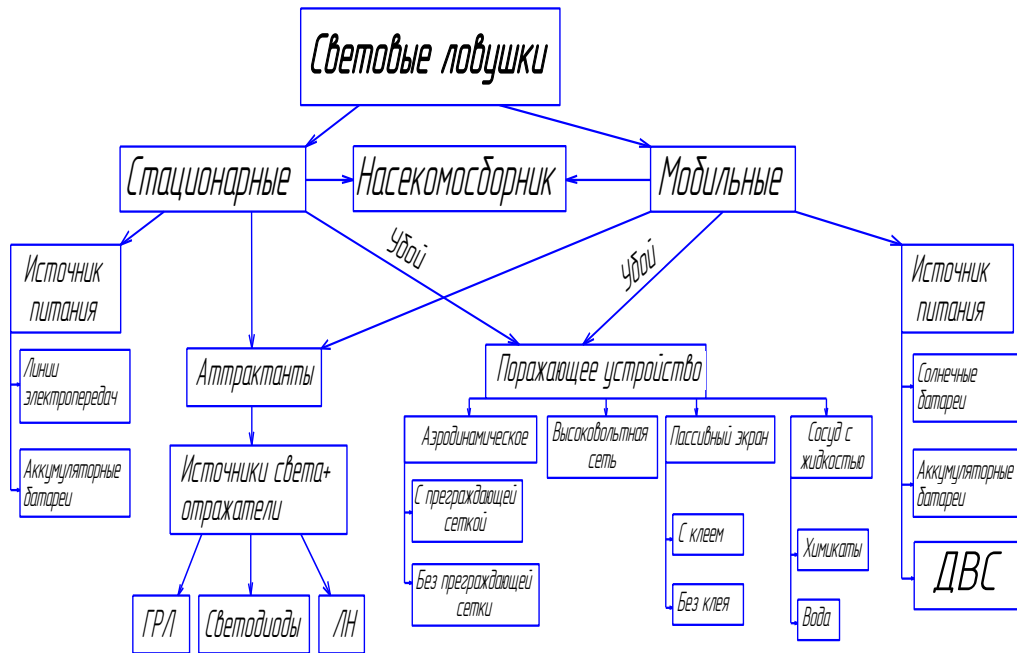


Рисунок 1 - Классификация световых ловушек

В основном все светоловушки состоят из трех составляющих, а именно: источника питания, аттрактанта, поражающего устройства.

Разработанная классификация светоловушек основана на следующем ряде основных признаков:

1. По типу источника питания световые ловушки могут быть:
 - стационарные, питающиеся от электрической сети;
 - мобильные, питающиеся от автономного источника питания (солнечная батарея).

Световые ловушки могут выполняться с различными аттрактантами, которые выполняют одну и ту же функцию, но выбор которых косвенно диктуется источником питания и областью действия ловушки. Опытным путем установлено, что наилучшим аттрактантом для насекомых являются источники света с УФ волновым спектром [10].

2. Следует отметить то, что в независимости от того является ли ловушка мобильной или стационарной она имеет в своем составе насекомосборник.

3. По наличию поражающего устройства, световые ловушки можно разделить на выполняющие функцию уничтожения и не выполняющие данной функции.

В свою очередь, световые ловушки, предназначенные для уничтожения насекомых, классифицируются по типу поражающего устройства.

На практике используются следующие поражающие устройства:

- аэродинамические;
- с высоковольтной сетью;
- с пассивным экраном;
- с жидкостью.

Установки с аэродинамическим поражающим органом отличаются тем, что между источником оптического излучения и насекомосборником устанавливается вентилятор, всасывающий вместе с воздушным потоком насекомых, летящих на аттрактант [379, 380, 383].

Эффективность у высоковольтной сети во много раз больше, чем у пассивного экрана. Значительный эффект дает использование аэродинамического поражающего при отлове мелких подвижных насекомых. Крупные насекомые дробятся лопастями вентилятора. Для избегания этого используют сетки, располагаемые перед вентилятором. Однако это приводит к ослаблению воздушного потока. Несмотря на это, аэродинамические поражающие органы являются наиболее перспективными для электрооптических установок, служащих для сигнализации вылета насекомых и непосредственной борьбы с ними [11].

Мобильные световые ловушки нецелесообразно выполнять, используя высоковольтную сетку, поскольку переносные установки из-за трудоемкости обслуживания используются только лишь как сигнализаторы лета насекомых-вредителей [12]. При поражающем органе в виде высоковольтной сетки значительная часть насекомых, прилетевших на аттрактант, сгорает.

Для повышения эффективности световых ловушек идут либо по пути увеличения мощности источников (ЭСЛП-500 с лампой мощностью 500 Вт конструкции института прикладной физики АН МССР), либо применяют несколько маломощных источников (установка «Ротонда» конструкции Биологической лаборатории ВСХИ) [352]. Выбор источников-аттрактантов производился сравнением их привлекающего действия. Однако рост количества выловленных насекомых отстает от увеличения мощности, что ведет к дополнительному расходу электроэнергии и усложнению эксплуатации установок.

При наличии в садовых массивах линий электропередачи напряжением 0,38 кВ изготавливают стационарные установки. Сеть стационарных установок может запитываться от автономных источников питания (аккумуляторных батарей, передвижных электростанций). При отсутствии линий электропередачи изготавливают переносные установки, питание которых осуществляется по кабельной линии от средств передвижения (аккумуляторных батарей, генераторов машин, тракторов) [13].

На основе высоковольтной сетки был разработан ряд световых ловушек для насекомых, ориентированных на уничтожение.

Электрооптические преобразователи с пассивными экранами работают следующим образом. Насекомые, устремляясь к источнику оптического излучения, ударяются о пассивные экраны, теряют устойчивость полета и попадают в насекомосборник. Из различных модификаций такого типа электрооптических преобразователей наиболее удачной оказалась ловушка типа «Пенсильвания», рекомендованная Департаментом земледелия и Энтомологическим обществом США в качестве стандартной. Установка состоит из четырех пассивных экранов, насекомосборника и одной 15-ваттной ультрафиолетовой лампы. В нашей стране Московским заводом «Эмитрон» выпускались аналогичные установки типа ЭСЛУ-3. К установкам этого типа относятся также ловушки ЭС-ЛУ-8ЭП конструкции ВСХИ, ЭСЛ-

15Э конструкции АЧИМСХ, ЭФИ-2 конструкции института прикладной физики АН МССР, ЭСЛ-15А конструкции АЧИМСХ [14].

Первые установки содержали источники оптического излучения с расположенными под ними сосудами с жидкостью. Насекомые, устремляясь к источнику оптического излучения, попадали в сосуд и погибали. Однако из-за несовершенства такого устройства эти установки не получили широкого распространения [15].

Приведем некоторые примеры наиболее типичных конструкций светоловушек выпускаемых в настоящее время.

Принцип действия приборов заключается в следующем. Ультрафиолет, излучаемый лампой, привлекает насекомых, они подлетают к ней и погибают при попадании на высоковольтную сетку. Погибшие насекомые скапливаются в накопительном поддоне, из которого их легко удалять.

Приборы просты в эксплуатации, для начала работы необходимо просто подключить его к источнику питания. Устанавливать ловушку лучше в местах наибольшего скопления насекомых. Лампу можно поставить на любую поверхность, конструкции приборов позволяют также подвешивать их на стену или потолок.

Приборы не оказывают вредного воздействия на человека и домашних животных, не выделяют токсичные вещества, ультрафиолет, излучаемый лампой не виден человеческому глазу и безвреден. Высоковольтная сетка надежно защищена от прикосновения человека и домашних животных.

Анализ классификации светоловушек приведенный на рис. 10 позволяет сделать следующие выводы:

- Анализ технологий защиты растений от насекомых-вредителей показывает на перспективность использования оптического излучения для этих целей;

- Использование оптического излучения повышает качество защиты растений, улучшает экологическую обстановку;

- Существующие технологии защиты растений с использованием электрооптических преобразователей направлены на истребление насекомых - вредителей;

- Недостатком данных конструкций является то, что ловушки не обладают селективностью, а следовательно, убою подвержены все попадающие в них насетекомые как вредные, так и полезные;

- В настоящее время, практически, нет установок для проведения качественного мониторинга численности и фазы развития насекомых – вредителей для аграриев (с целью определения сроков и методов уничтожения вредоносных насекомых), для энтомологов при проведении исследования насекомых и т.п.

Помимо широко применяющихся в рассмотренных светоловушках источников света (лампы накаливания, типа ДРЛ, КГЛ, ПРК, СВДШ и др) на данный момент появились и стали широкодоступны новые источники света – светодиоды, которые находят все более широкое применение, ничем не уступающие своими аттрактивными характеристиками. Основные преимущества светодиодов заключаются в следующем:

- небольшая мощность;
- высокая световая отдача, т.е., отношение светового потока к потребляемой электрической мощности;
- светодиоды предоставляют возможность получения любого цвета излучения;
- большой срок службы, обусловленный отсутствием нити накала и нетепловой природой излучения;
- высокую механическую прочность и надежность, обусловленные отсутствием стеклянной колбы;
- высокий уровень безопасности, связанный с малым тепловыделением и низким питающим напряжением [16].

Небольшая мощность светодиодов открывает перспективы использования маломощных источников питания, в качестве которых могут

выступать фотоэлектрические преобразователи (ФЭП). Использование ФЭП обеспечит автономное питание световой ловушки для насекомых. Автономное питание светоловушки обеспечивает их мобильность. В условиях отдаленности сельскохозяйственных объектов на большие расстояния от линий электропередач это дает большое преимущество световой ловушки с использованием светодиодов и ФЭП над аналогами.

Среди наиболее острых проблем, связанных с внедрением ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, особое место занимают вопросы организации системы защиты растений [17].

В области разработки новых технологий для растениеводства следует выделить следующие:

- для каждой под отрасли растениеводства и видов культур разрабатываются зональные технологии, соответствующие трем основным критериям - ресурсосбережение, экологическая безопасность, экономическая целесообразность (повышение конкурентоспособности);

- перспективное направление защиты растений - применение технологий охраны и использования биологических средств (энтомофагов, энтомопатогенов), в том числе в сочетании с традиционными средствами химической защиты. В последние годы система управления фитосанитарным состоянием агроценозов применяется на площади более 30 млн га с использованием 519 препаратов, из них 41 - биологического происхождения. Экономический эффект применения только трех технологических приемов комплексной защиты на площади 3,6 млн га позволило сохранить от потерь урожай зерновых на общую сумму 1,8 млрд руб. в год;

- для обеспечения защиты растений разрабатываются современные методы мониторинга и прогноза фитосанитарной обстановки в регионах. Основой проведения мониторинга являются закономерности изменения видового разнообразия и динамики численности вредных объектов

сельскохозяйственных культур, цикличность их появления в определенном регионе и особенности экспансии [18].

На сегодняшний день управлять фермерским хозяйством непросто, фермеры могут не знать о состоянии урожая на каждом из участков и обрабатывают все поля одинаково, независимо от того, появятся или нет, тот или иной вид насекомых-вредителей.

Стоит отметить что, существует несколько методов получения информации с сельскохозяйственных угодий:

Самый простой, но и самый малоэффективный – это первый способ. Этот способ заключается в регулярном выезде сотрудников сельскохозяйственных предприятий в поле и производить визуальный осмотр на присутствие насекомых вредителей, или с применением энтомологического сачка. Качество мониторинга насекомых при таком способе очень низкое [19].

Второй способ – это способ мониторинга спутниковой съемкой. Но и у такого способа есть свои недостатки: снимки нужно было заказывать заранее; снимки можно было сделать всего один раз в день; но и такие снимки не предоставляли нужной точности, а в определенные дни, связанные с погодными условиями, качество съемки оставляло желать лучшего; услуги за проведение съемки со спутника стоили крайне дорого [20].

Третий способ самый современный и самый продвинутый на сегодняшний день – это мониторинг сельскохозяйственных полей при помощи беспилотных летательных аппаратов (Дронов). Конечно беспилотники могут решить проблему качественного мониторинга насекомых без каких-либо высоких затрат. Имея навигационную систему, которая точно определит и укажет координаты местности, совершая полеты над хозяйствами и делая снимки, затем, используя все эти данные, можно собрать целую картину и получить представление о состоянии полей. Но для повсеместного применения дронов – безопасности полетов, вопросов неприкосновенности личной жизни и тонкостей страхования – главной

проблемой для сельского хозяйства является тип и качество получаемых данных. И соответствующего представления о круглосуточном наблюдении с применением Дронов, речи сегодня не ведется, так как им также нужна подзарядка электроэнергией батареи [21].

Определение численности насекомых исключительно важно не только в теоретическом отношении, но и в практических целях.

С созданием электрооптической ловушки и возможностью применения системы видеонаблюдения, можно добиться качественного мониторинга численности и вида насекомых-вредителей, путем передачи информации по беспроводному каналу связи.

При этом проблема электроснабжения таких устройств решается с помощью независимых источников питания от солнечных батарей, что существенно упрощает эксплуатацию видеосветоловушек.

Применение данной видеосветоловушки позволит более точно и качественно провести анализ насекомых-вредителей, а также и полезных видов. Через беспроводной канал связи выявить в какое время суток, и какие летающие насекомые более активны. Агропромышленные предприятия смогут в кратчайшие сроки предпринять меры по борьбе с насекомыми-вредителями [22].

3. Анализ установок для борьбы с грызунами на основе электрофизического метода

Электрофизический метод наиболее прогрессивный, позволяет как отпугивать грызунов (ультразвук), так и уничтожать (электродегидратор).

В настоящее время разработкой и созданием ультразвуковых отпугивателей занимается большое число фирм отечественного и зарубежного происхождения.

Принцип действия ультразвуковых отпугивателей основан на влиянии генерируемых прибором акустических (звуковых и ультразвуковых) колебаний на органы восприятия грызунов. Грызуны воспринимают ультразвук не только органами слуха, но и всей поверхностью тела. Ультразвук воздействует на нервную систему крыс и мышей, вызывает у них чувство тревоги, страха и заставляет грызунов покидать помещение, в котором установлен отпугиватель.

Анализ технических характеристик устройств для борьбы с грызунами, выпускаемых как отечественными, так и зарубежными производителями, позволяет сделать вывод, что ультразвуковые отпугиватели имеют различные размеры; имеют различные виды питания; различную потребляемую мощность; работают в интервале рабочих температур от -10 до +40 °С и относительной влажности воздуха до 98%, способны защищать площадь от 60 до 350 м², диапазон рабочих частот составляет 5-100 кГц, звуковое давление до 105 Дб, потребляемая мощность от 4 до 15 Вт. Также следует заметить, что они обладают относительно невысокой стоимостью. Однако производимые конструкции ультразвуковых отпугивателей имеют существенный недостаток. Они не способны обеспечить надежную защиту объекта от проникновения грызунов в течение длительного периода. Это обусловлено тем, что грызуны обладают способностью привыкания к раздражителю (ультразвуку). И при неоднократном попадании под воздействие ультразвука перестают на него реагировать [23].

Электрическая дератизация – одна из наиболее перспективных разработок для борьбы с грызунами, представляет собой электрошоковую систему, предназначенную для защиты зданий, помещений и т.п. от грызунов путем воздействия на них высоковольтными импульсами электрического тока, который возникает при приближении грызунов на определенное расстояние к барьеру электризуемому.

Для предотвращения миграции грызунов из помещения в помещение, проникновения в новые строения и т.п., барьер электризуемый устанавливаются на путях перемещения (проникновения) грызунов к местам их кормления и гнездования. При приближении грызуна на определенное расстояние к барьеру электризуемому происходит электрический пробой, между потенциальным электродом и грызуном, который оказывает на грызуна комплексное воздействие (резкий звук высоковольтного пробоя воздушного промежутка; яркий, особенно, в темноте свет дуги; боль от высоковольтного пробоя кожных покровов; неприятные судорожные сокращения мышц), которое не приводит к летальному исходу, а вызывает рефлекторно-поведенческую реакцию (электрошок).

Популярность электрической дератизационной системы объясняется тем, что:

- правильно спроектированная и смонтированная электрическая дератизационная система избавляет здание от грызунов и не дает заселиться в новое здание;
- отсутствует необходимость регулярных закладок ядов с образованием трупов павших зверьков;
- грызуны не погибают, а уходят с охраняемого объекта;
- исход грызунов с оборудованных объектов не приводит к увеличению численности популяций на соседних, не оборудованных объектах;
- отсутствует неприятный запах павших зверьков и сами павшие зверьки;

- привыкания грызунов к воздействию системы нет;
- при своей работе электрическая дератизационная система не создает промышленных помех [24].

На практике нашли применения способы и устройства для борьбы с грызунами путем воздействия на них импульсами высокого напряжения в момент касания животными высоковольтного электрода. Недостатками этих способов и устройств является повышенная опасность поражения электрическим током, установки должны обслуживаться квалифицированным персоналом.

Так же к недостаткам можно отнести низкую эффективность работы, часть грызунов преодолевают барьер и проникают на охраняемый объект.

Выше перечисленное обуславливает продолжение работы по усовершенствованию конструкций электродератизаторов позволяющих повысить надежность защиты объектов АПК от проникновения грызунов.

4. Анализ установок для борьбы с птицами на основе электрофизического метода

Устройства на основе ультразвукового излучения имеют ряд определенных недостатков. К ним можно отнести небольшую площадь охвата, конечно можно увеличить количество устройств, но это неотъемлемо скажется на затратах. Так же нужно учитывать проникающую способность ультразвука. Стены и стекла являются барьером, которые преодолеть ультразвуку не под силу, при встрече с поверхностью он отражается обратно.

Не маловажными факторами остаются дороговизна и воздействие ультразвука на человека. Последнее обстоятельство вынуждает отказываться от применения этого средства в непосредственной близости от людей [25].

Лазерные отпугиватели птиц появились относительно недавно, но активно набирают популярность на рынках России (рис. 12). Принцип работы данных устройств основывается на генерировании лазерных лучей. Если птица видит яркий пучок света, она теряет ориентацию, пугается и старается улететь как можно скорее. Птица воспринимает как угрозу для жизни яркий быстро перемещающийся луч.

На сегодняшний день начали широко применяться лазерные отпугиватели птиц для больших открытых территорий.

Ручной лазерный прибор для отпугивания птиц Avian Dissuader предназначен для защиты аэродромов, рыбных хозяйств, портовых акваторий, для различных объектов сельского и промышленного хозяйства, возможно применение и в закрытых помещениях (рис. 13).

В данном ручном приборе применены лазеры зеленого и красного цвета. Прибор экологичен, безопасен для человека и животных. Очень прост и удобен в применении [26].

Отличительными особенностями данных устройств является – большой охват территории и бесшумность работы. Этим обуславливается их применение на крупных предприятиях, например, в аэропортах. Такие приборы подходят для тех мест, где ультразвуковые отпугиватели не

способны охватить территорию, а использование биоакустических устройств недопустимо.

К недостаткам данного типа устройств можно отнести малоэффективность в светлое время суток, так как при дневном свете лазерный луч просто теряется. Так же работа лазерных отпугивателей требует постоянного участия человека. Сейчас появились модели, которые являются стационарными, но их радиус действия также ограничивается местом и способом установки.

Наиболее перспективным является метод отпугивания синантропных птиц с использованием технических средств, разрабатываемых на основе электронно-ионной технологии. По назначению данные технические устройства принадлежат к охранно-отпугивающим. Таким устройством является электрический отпугиватель, представляющий собой систему, состоящую из источника высокого импульсного напряжения и системы электродов. Электроды размещаются по помещениям, которые будут защищаться от синантропных птиц, и являются электризуемыми барьерами [27].

Принцип действия данных устройств заключается в импульсном электрическом воздействии на организм объекта при попытке контакта его с электризуемым элементом системы защиты путем переразряда емкости тела по двухпроводной схеме высоковольтными импульсами. Одна из струн является заземленной.

Электризуемые барьеры устанавливаются на потенциальные присадочные поверхности (периметры крыш, выступающие части сооружений и др.). Барьеры выполняются в виде одиночных электродов, размещаемых на изолирующем основании [28].

К преимуществам этого метода можно отнести отсутствие эффекта привыкания и отсутствие опасности для жизни птиц, что установлено медико-биологическими исследованиями [29]. Так же отсутствие шумов при работе и возможность использования как в светлое, так и в темное время суток увеличивают его область применения.

5. Разработка установки для борьбы с насекомыми на примере светоловушки

Эффективность интегрированной защиты растений во многом определяется качеством мониторинга численности и вида насекомых-вредителей за счет сокращения сроков его проведения путем передачи полученных данных по беспроводному каналу связи. Применение видеосветоловушки позволит более точно провести анализ насекомых-вредителей, а также и полезных видов [30].

При мониторинге количества и видов насекомых-вредителей с использованием видеосветоловушки возник вопрос о применении данной установки в различных регионах Российской Федерации, так как действующая видеосветоловушка применялась только на юге Тюменской области. Расчет основных конструктивных параметров видеосветоловушки, длительный и трудоемкий. При расчете параметров аккумуляторной батареи нужно учитывать, количество циклов «заряд-разряд», запас энергии АКБ, в течение светлого времени суток, с возможностью работы в темное время суток и непогодой, так же требуется производить расчет параметров фотоэлектрического преобразователя, чтобы в течении светового дня, мощности ФЭП хватало для заряда АКБ и работы блока «Видеонаблюдения с передачей данных по беспроводному каналу связи». На основании этого определились цель и задачи.

5.1 Обоснование основных параметров установки для борьбы с насекомыми

К основным геометрическим параметрам светоловушки мы относим параметры, которые влияют на технологический эффект улавливания насекомых [31]. Под технологическим эффектом мы понимаем эффективное улавливание всей гаммы насекомых находящихся в зоне действия ЭСЭП. Расчет геометрических параметров рассмотрим на примере одноцелевой светоловушки общий вид которой представлен на рис. 2.

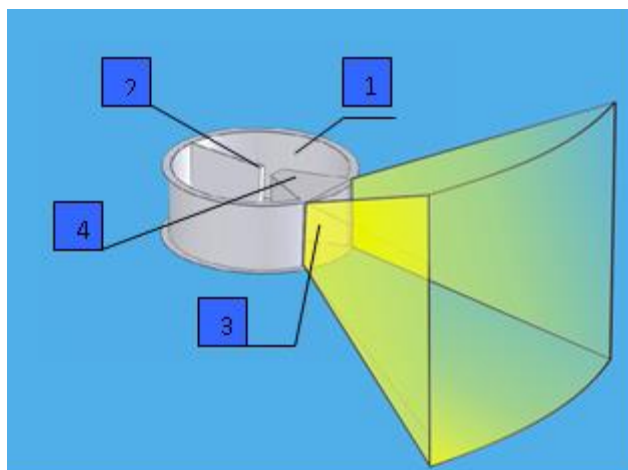


Рисунок 2 – Общий вид светового пучка, испускаемого однощелевой световой ловушкой

1 – корпус светоловушки; 2 – источник света (светодиод); 3 – световой пучек; 4 – улавливающее жерло

Световой пучек, испускаемый однощелевой светоловушкой в пространстве, его эффективная зона воздействия (пространственная зона в которой насекомые привлекаются аттрактантом) зависит от ряда геометрических параметров [32]. Для определения этих параметров и их взаимосвязь рассмотрим однощелевую светоловушку более подробно. На рис. 3. представлены проекции светоловушки (вид спереди, сверху и сбоку) и отдельно на рис. 4 вид сверху и сбоку.

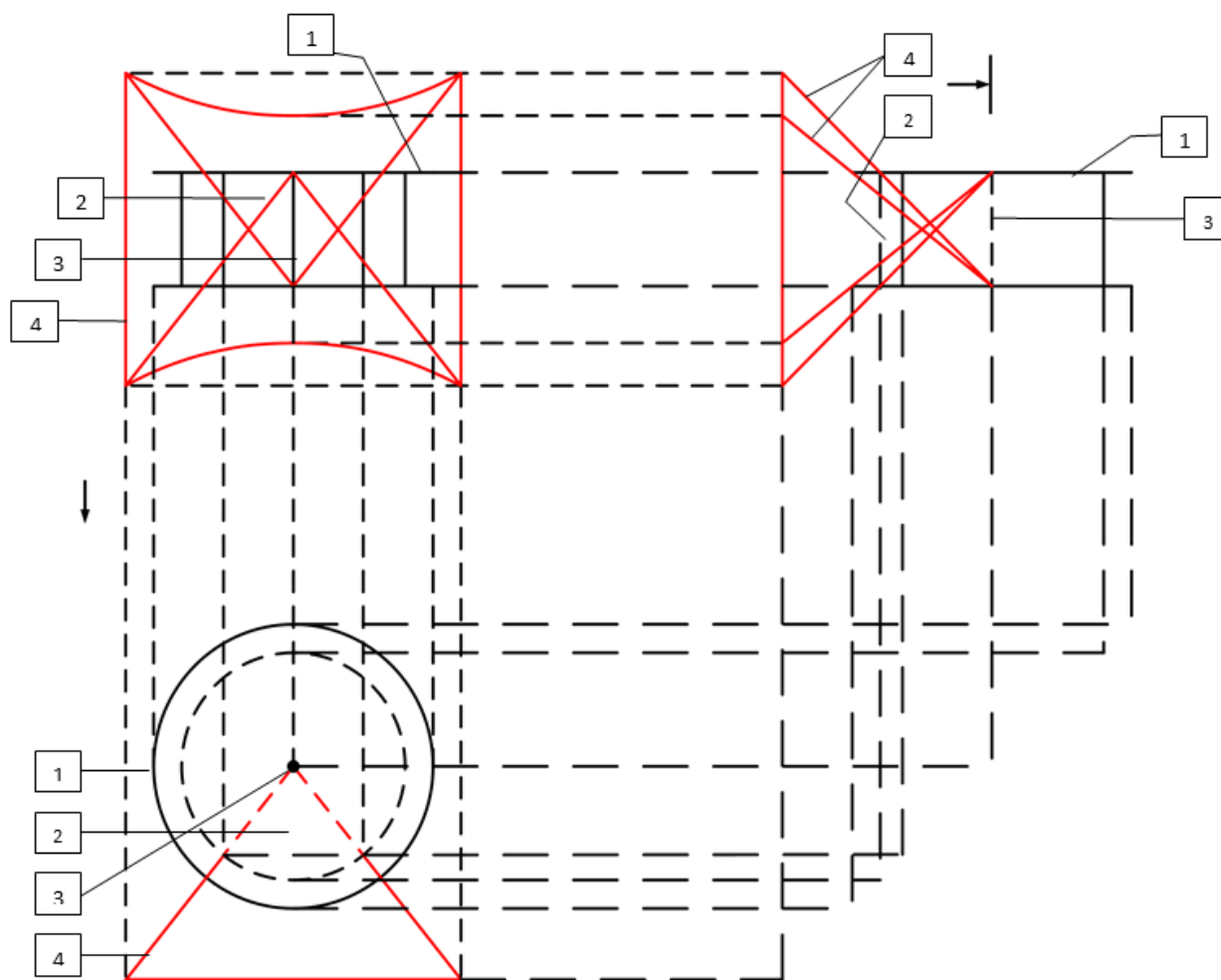


Рисунок 3 – Однощелевая светоловушка в трех геометрических проекциях (вид спереди, сверху и сбоку) с проекцией излучаемого ей светового пучка на вертикальную плоскость

1 – корпус светоловушки; 2 – улавливающее жерло; 3 – источник света (светодиод); 4 – световой пучок

Анализ конструкции однощелевой светоловушки показал, что к основным ее геометрическим параметрам относятся высота светоловушки d_1 , радиус светоловушки r , угол α между вертикальными стенками улавливающего жерла светоловушки. Выясним, от чего зависит видимость светодиодов в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а, следовательно, объем эффективной зоны улавливания насекомых.

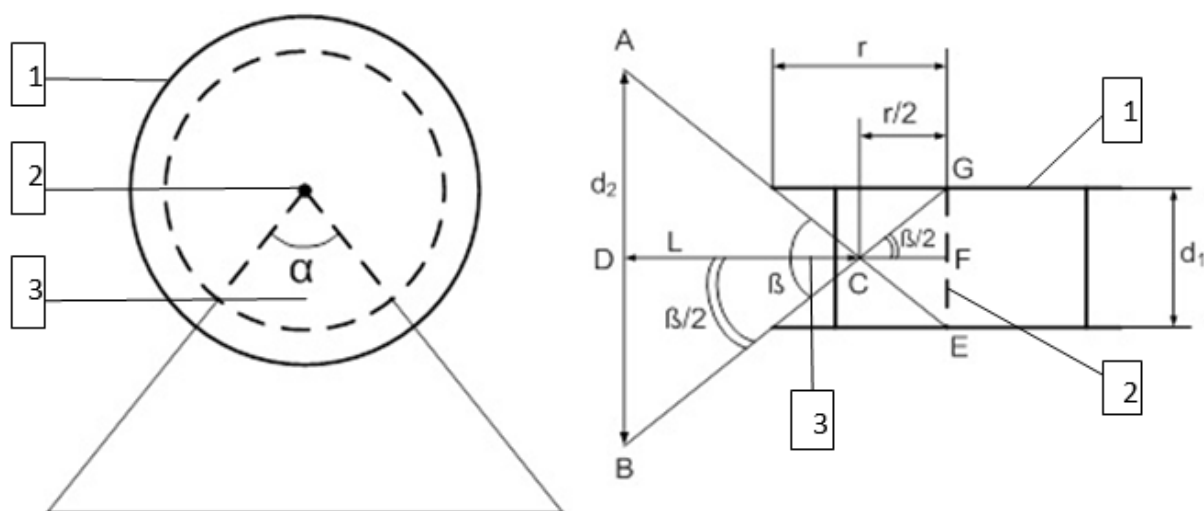


Рисунок 4 – Вид сверху и вид сбоку светоловушки с обозначением геометрических параметров

1 – корпус светоловушки; 2 – источник света (светодиод); 3 – улавливающее жерло

Видимость светодиодов ловушки в горизонтальной плоскости будет определяться углом α между вертикальными стенками улавливающего жерла светоловушек, который задается напрямую при конструировании светоловушек и не зависит от других геометрических параметров, таких как радиус, высота ловушки, расстояние до нее. Видимость светодиодов в вертикальной плоскости d_2 определяется углом β . Чтобы определить от каких геометрических параметров зависит d_2 , проведем ряд преобразований.

Выясним от чего зависит граница светового пучка.

Рассмотрим $\triangle BCD$ из которого определим зависимость d_2 от угла β и длины светового пучка L . Данная взаимосвязь будет иметь следующий вид:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{d_2/2}{L} = \frac{d_2}{2 \cdot L} \quad (1)$$

Рассмотрим $\triangle CFG$ из которого определим зависимость d_2 от угла β и радиуса светоловушки r . Данная взаимосвязь будет иметь следующий вид:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{d_1/2}{r/2} = \frac{d_1}{r} \quad (2)$$

Приравняв правые части уравнений (1) и (2), получим:

$$\frac{d_2}{2 \cdot L} = \frac{d_1}{r} \quad (3)$$

Выразим из (3) d_2 :

$$d_2 = 2 \frac{L \cdot d_1}{r} \quad (4)$$

Таким образом видимость светового потока светодиодов в вертикальной плоскости d_2 имеет прямо пропорциональную зависимость от расстояния от светоловушки до рассматриваемой плоскости L , высоты светоловушки d_1 и обратно пропорциональную зависимость от радиуса самой светоловушки r . Для дальнейшего рассмотрения примем во внимание только геометрические параметры светоловушки – d_1 и r .

Наибольшего охвата по вертикали можно добиться, либо увеличивая d_1 , либо уменьшая r . Существенно уменьшать радиус не имеет смысла, т. к. должен быть буферный объем внутри светоловушки для нахождения пойманных насекомых. Увеличение вертикального охвата можно добиться увеличением высоты одной светоловушки, либо расположением нескольких светоловушек одна над другой на одной оси. Последний вариант представляется более выгодным, т.к. расположенные на одной оси друг над другом однощелевые светоловушки можно повернуть на разные углы относительно оси, обеспечив также бóльшую по сравнению с одной светоловушкой зону горизонтального охвата.

Охват зоны 360° в горизонтальной плоскости вокруг светоловушек можно получить при конструкции из трех однощелевых светоловушек, расположенных на одной оси друг над другом и при угле α для каждой светоловушки равным 120° . Вид сверху на данную конструкцию с зонами охвата горизонтальной плоскости представлен на рис. 5.

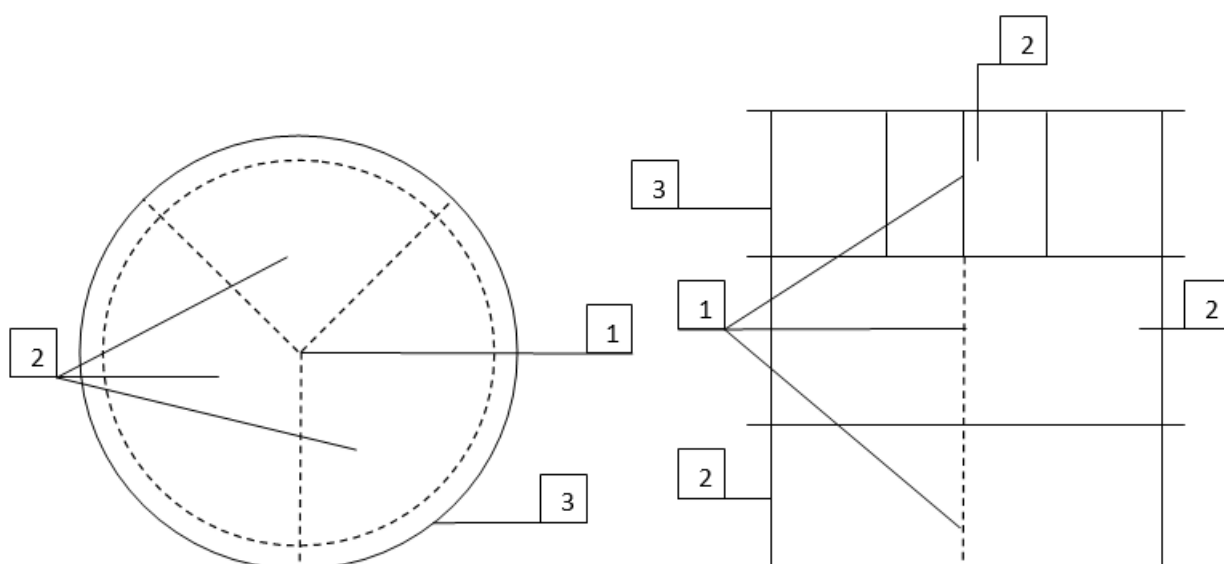


Рисунок 5 – Вид конструкции из трех однощелевых светоловушек, расположенных на одной оси друг над другом и при угле α для каждой светоловушки равным 120° с зонами охвата горизонтальной плоскости

1 – корпус светоловушки; 2 – источник света (светодиод); 3 – улавливающее жерло

Данная конструкция обеспечит как наибольший объем действия световых ловушек, так и более эффективное улавливание насекомых для проведения мониторинга численности насекомых–вредителей.

Рассмотрим объем пространства распространения светового потока (рис. 6). На рисунке также присутствуют дополнительные построения, необходимые для определения геометрических параметров светового пучка светоловушки и нахождения объема пространства распространения светового потока.

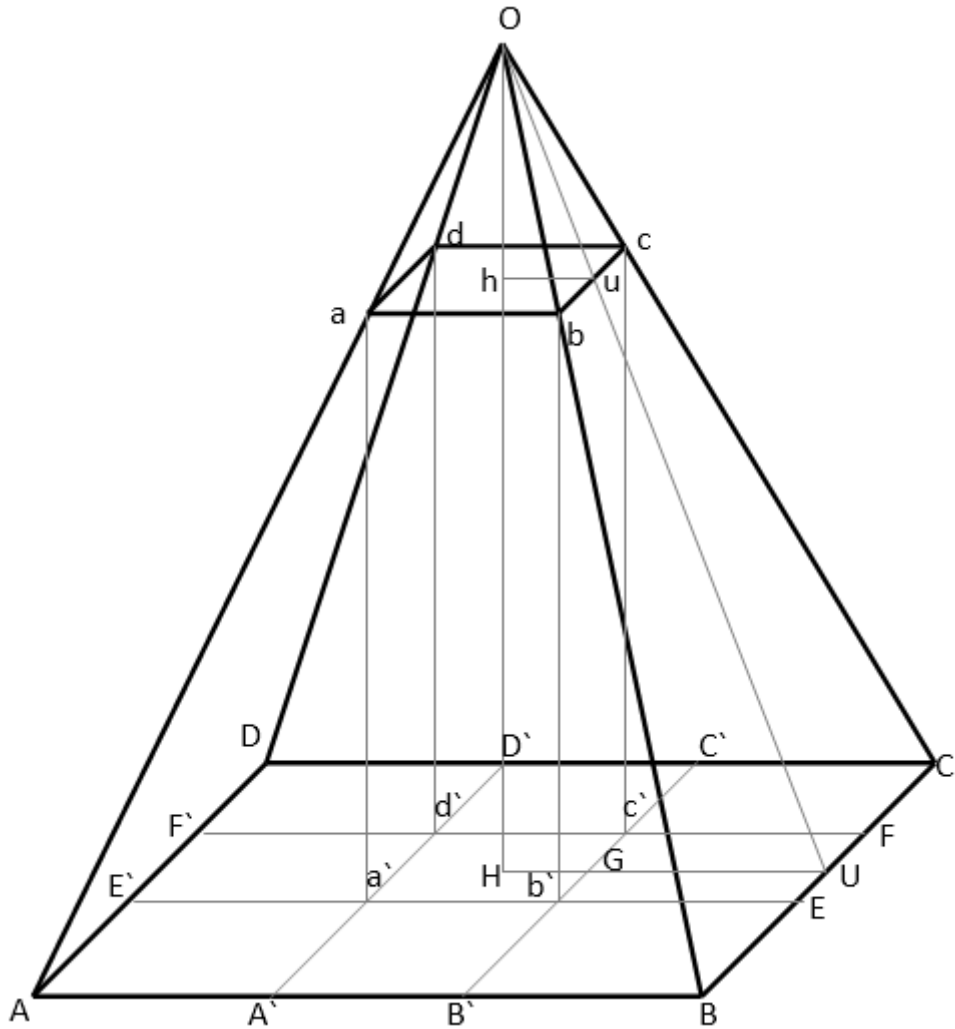


Рисунок 6 – Объем пространства распространения светового потока

Пояснения:

Линия с серединой в т. О – линия расположения светодиодов в светоловушке;

Плоскость $abcd$ – поверхность жерла на «входе» светоловушки;

Плоскость $ABCD$ – поверхность на некотором рассматриваемом расстоянии от светоловушки, где наблюдается видимость светового потока светодиодов, ограниченного плоскостью $abcd$.

Объем пространства распространения светового потока V (объем, ограниченный точками фигуры $abcdABCD$), охватываемый одной однощелевой светоловушкой складывается из объемов нескольких геометрических фигур – параллелепипед $abcd a'b'd'c'$, четырех треугольных

призм: $aba'b'V'A'$, $bc'b'c'FE$, $cdc'd'D'C'$ и $adA'D'F'E'$; а так же четырех пирамид: $AA'a'E'a$, $b'V'VEb$, $c'FCC'c$ и $d'D'DF'd$. Обозначим объем параллелепипеда $abcdab'd'c'$ равным V_1 . Так как пирамида правильная, она обладает симметричностью составляющих элементов. Объемы призм $aba'b'V'A'$ и $cdc'd'D'C'$ равны между собой, обозначим их V_2 . Объемы призм $bc'b'c'FE$ и $adA'D'F'E'$ так же равны между собой, обозначим их V_3 . Объемы пирамид $AA'a'E'a$, $b'V'VEb$, $c'FCC'c$ и $d'D'DF'd$ тоже равны, обозначим их V_4 . Таким образом, объем пространства распространения светового потока будет равен:

$$V=V_1+2V_2+2V_3+4V_4, \quad (5)$$

где V_1 – объем параллелепипеда $abcdab'd'c'$

V_2 – объем треугольной призмы $aba'b'V'A'$

V_3 – объем треугольной призмы $adA'D'F'E'$

V_4 – объем пирамиды $AA'a'E'a$

Объем V_1 параллелепипеда найдем по формуле:

$$V_1=ab*bc*L$$

Где $ab=2*z*tg(\alpha/2)$

$$bc=2*z*tg(\beta/2)$$

$z=Oh$ – расстояние от светодиода до плоскости зерла

Таким образом

$$V_1=4*z^2*L*tg(\alpha/2)*tg(\beta/2) \quad (6)$$

Объем V_2 треугольной призмы найдем по формуле:

$$V_2=ab*L*a'A',$$

Где $a'A'=L*tg(\beta/2)$

Таким образом

$$V_2=2*z*L^2*tg(\alpha/2)*tg(\beta/2) \quad (7)$$

Объем V_3 треугольной призмы найдем по формуле:

$$V_3=bc*L*a'E',$$

Где $a'E'=L*tg(\alpha/2)$

Таким образом

$$V_3 = 2 \cdot z \cdot L^2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2) \cdot \operatorname{tg}(\beta/2) \quad (8)$$

Объем V_4 пирамиды найдем по формуле:

$$V_4 = (1/3) \cdot L \cdot a \cdot A \cdot a \cdot E = (1/3) \cdot L^3 \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2) \cdot \operatorname{tg}(\beta/2) \quad (9)$$

Подставляя в формулу (5) выражения (6), (7), (8) и (9) найдем объем V усеченной пирамиды:

$$V = 4 \cdot z^2 \cdot L \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2) \cdot \operatorname{tg}(\beta/2) + 2 \cdot (2 \cdot z \cdot L^2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2) \cdot \operatorname{tg}(\beta/2)) + 2 \cdot (2 \cdot z \cdot L^2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2) \cdot \operatorname{tg}(\beta/2)) + 4 \cdot (1/3) \cdot L^3 \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2) \cdot \operatorname{tg}(\beta/2) \quad (10)$$

Раскрыв скобки и вынеся общие множители за скобки можно получить следующее выражение:

$$V = (4/3) \cdot L \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2) \cdot \operatorname{tg}(\beta/2) \cdot (3 \cdot z^2 + 6 \cdot z \cdot L + L^2) \quad (11)$$

Таким образом, функция объема зависит от четырех величин $V = f(z, L, \alpha, \beta)$

Определим, как влияют геометрические параметры светоловушки на величину зоны видимости светодиодов светоловушки. Зона видимости светодиодов в горизонтальной плоскости – длина отрезка AB , в вертикальной плоскости – длина отрезка AD (рис. 18).

$$AB = 2 \cdot GU + ab = 2 \cdot \frac{x \cdot (2 \cdot L + z)}{4 \cdot z} + \frac{x}{4}$$

Упростим в Mathcad:

$$AB = \frac{x \cdot (L + z)}{z} \quad (12)$$

$$AD = \frac{y \cdot (2 \cdot L + z)}{z} \quad (13)$$

Наибольшего охвата по вертикали можно добиться, либо увеличивая u , либо уменьшая z . Сильно уменьшать расстояние от светодиодов до кромки светоловушки z не имеет смысла, т. к. аттрактант должен находиться внутри ловушки, а не около ее внешней границы, чтобы выполнять свою функцию привлечения насекомых в буферный объем светоловушки. Увеличение вертикального охвата можно добиться увеличением высоты жерла u одной светоловушки, либо расположением нескольких светоловушек одна над другой на одной оси. Последний вариант представляется более выгодным, т.к. расположенные на одной оси друг над другом однощелевые

светоловушки можно повернуть на разные углы относительно оси, обеспечив также бóльшую по сравнению с одной светоловушкой зону горизонтального охвата.

Наибольшего охвата по горизонтали можно добиться, либо увеличивая x , либо уменьшая z . Ширина жерла светоловушки x напрямую зависит от угла α между вертикальными стенками улавливающего жерла светоловушки.

Данная конструкция обеспечит как наибольший объем действия световых ловушек, так и более эффективное улавливание насекомых для проведения мониторинга численности насекомых–вредителей.

Широкий диапазон изменения разрядного тока является характерной особенностью при работе аккумуляторных батарей (АКБ), при установленных режимах нагрузки, определяемых многофакторностью и вероятностным характером воздействия внешней среды. [33]

Наиболее широкое распространение, в решении задачи математического моделирования АКБ, получила формула Пейкерта [34]:

$$C = I_p^n \cdot t_p \quad (18)$$

где n – показатель степени и постоянная;

C – находятся опытным путем для каждого типа батареи;

I_p, t_p – ток и время разряда, или [313]:

$$Q = C \cdot I_p^{1-n} \quad (19)$$

здесь Q – емкость АКБ, отданная при разряде током $I_p = \text{const}$.

Если ток разряда I_{p1} не постоянный, то ёмкость Q_1 рассчитывается по измененной формуле Пейкерта: $Q_1 = Q(I_p/I_{p1})^{n-1}$.

Ёмкость батареи при разных периодах разряда определяется по формуле: $Q_1 = Q(t_{p1}/t_p)^m$, где $m = 1-1/n$. [35]

Наиболее общий вид для всех основных типов АКБ у формулы остаточной емкости при разряде средними и малыми токами [36]:

$$Q = (Q_{\text{НОМ}}/B)(t_{p\text{НОМ}}/t_p)^m \quad (20)$$

где B – константа, определяемая экспериментально[313].

Для различных значений токов разряда емкость можно пересчитать по выражению [313]:

$$Q = (Q_{\text{НОМ}}/B)(I_p/I_{p\text{НОМ}})^{n-1} \quad (21)$$

При малых значениях временных интервалов разряда и больших токах: [313]

$$Q = \left(\frac{Q_{\text{НОМ}}}{B}\right) \left[\left(\frac{t_p}{t_{p\text{НОМ}}}\right)^\alpha - \frac{2Q_{\text{НОМ}}E_a}{t_{p\text{НОМ}}I_k(E_{\text{АКБ}} - U_{\text{кр}})} \right]^\beta \quad (22)$$

где E_a – ЭДС АКБ;

$I_k = E_a/R_a$ – ток к.з.;

R_a – собственное сопротивление батареи;

$U_{\text{кр}}$ – напряжение в конце цикла разрядки; B ,

α, β – константы [313].

Выражение для тока разряда I_p имеет вид:

$$Q = \left(\frac{Q_{\text{НОМ}}}{B}\right) \left[\left(\frac{I_p}{I_{p\text{НОМ}}}\right)^\alpha - \frac{2Q_{\text{НОМ}}E_a}{t_{p\text{НОМ}}I_k(E_a - U_{\text{кр}})} \right]^\beta \quad (23)$$

При различных токах разряда выражение приобретает следующий вид: [313]

$$Q = \left(\frac{I_p}{A}\right) \left[\left(\frac{I_p}{I_{p\text{НОМ}}}\right)^\alpha - B \right]^\beta \quad (24)$$

Математическая модель (24) адекватна для свинцовых, литий-ионных и никель-металл-гибридных аккумуляторных батарей [37].

Для средних и больших токов наилучшие результаты будет обеспечивать предложенная модель (24), а при разряде токами всего диапазона – от минимального до тока к.з., относительная погрешность по модели (24) не будет превышать 1,15% [38].

Теперь рассмотрим модель математического описание АКБ методом Шеферда.

Данный метод позволяет описать аналитическим уравнением (25) зависимость $U = f(I, t)$.

$$E = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I \cdot t} \cdot I - N \cdot I + A \cdot e^{\frac{It}{BQ}} - C \cdot I \cdot t \quad (25)$$

где E_s – начальное напряжение разряда, В;
 K – коэффициент поляризации, Ом·см;
 N – внутреннее сопротивление элемента, Ом·см;
 Q – количество (ёмкость) активного материала, А·ч/элемент;
 I – ток разряда, А;
 t – время разряда, ч;
 A – эмпирический коэффициент, В;
 B – эмпирический коэффициент;
 C – коэффициент, В·см/(А·с) [312, 313, 314].

Уравнение (25) было получено при следующих допущениях:

- 1) анод или катод имеют пористый активный материал;
- 2) сопротивление электролита остается постоянным во время разряда;
- 3) элемент разряжается постоянным током;
- 4) поляризация является функцией постоянного тока. [39]

Член $A \cdot e^{\frac{It}{BQ}}$ уравнения (25) введен для учёта падения напряжения в начале разряда. В большинстве случаев падение напряжения происходит в очень короткое время, и этим членом можно пренебречь. На рис. 7 отмечены выбранные для двух кривых точки 1...8, которые были получены при умеренно низких и высоких токах I_a и I_b . [40]

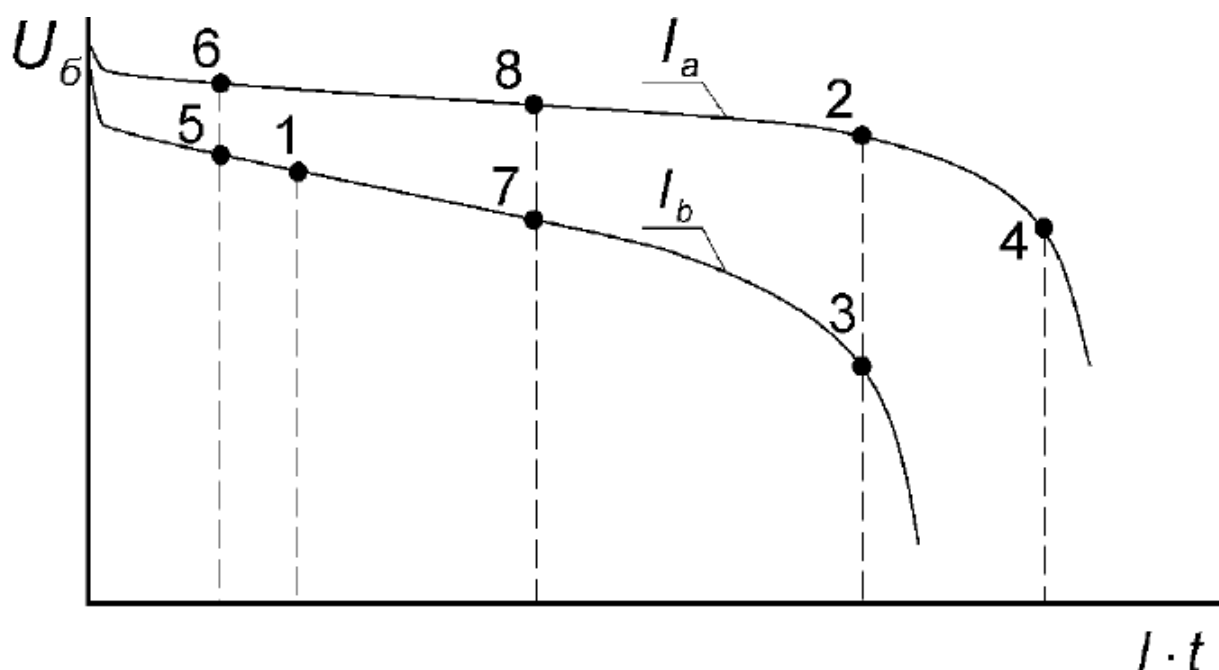


Рисунок 7 – Выбор точек на экспериментальных разрядных кривых при определении коэффициентов Шеферда.

Разрядные кривые следует выбирать так, чтобы реальные токи разряда находились в диапазоне, охватываемом двумя указанными кривыми [41].

Восемь точек (рис. 23) выбираются исходя из следующих условий:

$$\begin{aligned} I_b \cdot t_1 > I_b \cdot t_5; I_b \cdot t_3 = I_a \cdot t_2; I_a \cdot t_6 = I_b \cdot t_5; I_b \cdot t_8 = I_b \cdot t_7; \\ I_b \cdot t_7 < I_b \cdot t_3; I_b \cdot t_1 < I_b \cdot t_3; \end{aligned} \quad (26)$$

$$\frac{I_b \cdot t_3}{I_a \cdot t_4} < 0,7$$

Далее составляется система уравнений

$$\begin{cases} E_5 = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I_b \cdot t_5} \cdot I_b - N \cdot I_b - C \cdot I_b \cdot t_5 \\ E_7 = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I_b \cdot t_7} \cdot I_b - N \cdot I_b - C \cdot I_b \cdot t_7 \\ E_6 = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I_a \cdot t_6} \cdot I_a - N \cdot I_a - C \cdot I_a \cdot t_6 \\ E_8 = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I_a \cdot t_8} \cdot I_a - N \cdot I_a - C \cdot I_a \cdot t_8 \end{cases} \quad (27)$$

из которой определяются значения коэффициентов уравнения Шеферда. Полученные при этом выражения приводятся ниже.

$$C = \frac{I_b \cdot (E_6 - E_8) - I_a \cdot (E_5 - E_1)}{(I_b - I_a) \cdot I_b \cdot (t_7 - t_5)} \quad (28)$$

После следующей замены переменных:

$$\begin{aligned} E'_1 &= E_1 + C \cdot I_b \cdot t_1 \\ E'_2 &= E_2 + C \cdot I_a \cdot t_2 \\ E'_3 &= E_3 + C \cdot I_b \cdot t_3 \\ E'_4 &= E_4 + C \cdot I_a \cdot t_4 \end{aligned} \quad (29)$$

получим:

$$Q = \frac{I_a \cdot I_b^2 \cdot t_4 \cdot (E'_2 - E'_4) \cdot (t_3 - t_1) - I_b \cdot t_1 \cdot (E'_1 - E'_3) \cdot (t_4 - t_2) \cdot I_a^2}{I_b^2 \cdot (E'_2 - E'_4) \cdot (t_3 - t_1) - I_a^2 \cdot (E'_1 - E'_3) \cdot (t_4 - t_2)} \quad (30)$$

$$K = \frac{(E'_2 - E'_4) \cdot (Q - I_a \cdot t_4) \cdot (Q - I_a \cdot t_2)}{(t_4 - t_2) \cdot Q \cdot I_b^2} \quad (31)$$

$$N = \frac{-K \cdot Q}{I_a - I_b} \cdot \left(\frac{I_a}{Q - I_a \cdot t_2} - \frac{I_b}{Q - I_b \cdot t_1} \right) + \frac{E'_1 - E'_2}{I_a - I_b} \quad (32)$$

$$E_S = E'_1 + N \cdot I_b + \frac{K \cdot I_b \cdot Q}{Q - I_b \cdot t_1} \quad (33)$$

Как видно из формул, для определения коэффициента С используются точки 5, 6, 7, 8, а для определения коэффициентов Q, K, N, Es – точки 1,2, 3, 4.

Предложенные модели разрядных характеристик могут быть использованы для выбора АКБ, и комплекса силового электрооборудования [42].

Методика расчета солнечной батареи представляет собой совокупность соотношений, связывающих вольт-амперную характеристику солнечной батареи с условиями ее освещенности, температурным режимом фотоэлектрических преобразователей и факторами, которые вызывают ухудшение характеристик солнечной батареи во времени. [43]

Условия освещенности солнечной батареи характеризуется интенсивностью светового потока Солнца, углом падения солнечных лучей на поверхность солнечной батареи. [44]

$E_0 = E_S \cdot k_\psi$ Величина падающего светового потока Солнца определяется интенсивностью потока и коэффициентом освещенности (k_ψ) [45].

Коэффициент освещенности учитывает угол падения солнечных лучей, увеличение отражательной способности поверхности при углах Ψ , близких к 90о: [248]

$$k_\psi = \begin{cases} 0 & \text{если } \cos \psi \leq 0,12 \\ \cos \psi \cdot \left(1 - \frac{-3,2 \cdot \cos \psi}{1 - \cos \psi} \right) & \text{если } 0,12 < \cos \psi \leq 0,75 \\ \cos \psi & \text{если } \cos \psi > 0,75 \end{cases} \quad (34)$$

Где $\cos \Psi$ угол падения солнечных лучей на поверхность ФЭП [46].

Для описания характеристик фотоэлемента применяют модель Шоккли, в основу которой положено уравнение поведения идеального диода в заданных условиях фототока и температуры. В этом уравнении параметры

U_{xx} , $I_{к.з}$, I_{opt} , I_{opt} , R_{max} могут определяться на основе как расчета полупроводниковой структуры, так и экспериментальных исследований. [47]

$$I_H = I_{opt} - I_0 \cdot \left[\exp\left(\frac{q \cdot (U + I_H \cdot R_n)}{A_k \cdot k \cdot T}\right) - 1 \right] - \frac{U}{R_{ш}} \quad (35)$$

где I_H – ток нагрузки, А;

I_{opt} – значение тока в оптимальной точке при различных температурах, А;

I_0 – обратный ток насыщения, А;

q – заряд электрона, $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл;

U – напряжение на нагрузку, В;

R_n – последовательное сопротивление, Ом;

A_k – диодный коэффициент;

k – постоянная Больцмана, $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж;

T – абсолютная температура СЭ, К;

$R_{ш}$ – шунтовое сопротивление, Ом. [57, 155, 360]

Напряжение холостого хода при изменении температуры:

$$U_{xxt} = U_{xx} + dU_t \cdot (T_0 - T) \quad (36)$$

где U_{xx} – напряжение холостого хода при стандартной температуре и изменении освещенности: [48]

$$U_{xx} = \frac{A_k \cdot k \cdot T}{q} \cdot \ln\left(\frac{I_{opt}}{I_0} + 1\right) \quad (37)$$

dU_t – температурный коэффициент по напряжению, мВ/оС;

T_0 – стандартная температура, $T_0=+250$ С [49];

Значение тока при различных температурах и освещенностях:

$$I_{opt} = I_{кз} \cdot (E_{ФЭП}/E_0) - dI_t \cdot (E_{ФЭП}/E_0) \cdot (T_0 - T) \quad (38)$$

где $I_{кз} \cdot (E_{ФЭП}/E_0)$ – изменение тока короткого замыкания по освещенности;

E_0 – значение освещенности при стандартных условиях, $E_0=1000$ Вт/м²;

$E_{ФЭП}$ – среднемесячное среднее дневное значение плотности солнечного излучения, поступающего на поверхность ФЭП, Вт/м²;

dI_t – температурный коэффициент по току, $\mu\text{A}/^\circ\text{C}$. [50]

Обратный ток насыщения зависит от температуры:

$$I_0 = \frac{I_{opt}}{\exp\left(\frac{(q \cdot U_{xx} \cdot t)}{(A_k \cdot k \cdot (T + 237))}\right)}, \quad (39)$$

Максимальная мощность:

$$P_{max} = U_{opt} \cdot I_{opt} \quad (40)$$

Как видно, при моделировании ФЭП с анализом температуры необходимо учитывать коэффициенты по току и по напряжению. [51]

Температурные коэффициенты тока и напряжения измеряют согласно методике, определенной международным стандартом. [52]

Закодированное видео одним из кодеков MPEG-2, MPEG-4 и передается через беспроводную сеть стандартов WiFi, 3G или WiMAX (См. Рис. 7).[53]

Математическая модель видеосигнала $f(t)$ имеет вид:

$$f(t) = \begin{cases} U_m, & |t| < \frac{T}{4} \\ \frac{4 \cdot U_m}{T} \left(\frac{T}{2} - |t|\right), & \frac{T}{4} \leq |t| \leq \frac{T}{2} \\ 0, & |t| > \frac{T}{2} \end{cases} \quad (41)$$

Где $|t| = (+\infty, -\infty)$ - время, сек;

T – период сигнала, сек;

U_m – амплитуда сигнала, В;

При использовании в уравнение (41) единичной функции Хевисайда, видеосигнал можно выразить в следующем виде: [54]

$$f(t) = U_m - U_m \cdot \Phi\left(|t| - \frac{T}{4}\right) + \left(\frac{T}{2} - |t|\right) \cdot \frac{4U_m}{T} \cdot \Phi\left(|t| - \frac{T}{4}\right) - \left(\frac{T}{2} - |t|\right) \cdot \frac{4U_m}{T} \cdot \Phi\left(|t| - \frac{T}{2}\right), \quad (42)$$

Спектральную плотность видеосигнала находим с помощью прямого преобразования Фурье математической модели видеосигнала (42): [55]

$$F(j \cdot \omega) = L[f(t)], \quad (43)$$

где L – оператор Фурье;

$F(j\omega)$ – спектральная плотность видеосигнала, В;

$\omega \in (-\infty, +\infty)$ - циклическая частота, рад/с;

j – мнимая единица.

Преобразуя уравнение (43) и запишем в интегральном виде:

$$F(j \cdot \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot e^{-j\omega t} dt, \quad (44)$$

Периодическая последовательность видеосигналов.

Математическую модель периодической последовательности видеосигналов $f_T(t)$ можно представить в следующем виде [56]:

$$f_T(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(t - nT), \quad (45)$$

Где n – переменная суммирования, целое число [57].

Периодический сигнал может быть представлен рядом Фурье:

$$f_T(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} X[n] \cdot e^{j \frac{2\pi n t}{T}}, \quad (46)$$

где $X[n]$ – коэффициенты ряда Фурье.

$$X[n] = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f_p(t) \cdot e^{-j \frac{2\pi n t}{T}} \cdot dt, \quad (47)$$

Согласно выражениям (46) и (47) периодический сигнал состоит из суммы бесконечного числа гармонических колебаний кратных частот (гармоник) [58].

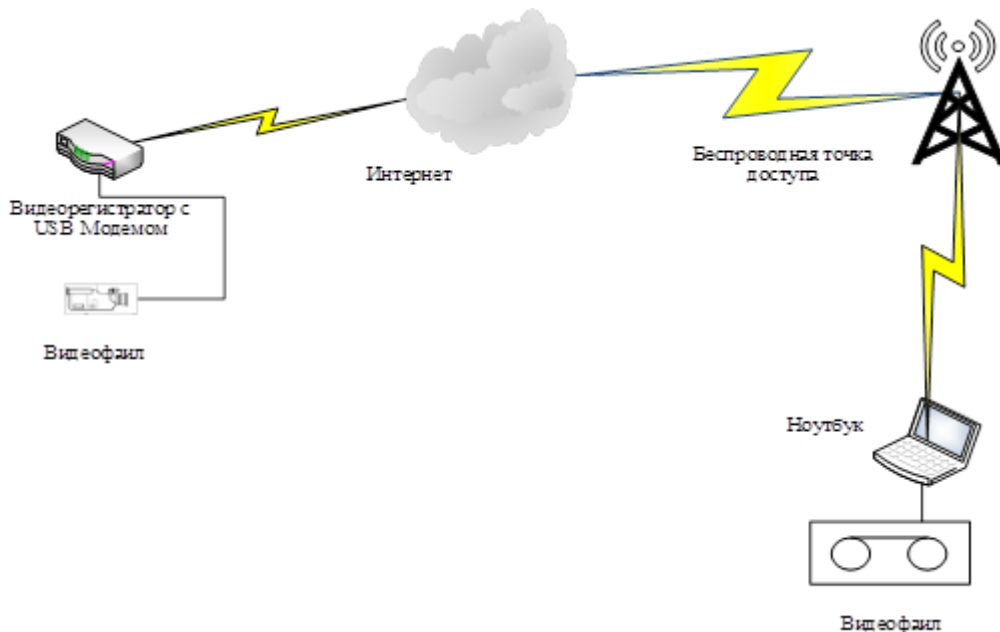


Рисунок 8 – Математическая модель передачи видеосигнала по беспроводному каналу связи.

Исходными данными для расчета модели видеосветоловушки служат паспортные данные видеорегистратора, USB модема, видеокамер, светодиодов. А так же метеорологические условия (солнечно, облачно, пасмурно) [59].

При создании видеосветоловушки построена схема состоящая из 3 функциональных модулей (Рис. 8):

Фотоэлектрический преобразователь (ФЭП)-4.

Аккумуляторная батарея (АКБ)-1. Хранилище электроэнергии для обеспечения «ВидеоСветоловушки» в течении суток, и когда ФЭП не активна.

Фиксирующая система (ФС)-2,5. ФС - это набор технических средств для сбора необходимой информации.

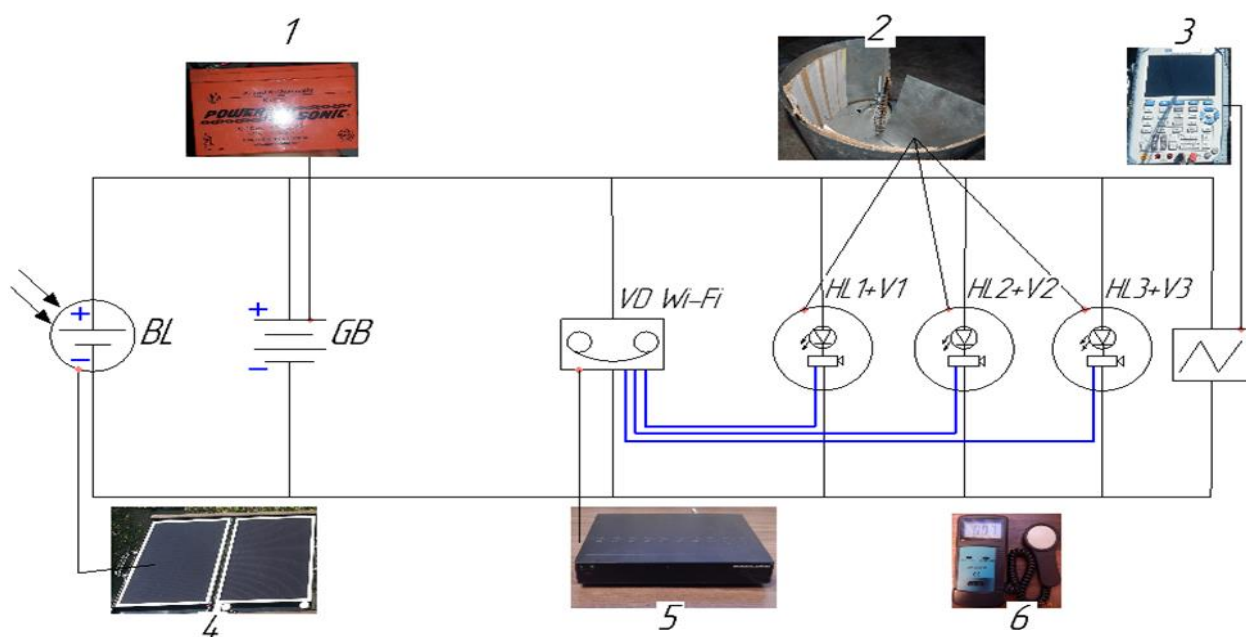


Рисунок 9 – Принципиальная схема видеосветоловушки

1 - АКБ типа PS-12260, 2 - Светоловушка с видеокамерой (W11A), 3 - осциллограф АКИП – 4113/1, 4 - фотоэлектрический преобразователь (TPS-936M0), 5 - видеореги́стратор (RL-A4-100) +USB модем, 6 - люксметр LX-101.

При расчете видеосветоловушки введем следующие понятия:

- T_{light} [ч] - Светлое время суток (СВС) – время, когда ФЭП преобразует солнечную энергию в электрическую;
- $T_{dark} = (24 - T_{light})$ [ч]- Темное время суток (ТВС) – время, когда ФЭП не активна;
- P_{fer} [Вт] – мощность ФЭП;
- P_{led} [Вт] – мощность 1 светодиода;
- N_{led} [шт] – количество светодиодов в одной ловушке;
- P_{cam} [Вт]- мощность камеры в светоловушке;
- N_{dev} [шт] – количество светоловушек;
- P_{vr} [Вт] - мощность видеорегастратора;
- P_{modem} [Вт] – мощность модема;
- Clr [%] – средний процент благоприятных погодных условий отдельного региона на период работы видеосветоловушки [60].

Энергии, произведенной ФЭП за светлое время суток должно быть достаточно для обеспечения бесперебойной работы видеосветоловушки в течении суток. Соответственно для расчета энергетического баланса энергия, произведенная ФЭП за светлое время суток будет иметь вид:

$$W_{fer} = P_{fer} \cdot T_{light} \cdot Clr, [Вт \cdot ч], \quad (48)$$

Разбив ФС на блока, работающих по разным схемам: первый блок – модем, видеорегастратор и камеры в видеосветоловушках, такой блок будет работать круглосуточно; второй блок – светодиодные панели в видеосветоловушках, включающиеся только в темное время суток по команде фотореле.

Такое разделение помогает сократить расход электроэнергии, а следовательно снизить требования к системе энергообеспечения установки

Потребление энергии блоком 1 запишем в виде:

$$W_{b1} = (P_{cam} \cdot N_{dev} + P_{vr} + P_{modem}) \cdot 24, [Вт \cdot ч], \quad (49)$$

Потребление энергии блоком 2 будет выглядеть следующим образом:

$$W_{b2} = P_{led} \cdot N_{led} \cdot N_{dev} \cdot T_{dark}, [Вт \cdot ч], \quad (50)$$

Условие энергобаланса (производство равно потреблению):

$$W_{fep} = W_1 + W_2, [Вт \cdot ч], \quad (51)$$

При выборе ФЭП для обеспечения работы блока «Видеонаблюдения с передачей данных по беспроводному каналу связи» и подзаряда АКБ приравниваем уравнения (50) и (49) с уравнение (48) и получим:

$$P_{fep} \cdot T_{light} \cdot Clr = ((P_{cam} \cdot N_{dev} + P_{vr} + P_{modem}) \cdot 24) + (P_{led} \cdot N_{led} \cdot N_{dev} \cdot T_{dark}), [Вт \cdot ч], \quad (52)$$

Выразим из (52) требуемую мощность ФЭП и запишем в следующем виде:

$$P_{fep} = ((P_{cam} \cdot N_{dev} + P_{vr} + P_{modem}) \cdot 24 + P_{led} \cdot N_{led} \cdot N_{dev} \cdot T_{dark}) \div (T_{light} \cdot Clr), [Вт] \quad (53)$$

Для обеспечения видеосветоловушки электроэнергией в темное время суток, емкости АКБ должно быть достаточно для бесперебойной работы, соответственно уравнение для выбора АКБ будет иметь вид:

$$W_{bat} = (P_{cam} \cdot N_{dev} + P_{vr} + P_{modem}) \cdot T_{dark} + P_{led} \cdot N_{led} \cdot N_{dev} \cdot T_{dark}, [Вт \cdot ч], \quad (54)$$

Описанные выше соотношения позволяют выбрать необходимые параметры элементов установки не только в зависимости от характеристик потребителя, но и от особенностей климатических условий на месте проведения исследований [61].

Передача информации всегда была привилегией вычислительной техники. В последние десятилетия технологии по производству вычислительной техники сделали огромный рывок. В настоящее время процесс развития и совершенствования данной области настолько быстр, что новинки можно отслеживать не по годам, а по месяцам [62].

Естественная область применения для C++ является – системное программирование, кроме того, C++ успешно используется во многих областях. По словам профессиональных программистов, в автоматике на

транспорте широко используется сетевое оборудование и ЭВМ, необходимы знания в области информационных технологий [63].

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что оценивать достоинства и, в особенности, недостатки С++ необходимо в контексте тех принципов, на которых строился язык, и требований, которые к нему изначально предъявлялись [64].

Достоинства:

1. Язык программирования С++ — содержит средства создания программ практически любого назначения, от низкоуровневых утилит и драйверов до сложных программных комплексов самого различного назначения; [65]

2. Автоматический вызов деструкторов объектов позволяет гарантированно выполнять переходы состояний программы, не обязательно связанные с освобождением ресурсов (например, запись в журнал); [66]

3. Используя шаблоны, возможно создавать алгоритмы для разных типов данных, а также вычислять на этапе компиляции;

4. Возможность имитации расширения языка;

5. Возможность создания встроенных предметно-ориентированных языков программирования; [67]

6. Используя шаблоны и множественное наследование можно имитировать комбинаторную параметризацию библиотек, доступны компиляторы для большого количества платформ, на языке С++ разрабатывают программы для самых различных платформ и систем; [68]

7. Язык позволяет обеспечить максимальную эффективность программы

8. Имеется возможность работы на низком уровне с памятью, адресами;

9. Высокая совместимость с языком Си, позволяющая использовать весь существующий Си-код. [69]

Недостатки:

1. Вызванные изначально заданным требованием недостатки С++ унаследованы от языка-предка — Си; [70]

2. Сложность и избыточность, из-за которых С++ трудно изучать, а построение компилятора сопряжено с большим количеством проблем.

Во многих случаях новые средства и механизмы позволяют делать то же самое, что и старые, но в языке сохраняются оба варианта, поддержка множественного наследования реализации в ООП-подсистеме языка [71].

1) Перед началом работы необходимо открыть приложение под названием Energy Calculator (exe.)

2) В открывшемся окне слева появятся поле для ввода данных с клавиатуры, справа появится поле для добавления и удаления «ВидеоСветоловущек» кнопками на вторичном меню программы (Рис. 10).



Рисунок 10 – Рабочее окно программы до начала ввода данных

3) В поле видеосветоловущки на вторичном меню программы нажав кнопку «Добавить» и устанавливаем необходимое количество видеосветоловущек, а если требуется удалить нажимаем кнопку «Удалить» (Рис. 11)

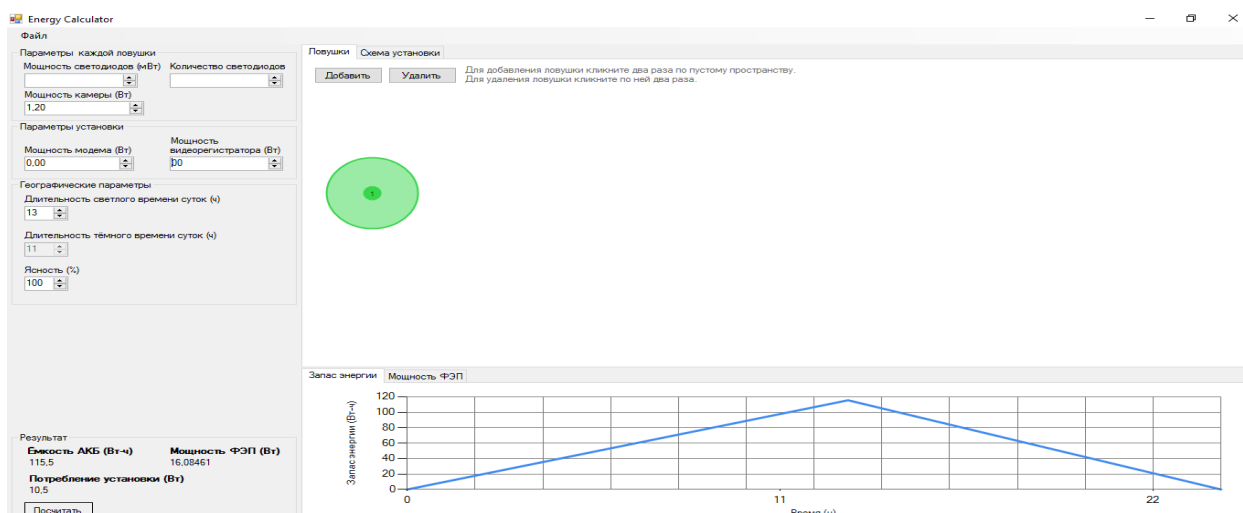


Рисунок 11 – Результат добавления видеосветоловушки

С левой стороны рабочего окна программы вводим паспортные данные комплектующих с учетом на одну видеосветоловушку. При добавлении количества видеосветоловушек параметры расчета будут увеличиваться автоматически (Рис. 12)

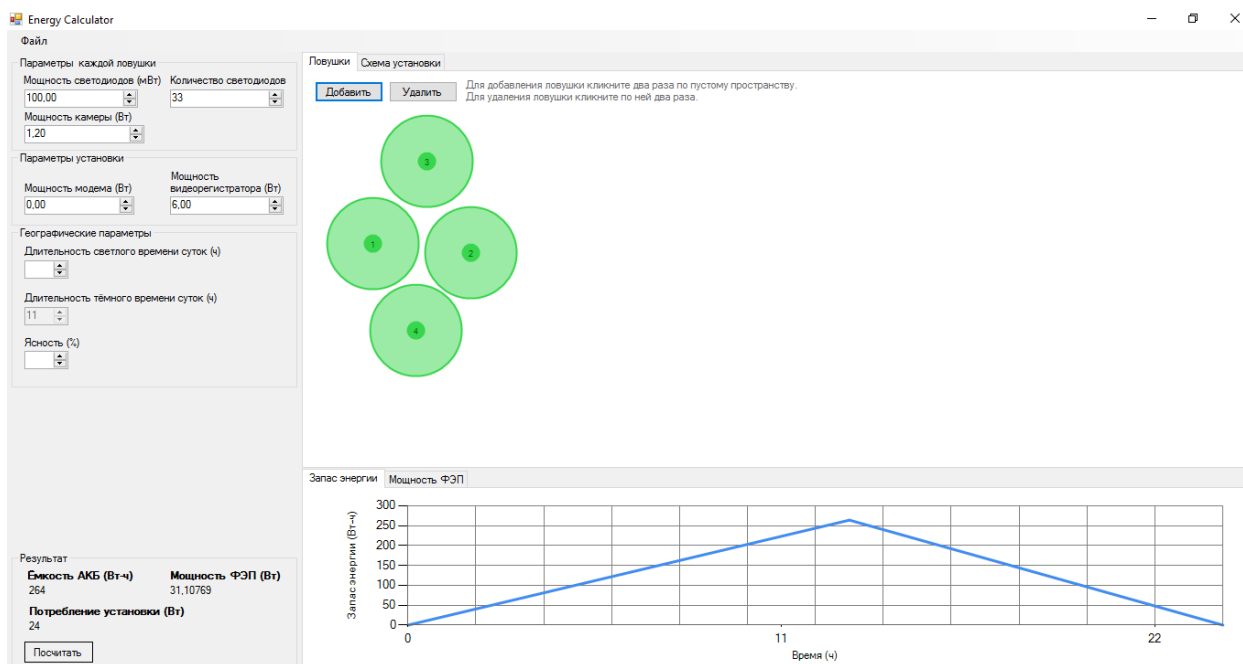


Рисунок 12 – Ввод данных комплектующих

5) После ввода паспортных данных комплектующих видеосветоловушки вводим метеорологические данные: длительность светлого времени суток (длительность темного времени суток вычитается

автоматически); вводим средний процент благоприятной погоды за период пять лет (Рис. 29).

б) В нижнем левом углу нажимаем кнопку в окне программы «посчитать». Производится расчет, Емкости АКБ и Мощности ФЭП – это необходимые данные для точного подбора АКБ и ФЭП, при бесперебойной работе видеосветоловушки (Рис. 29).

Также строятся графики запаса энергии АКБ в течении времени и зависимость мощности ФЭП при изменении освещенности поверхности ФЭП в течении времени (Рис. 13).

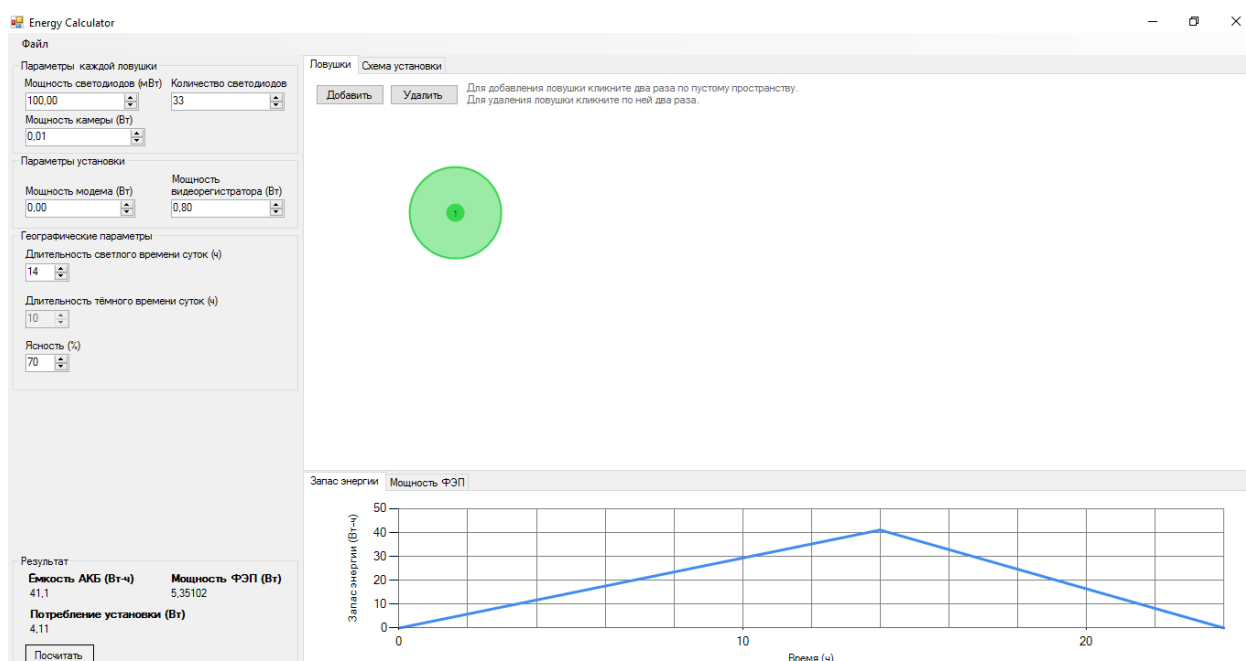


Рисунок 13 – Расчет параметров АКБ и ФЭП

4) В рабочем окне программы кнопка «файл» главного меню выполняет функции как: «сохранить», сохраняет выбранные параметры и расчет видеосветоловушки; «открыть» открывает сохраненный файл; «Сброс», сброс введенных данных (рис. 14).

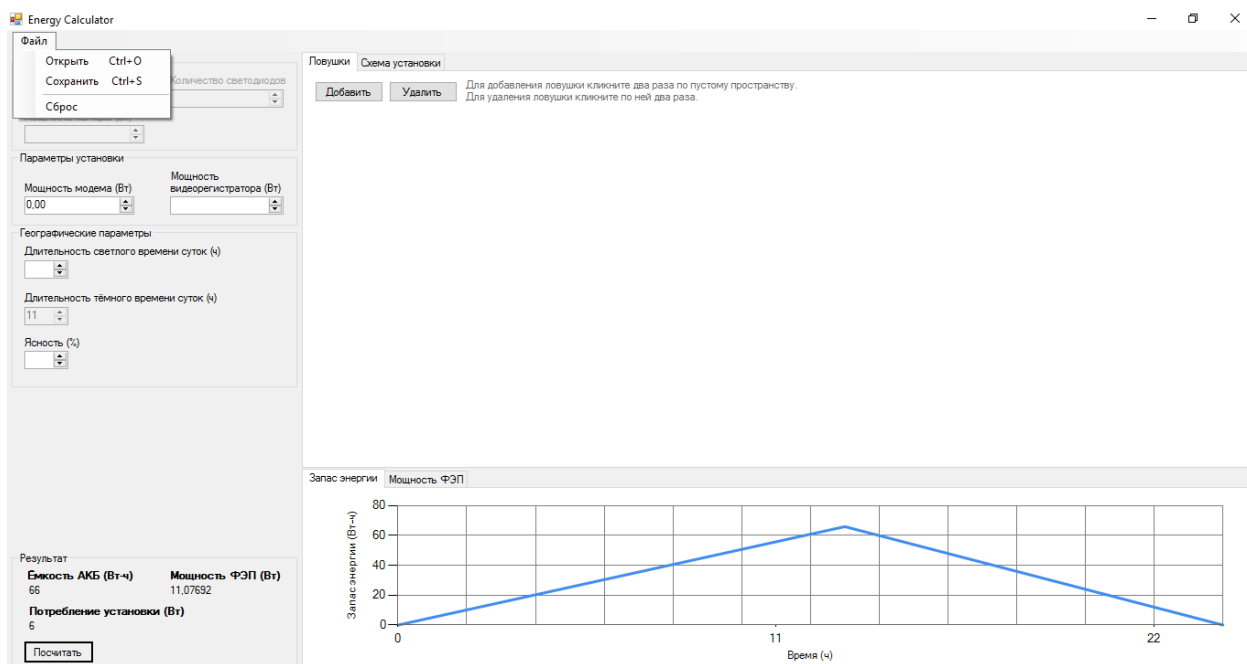


Рисунок 14 – Рабочее окно программы с функциями кнопки «файл»

7) Для выхода из программы, помимо стандартного способа («крестик» в правом верхнем углу)

6 Разработка установки для борьбы с грызунами

Одной из основных задач при конструировании электродератизатора является определение конструкции позволяющей максимально надежно обеспечить защиту объектов АПК от проникновения грызунов.

6.1 Обоснование основных параметров установки для борьбы с грызунами

Начальное напряжение или начальная напряженность поля коронного разряда, является важным параметром, который необходимо знать при выборе той или иной системы электризуемых барьеров применительно к конкретному объекту. Превышение напряжения над начальным определяет интенсивность коронного разряда, а значит уровень необходимых рабочих напряжений установки [72].

Начальную напряженность коронного разряда E_0 определяют по эмпирической формуле Пика [73]:

$$E_0 = 30,3 \cdot \delta \cdot \left(1 + \frac{0,298}{\sqrt{\delta \cdot r_0}} \right), \quad (56)$$

где r_0 – радиус электризуемого барьера;

δ – относительная плотность воздуха;

$$\delta = 289 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{p}{T}, \quad (57)$$

где p – атмосферное давление;

T – температура воздуха;

$\delta = 1$ при $p=1,013 \cdot 10^5$ Па и $T=293$ К.

Начальное напряжение коронного разряда:

$$U_0 = E_0 \cdot r_0 \cdot A, \quad (58)$$

где $A = \ln \frac{2h_1}{r_0}$ – функция геометрических параметров данной системы электризуемых барьеров.

Следовательно, напряжение на электродератизаторе необходимо выбирать из условий:

$$U_{\text{э.ш.}} < U_0 = E_0 \cdot r_0 \cdot \ln \frac{2h_1}{r_0}, \quad (59)$$

где $U_{\text{э.ш.}}$ – напряжение электродератизатора, при котором отсутствует коронный разряд;

U_0 – начальное напряжение короны.

Разряд в газе начинается с того, что свободные электроны всегда в некотором количестве имеющиеся в газе, но действием приложенного напряжения приобретают энергию достаточную для ударной ионизации. Если при столкновении электрона с нейтральной молекулой происходит ионизация, то образуется еще один электрон, который так же может ионизировать, и процесс приобретает лавинный характер [74].

Электроны уходят на анод, а положительные ионы, подходя к катоду, создают там новые электроны за счет вторичной ионизации. Эти вторичные электроны также могут создавать лавины. Если интенсивность вторичной ионизации слабая и для поддержания воспроизводства электронов требуется действие внешнего ионизатора, то такой разряд называется несамостоятельным. В случае если процессы ионизации развиваются и при прекращении действия внешнего ионизатора, то образуется самостоятельный разряд.

Условие перехода разряда в самостоятельный процесс носит название условия самостоятельности разряда Таунсенда [75].

Если коэффициент γ (коэффициент Таунсенда) дает число электронов выбиваемых из катода одним положительным ионом, то величина

$$\gamma[\exp(\alpha \Delta h) - 1], \quad (60)$$

где Δh – межэлектродное расстояние, обозначает число вторичных электронов образовавшихся в результате происхождения единичной первичной лавины.

Так как первичная лавина началась с одного электрона, то для воспроизводства лавин число вторичных электронов должно быть не меньше единицы. Таким образом, условие самостоятельности разряда имеет вид

$$\gamma[\exp(\alpha\Delta h) - 1] \geq 1, \quad (61)$$

Так как обычно $\gamma[\exp(\alpha\Delta h)] \gg 1$, то (коз2.6) можно упростить [76]:

$$\gamma \exp(\alpha\Delta h) \geq 1 \quad (62)$$

При $\gamma \exp(\alpha\Delta h) \geq 1$ ионизация, вызываемая последовательными лавинами, носит нарастающий характер, ток возрастает, что приводит к образованию искрового разряда, или искрового пробоя, при котором возникает тонкий проводящий канал, замыкающий промежуток. Напряжение, при котором для однородного поля выполняется условие (62), носит название пробивного напряжения. Так как и $\frac{\alpha}{p}$, и γ зависят от напряженности поля $\frac{E}{p}$, а напряженность определяется приложенными напряжением U и длиной разрывного промежутка Δh , то для однородного поля можно вывести уравнения зависимости пробивного напряжения от произведения $p\Delta h$ вида $U_{пр} = f(p\Delta h)$, которое носит название закона Пашена [77]:

$$U_{пр} = \frac{Bp\Delta h}{\ln \frac{Ap\Delta h}{\ln \frac{1}{\gamma}}} \quad (63)$$

где – пробивное напряжение; A и B – постоянные, характеризующие газ; P – давление газа, $\Delta h=(h_1-h_2)$ – расстояние между потенциальным электродом и грызуном.

При давлении, близком к атмосферному, уравнение (63) имеет более простую форму для расчета пробивного напряжения в воздухе:

$$U_{пр} = 24,5p\Delta h + 6,4(p\Delta h)^{\frac{1}{2}}, \quad (64)$$

где $U_{пр}$ – пробивное напряжение;

P – давление газа.

Развитие разряда в резко-неоднородных полях имеет определенные особенности. Резко-неоднородное поле характерно для промежутков, создаваемых электродами типа игла-плоскость, провод-плоскость и т.п. при малом радиусе закругления провода и большом расстоянии между электродами.

Как известно, особенностью резко-неоднородных полей являются высокие напряженности поля у электрода с малым радиусом закругления даже при сравнительно небольшом напряжении на промежутке. Это означает, что в этой области могут идти процессы ударной ионизации, возникают лавины электронов, и условие самостоятельности разряда выполняется, когда ток ионизации охватывает только малую часть промежутка [78].

При определенных условиях возникает стадия разряда, называемая стримерной, при которой образуются светящиеся каналы, называемые стримерами. Известно, что стример представляет собой тонкий канал частично ионизированного газа, на переднем конце которого расположен избыточный разряд высокой концентрации, называемый головкой стримера. В поле этого заряда идет интенсивная ионизация, образуются лавины, что обеспечивает образование нового избыточного заряда и продвижение стримера вглубь промежутка с направлением внешнего поля [79].

Для образования искры требуется повышение напряжения, чтобы хотя бы один из стримерных каналов превратился в искровой. В искровой стадии происходит резкое увеличение тока, сопровождающееся выделением тепла, газ в канале разогревается и начинается термическая ионизация. Все это соответствует искровому пробую промежутка.

В общем случае поэтапное развитие разряда, начиная с электрода с малым радиусом кривизны, облегчает продвижение разряда по сравнению с равномерным полем. Поэтому разрядное напряжение промежутков с резко-неоднородным полем существенно меньше, чем промежутков с однородным

полем. Средняя пробивная напряженность для промежутков с резко-неоднородным полем составляет 5-7 кВ/см [80].

Перечисленные стадии разряда могут иметь место в промежутках небольшой длины (от 1 до 40-50 см) и при давлениях газа порядка атмосферного. Особый случай для развития разряда представляет воздействие на разрядный промежуток импульсного напряжения.

Особенности развития разряда при импульсном воздействии напряжения определяется ограниченным временем роста напряжения до максимального значения и коротким временем воздействия напряжения. Для пробоя промежутка при импульсном напряжении требуется более интенсивное развитие ионизационных процессов, которые обеспечили бы время развития разряда, меньшее, чем время действия импульса. Время разряда, в свою очередь, складывается из времени формирования разряда от момента появления первых эффективных электронов, дающих начало образованию лавин, до пробоя промежутка и так называемого статического времени ожидания эффективных электронов, если начальная концентрация электронов оказывается недостаточной для интенсивной ионизации.

Частота импульсов в пределах от промышленной частоты $f=50$ Гц до некоторой критической частоты, превышающей несколько килогерц, не влияет на значение пробивного напряжения.

Так как на объекты АПК могут проникать разные виды грызунов, то изменяются параметры h_2 – высота грызуна. Исходя из этого, в зависимости от конкретного вида грызуна, можно рассчитать $U_{э.ш.}$, при котором обеспечивается отсутствие коронирования электродной системы электродератизатора в отсутствии грызуна в зоне действия установки h_1 .

Т.к. $h_1 = \Delta h + h_2$, то подставив это выражение в формулу (59), получим зависимость $U_0=f(h_2)$,

$$U_{э.ш.} < U_0 = E_0 \cdot r_0 \cdot \ln \frac{2(\Delta h + h_2)}{r_0}. \quad (65)$$

Рассмотрим, как будет изменяться $U_{э.ш.}$ в зависимости от параметров h_2 и Δh .

Изменения Δh принимаем в пределах 5..10% от h_2 в зависимости от вида грызуна, т.е.

$$\Delta h = 0,05..0,1h_2. \quad (66)$$

Тогда подставив выражение (66) в $h_1 = \Delta h + h_2$, получим

$$h_1 = h_2 + 0,05..0,1h_2 \text{ или } h_1 = 1,05..1,1h_2,$$

В этом случае

$$U_{э.ш.} < U_0 = E_0 \cdot r_0 \cdot \ln \frac{2 \cdot (1,05..1,1)h_2}{r_0}. \quad (67)$$

7. Разработка и исследование установки для борьбы с птицами

Определение напряжения начала коронирования для коронно-разрядной системы электродератизатора при отсутствии птицы в зоне действия установки исследовалось в зависимости от диаметра коронирующего электрода r_0 и межэлектродного промежутка h_1 . Радиус коронирующего электрода изменялся от $r_0=0,1$ см до $r_0=0,3$ см с шагом $\Delta r_0=0,1$ см при изменении межэлектродного промежутка $h_1=15,20,25$ см. Замеры производились с 3-кратной повторностью.

Определение величины напряжения пробоя на коронно-разрядной системе электродератизатора при нахождении птицы в зоне действия установки исследовалось в зависимости от диаметра коронирующего электрода r_0 , межэлектродного промежутка h_1 и межэлектродного расстояния между коронирующим электродом и птицей – Δh , при этом радиус коронирующего электрода изменялся от $r_0=0,1$ см до $r_0=0,4$ см с шагом $\Delta r_0=0,1$ см. При изменении межэлектродного промежутка $h_1=15,20,25$ см и $\Delta h=0,5;1;1,5$ см. Замеры производились с 3-кратной повторностью.

7.1 Обоснование основных параметров установки для борьбы с птицами

При конструировании секций ЭОП ставятся следующие задачи:

Определить величину импульса отпугивающего напряжения, подаваемого на секцию ЭОП.

Определить величину межэлектродного расстояния, учитывая параметрические особенности отпугиваемых птиц.

Секции ЭОП конструировались с учетом особенностей строения домового воробья, сизого голубя и серой вороны [81]. Для определения длины лапы синантропных птиц были изучены особи, обитающие на защищаемом объекте. Полученные параметрические данные представлены на рис. 15 – рис. 17.

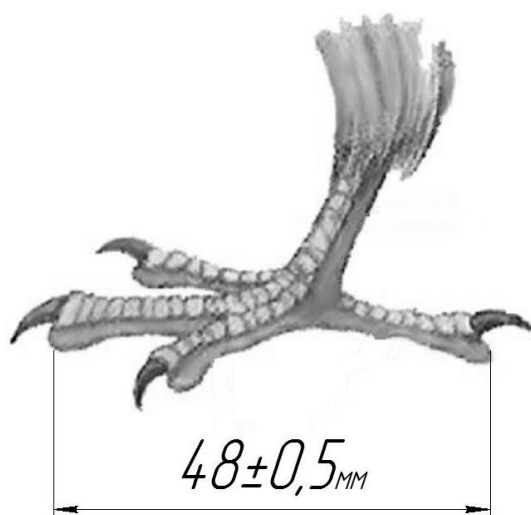


Рисунок 15 – Длина лапы сизого голубя

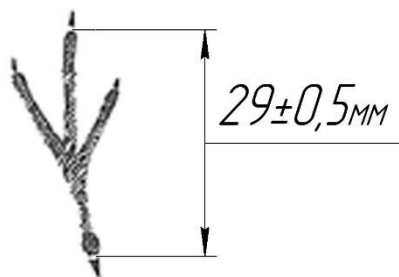


Рисунок 15 – Длина лапы домового воробья

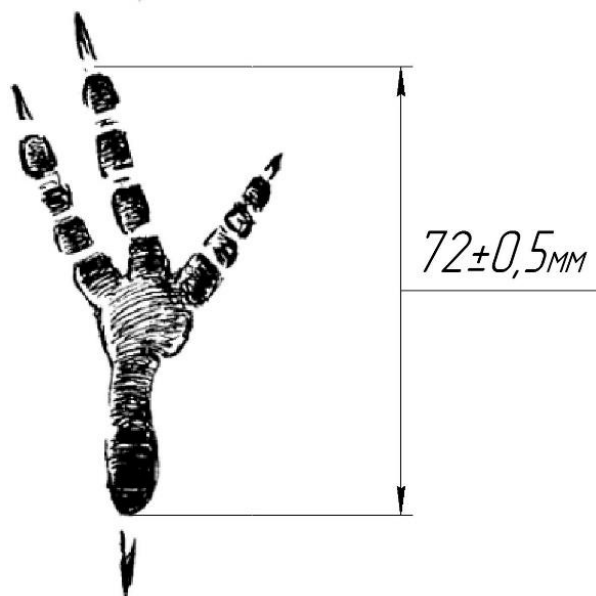


Рисунок 17 – Длина лапы серой вороны

Межэлектродное расстояние h должно соответствовать параметрическим данным вида птицы (длина лапы птицы), от которого требуется защитить объект (рис. 18). Так же межэлектродное расстояние выбирается с учетом того, что при посадке даже на один электрод птица будет задевать другой электрод лапой. При контакте лап птицы с электродами происходит разряд емкости ИИВН и птица получает импульс отпугивающего напряжения.

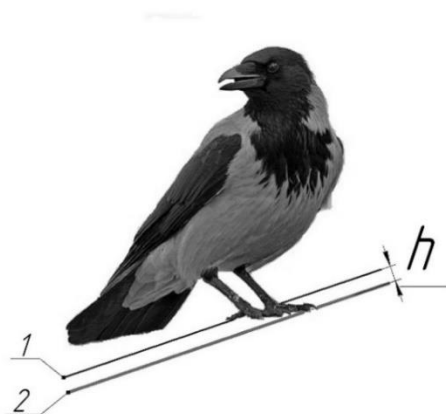


Рисунок 18 – Расположение птицы на электродах ЭОП

1 – ударный электрод

2 – заземленный электрод

h – межэлектродное расстояние

Уровень развития элементарной рассудочной деятельности представителей голубеобразных является относительно низким среди других отрядов пернатых, это подтверждают многочисленные наблюдения исследователей высшей нервной деятельности животных и зоопсихологов [82].

Например у голубей не вызывают реакции отпугивания направленное на них ружье и неподвижно сидящая хищная птица. По сравнению с другими представителями синантропных птиц (врановыми) голуби плохо дифференцируют опасные экологические ситуации: по степени угрозы, по определению приоритетных, ситуационно важных экологических ориентиров, по выбору эффективной и адекватной ситуации защитной поведенческой реакции[83].

Однако у голубей есть инструмент для адаптации к антропогенной среде – память. Голуби за относительно короткий период способны запоминать территорию и разделять на опасную и безопасную, а так же различать людей безопасных (служащий персонал предприятий) и опасных (орнитологов, проводящих репеллентационные мероприятия). Эти экологические сигналы запоминают взрослые обученные голуби и перестраивают своё стайное поведение к конкретной ситуации.

Сизый голубь относится к группе синантропных птиц, для которых характерна высокая степень антропотолерантности [84]. Дистанция испугивания у представителей данного вида варьируется от величины антропогенной нагрузки и представлена на рис. 19.



Рисунок 19 – Дистанция испугивания сизых голубей

Проанализировав значения для зарегистрированных дистанций испугивания (рис. 19), определим минимальное и максимальное и среднее значения диапазона испугивания для сизого голубя:

$$D_{min} = \frac{\sum_{i=1}^n (D_{min} \times m_i)}{m_{100\%}} \quad (68)$$

$$D_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n (D_{max} \times m_i)}{m_{100\%}} \quad (69)$$

Где D_{min} – минимальное значение предполагаемого диапазона дистанций вспугивания;

D_{max} – максимальное значение предполагаемого диапазона дистанций вспугивания;

m_i – доля регистрации для диапазона дистанций вспугивания;

$n=6$.

Подставляя минимальные значения диапазонов дистанций вспугивания в формулу (69) определим минимальное значение предполагаемой дистанции вспугивая:

$$D_{min} = \frac{(0,51 \times 47) + (1,01 \times 15) + (1,51 \times 4) + (2,01 \times 6) + (2,51 \times 5) + (3 \times 2)}{100}$$

$$D_{min} = 0,7577 \text{ м}$$

Подставляя максимальные значения диапазонов дистанций вспугивания в формулу (69) определим максимальное значение предполагаемой дистанции вспугивая:

$$D_{max} = \frac{(0,5 \times 22) + (1 \times 47) + (1,5 \times 15) + (2 \times 4) + (2,5 \times 6) + (3 \times 5)}{100}$$

$$D_{max} = 1,185 \text{ м}$$

Определим среднее значение диапазона дистанции вспугивания значения диапазона вспугивания для сизого голубя:

$$D_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{D_{min} + D_{max}}{2} \times m_i \right)}{m_{100\%}} \quad (70)$$

где D_{cp} - среднее значение предполагаемого диапазона дистанций вспугивания

Подставляя средние значения диапазонов дистанций вспугивания в формулу (70) определим среднее значение предполагаемой дистанции вспугивая:

$$D_{cp} = \frac{(0,25 \times 22) + (0,755 \times 47) + (1,255 \times 15) + (1,76 \times 4) + (2,255 \times 6) + (2,755 \times 5)}{100}$$

$$D_{cp} = 0,94155$$

На основе полученных данных можно сделать предположение, что птицы будут держаться в диапазоне $D_{cp} = 0,94155 \pm \Delta D$ от раздражающего фактора, где $\Delta D = 0,94155 - 0,7577 \dots 1,185 - 0,94155$.

Для определения необходимого количества секции ЭОП для защиты конкретного агротехнического объекта введем понятие коэффициента защиты K_3 , который связывает площадь секции ЭОП с площадью агротехнического объекта, защищаемого этой секцией:

$$K_3 = \frac{S_3}{S_1} \dots \frac{S_2}{S_1} \quad (71)$$

где S_1 – площадь секции ЭОП;

S_2 - минимальная площадь защиты секции ЭОП;

S_3 - максимальная площадь защиты секции ЭОП.

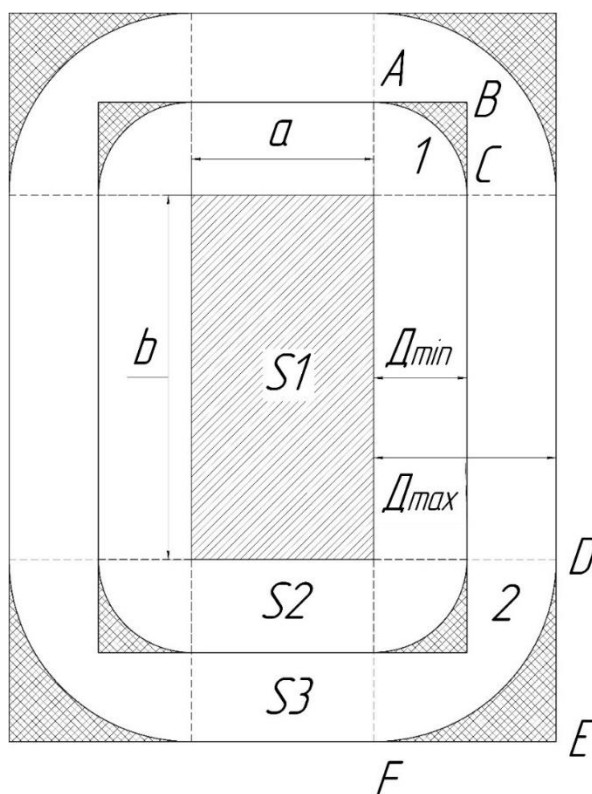


Рисунок 20 – Предполагаемая дистанция вспугивания для ЭОП

a – ширина секции ЭОП; b – длина секции ЭОП; D_{min} – минимальное значение диапазона; D_{max} – максимальное значение диапазона; S_m – площадь фигуры ABC; S_b – площадь фигуры DEF; S_{c2} – площадь квадрата 1; S_{b2} – площадь квадрата 2.

Площадь секции ЭОП находится по следующей формуле:

$$S_1 = \alpha \times b \quad (72)$$

Формулы для определения защищаемой площади с учетом диапазона вспугивания будут иметь следующий вид:

$$S_2 = (\alpha + 2D_{min})(b + 2D_{min}) - 4S_M \quad (73)$$

$$S_3 = (\alpha + 2D_{max})(b + 2D_{max}) - 4S_6 \quad (74)$$

Подставляя в формулу (71) выражение (72), (73) и (74), формула принимает следующий вид:

$$K_3 = \frac{(a+2D_{max})(b+2D_{max})-4S_6}{a \times b} \dots \frac{(a+2D_{min})(b+2D_{min})-4S_M}{a \times b} \quad (75)$$

Площадь большого криволинейного треугольника определяется следующей формулой:

$$S_6 = Sc^2 - S_{сектора} = D_{max}^2 - \pi r^2 \frac{\alpha}{360^\circ} \quad (76)$$

Где $r=D_{max}$.

Таким образом,

$$S_6 = D_{max}^2 - \pi D_{max}^2 \frac{90^\circ}{360^\circ} = D_{max}^2 - \pi D_{max}^2 \frac{1}{4} = D_{max}^2 (1 - \frac{\pi}{4}) \quad (77)$$

Площадь малого криволинейного треугольника найдем по аналогии:

$$S_M = D_{min}^2 (1 - \frac{\pi}{4}) \quad (78)$$

Подставляя в формулу (76) выражение (77) и (78) найдем коэффициента защиты:

$$K_3 = \frac{(a+2D_{max})(b+2D_{max})-4D_{max}^2(1-\frac{\pi}{4})}{a \times b} \dots \frac{(a+2D_{min})(b+2D_{min})-4D_{min}^2(1-\frac{\pi}{4})}{a \times b} \quad (80)$$

Подставляя в формулу (80) выражение (68) и (69) найдем коэффициента защиты от сизого голубя:

$$K_3 = \frac{\left(a + 2 \frac{\sum_{i=1}^n (D_{max} \times m_i)}{m_{100\%}}\right) \left(b + 2 \frac{\sum_{i=1}^n (D_{max} \times m_i)}{m_{100\%}}\right) - 4 \frac{\sum_{i=1}^n (D_{max} \times m_i)^2}{m_{100\%}} \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)}{a \times b} \dots$$

$$\frac{\left(a + 2 \frac{\sum_{i=1}^n (D_{min} \times m_i)}{m_{100\%}}\right) \left(b + 2 \frac{\sum_{i=1}^n (D_{min} \times m_i)}{m_{100\%}}\right) - 4 \frac{\sum_{i=1}^n (D_{min} \times m_i)^2}{m_{100\%}} \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)}{a \times b} \quad (81)$$

Таким образом максимальная площадь защиты, обеспечиваемая секцией ЭОП зависит от геометрического размера секции (a, b).

8. Перспективные направления использования установок электрофизической защиты объектов сельского хозяйства от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)



Рисунок 21 – Методы борьбы с вредителями в АПК

Одной из основных проблем методов борьбы с вредителями является то, что недостаточно хорошо определено время необходимого использования данных методов.

Недостатки отсутствуют при использовании электрофизического метода защиты объектов АПК от вредителей. Однако недостаточная изученность поведения вредителей в оптическом излучении, влияния различных параметров электрического тока на вредителей и борьбы с болезнями с.х. растений, отсутствие эффективных методов использования электрооптических преобразователей в системе защиты растений обуславливают необходимость продолжения работ по созданию,

совершенствованию и исследованию установок электрофизической и методов их использования для защиты объектов АПК от вредителей. [85]

Наиболее эффективной в настоящее время является интегрированная система защиты, которой присуще, прежде всего, использование электрофизического метода и биоценотический подход, то есть учет не отдельных видов, а фаунистических комплексов взаимосвязанных организмов, отношения между которыми могут существенно влиять на численность организмов. Интегрированная защита предусматривает применение селективных средств борьбы с вредителями. Эти средства должны обеспечивать максимальное сохранение и усиление естественных механизмов регуляции численности вредителей.

Интегрированная система защиты предполагает специальную тактику применения истребительных средств. По данным мониторинга, проведенного с использованием электрофизического метода определяется возможность и время применения одного из перечисленных методов защиты. Интегрированный способ защиты заключается в регулировании численности вредителей на определенном экономически обоснованном уровне, то есть интегрированная система защиты предусматривает сбор информации о численности популяций, определение сроков вредоносности, принятие решения о необходимости проведения защитных мероприятий и планирование сроков их проведения.

Очевидно, что электрофизический метод, наиболее приемлем, как основа для определения начала действия интегрированного способа защиты.

Электрофизический метод является предпочтительным по многим параметрам: экологичность, возможность автоматизации, а, следовательно, снижение эксплуатационных затрат за счет относительной простоты данного метода.

Список сокращений

АКБ – Аккумуляторная батарея.

АПК – Агропромышленный продовольственный комплекс.

ВАХ – Вольтамперная характеристика.

ООП – Объектно-ориентированное программирование.

СВС – Светлое время суток.

Си, С++ - Язык программирования.

ТВС – Темное время суток.

УФ – Ультрафиолет.

ФАС – система «ФЭП – АКБ - Светодиод».

ФС – Фиксирующая система.

ФЭП – Фотоэлектрический преобразователь.

ЭВМ – Электронно-вычислительная машина.

ЭСЭП – Энергосберегающий светодиодный электрооптический преобразователь.

HDD – Расшифровывается как «hard disk drive», т.е. жесткий диск для компьютера.

MPEG-2, MPEG-4 – международный стандарт, используемый преимущественно для сжатия цифрового аудио и видео.

PSNP – Partial Sequence Number PDU - запрос IS-IS маршрутизатора посылаемый для получения определенной информации из базы данных соседнего маршрутизатора.

WI FI – Wireless Fidelity, означающее как стандарт беспроводной связи, которая объединяет в себе одновременно несколько протоколов.

Список литературы

1. Анащенко, С.М. Анализ методов мониторинга насекомых вредителей / С.М. Анащенко, И.В. Савчук, Д.О. Суринский // - М.: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов ЛШ Международной студенческой научно-практической конференции, 2019. - С. 625-630.
2. Ашихмин, А. А. Методика определения величины отпугивающего разряда для птиц разных видов/ А.А. Ашихмин, Д.О. Суринский// Вестник КрасГАУ. 2017. № 5 (128). С. 74-79.
3. Ашихмин, А.А. Влияния электроотпугивателя птиц на энергетическую эффективность производства продукции растениеводства тюменской области / А.А. Ашихмин, Л.Н. Андреев, Д.О. Суринский // - М.: Современные научно-практические решения в АПК. Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. - С. 290-294.
4. Ашихмин, А.А. Методика расчета параметров электроотпугивателя для защиты объектов АПК от сизого голубя/А.А. Ашихмин, Л.Н. Андреев, Д.О. Суринский// Вестник КрасГАУ. 2017. № 9 (132). С. 50-55.
5. Ашихмин, А.А. Программное обеспечение "Система управления установкой отпугивания птиц"/ А.А. Ашихмин, Д.О. Суринский// Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017611640, 07.02.2017. Заявка № 2016663872 от 19.12.2016.
6. Баранов, Д.С. Анализ методов мониторинга насекомых-вредителей с использованием технологий энергосбережения / Д.С. Баранов, И.В. Савчук, Д.О. Суринский // - М.: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов ЛШ Международной студенческой научно-практической конференции, 2019. - С. 638-644.
7. Бахтырева, Н.Г. Исследование электрических импульсов электрошокера на грызунов / Н.Г. Бахтырева, А.В. Козлов, П.М. Михайлов // - М.: Вестник ЧГАУ, 2009. - Т. 55. - С. 16-19.

8. Важин, А.С. Повышение энергоэффективности в АПК за счет использования альтернативных источников энергии на примере видеосветоловушки для мониторинга насекомых/ А.С. Важин, И.В. Савчук, Д.О. Суринский//В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции. 2019. С. 631-638.

9. Возмилов, А. Г. Исследование барьерного элемента для дератизации / А.Г. Возмилов, Н.Г. Бахтырева, В.Ю. Волчков // - М.: Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2013. - № 9 - С. 203-206.

10. Возмилов, А.Г. Анализ причин разбалансировки аккумуляторных батарей / А.Г.Возмилов, Е.В. Соломин // - М.: Альтернативная энергетика и экология. НИИЭС, 2012 - №11(115). - С.65–68.

11. Возмилов, А.Г. Воздействие электрических импульсов электрошокера на птицу / А.Г. Возмилов // - М.: Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2009. - № 11. - С. 20-21.

12. Возмилов, А.Г. Исследование барьерного элемента для дератизации / А.Г. Возмилов, Н.Г. Бахтырева, В.Ю. Волчков // - М.: Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2013. - № 9. - С. 203-206.

13. Возмилов, А.Г. Обоснование необходимости борьбы с вредителями (грызунами) объектов АПК. Анализ технологии и технических средств для отпугивания и уничтожения / А.Г. Возмилов, А.В. Козлов, Д.О. Суринский// - М.: Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология», 2013. - № 15. - С. 69-73.

14. Возмилов, А.Г. Обоснование необходимости борьбы с вредителями (грызунами) объектов АПК. Анализ технологии и технических средств для отпугивания и уничтожения/ А.Г. Возмилов, А.В. Козлов, Д.О. Суринский, Е.В. Соломин// Письма в международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". 2014. № 3 (4). С. 43-44.

15. Возмилов, А.Г. Обоснование необходимости борьбы с вредителями (грызунами) объектов АПК. Анализ технологии и технических средств для отпугивания и уничтожения/ А.Г. Возмилов, А.В. Козлов, Д.О. Суринский, Е.В. Соломин// Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 15 (137). С. 69-73.

16. Возмилов, А.Г. Разработка и исследование эффективности электродератизатора для защиты объектов АПК / А.Г. Возмилов // - М.: Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология», 2013. - Т. 15.

17. Возмилов, А.Г. Световая ловушка для насекомых/ А.Г. Возмилов, Д.О. Суринский, П.М. Михайлов, С.П. Ракецкий, А.В. Козлов// Патент на полезную модель RU 97245 U1, 10.09.2010. Заявка № 2009100867/22 от 11.01.2009.

18. Возмилов, А.Г. Световая ловушка для насекомых/ А.Г. Возмилов, Д.О. Суринский, С.П. Ракецкий, П.М. Михайлов, А.В. Козлов//Патент на полезную модель RU 85799 U1, 20.08.2009. Заявка № 2009115955/22 от 27.04.2009.

19. Возмилов, А.Г. Светоловушка для проведения мониторинга численности насекомых на основе фотоэлектрических преобразователей и светодиодов/А.Г. Возмилов, Д.О. Суринский, А.Ю. Дюрягин// Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2010. Т. 57. С. 27-30.

20. Возмилов, А.Г. Светоловушки для проведения мониторинга численности и фазы развития насекомых- вредителей/А.Г. Возмилов, А.Ю. Дюрягин, Д.О. Суринский//Достижения науки и техники АПК. 2011. № 7. С. 76-78.

21. Возмилов, А.Г. Устройство для предотвращения гнездования птиц на порталах электроподстанций / А.Г. Возмилов // - М.: Достижения науки и техники АПК, 2011. - №8. - С. 73-75.

22. Егоров, С.В. Ультразвуковое устройство для отпугивания грызунов/С.В. Егоров, И.В. Савчук, Д.О. Суринский// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 117-121.

23. Елизаров, В.В. Методика применения напряжения высокой частоты в высоковольтных устройствах для отпугивания синантропных птиц/ В.В. Елизаров, Д.О. Суринский//Вестник КрасГАУ. 2017. № 12 (135). С. 96-100.

24. Еромченко, В.В. Технология мониторинга насекомых-вредителей с передачей данных по беспроводному каналу связей/ В.В. Еромченко, И.В. Савчук, Д.О. Суринский// В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции. 2019. С. 649-657.

25. Михайлов, П.М. Обоснование, методика расчета и выбор гелиоэлектрических преобразователей для питания сельскохозяйственных потребителей малой мощности/П.М. Михайлов, Д.О. Суринский, В.А. Канцлер, С.Н. Максимов//Аграрный вестник Урала. 2009. № 10 (64). С. 93-97.

26. Савчук, И.В. Видеосветоловушка для мониторинга насекомых/ И.В. Савчук, Д.О. Суринский, В.В. Юркин // - М.: Патент на полезную модель RU 190558 U1, 03.07.2019. Заявка № 2019108563 от 25.03.2019.

27. Савчук, И.В. Использование электрооптических устройств для защиты сельскохозяйственных культур/ И.В. Савчук, Е.А. Басуматорова, Д.О. Суринский, Ю.Н. Большаков// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 6 (86). С. 149-152.

28. Савчук, И.В. Математическая модель расчета конструктивных параметров видеосветоловушки/ И.В. Савчук, Д.О. Суринский, И.А. Русаков //Вестник КрасГАУ. 2017. № 4 (127). С. 81-88.

29. Савчук, И.В. Общие принципы и методы исследования насекомых-вредителей/И.В. Савчук, Д.О. Суринский// Агропродовольственная политика России. 2017. № 3 (63). С. 70-73.

30. Савчук, И.В. Определение эффективности применения видеосветоловушки/И.В. Савчук, Д.О. Суринский// В сборнике: Современные научно–практические решения в АПК. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 27-34.

31. Савчук, И.В. Параметры и режимы энергосберегающей видеосветоловушки для мониторинга численности и вида насекомых-вредителей с передачей сигнала по беспроводному каналу связи/ И.В. Савчук// Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.20.02 / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Тюмень, 2018

32. Савчук, И.В. Повышение эффективности электрофизического метода борьбы с насекомыми-вредителями в агропромышленном комплексе/ И.В. Савчук, Д.О. Суринский, Ю.Н. Большаков// Международный технико-экономический журнал. 2019. № 6. С. 51-56.

33. Савчук, И.В. Практикум по электроснабжению/ И.В. Савчук// Учебно-методическое пособие для лабораторно-практических занятий для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии АПК» / Тюмень, 2022.

34. Савчук, И.В. Результаты экспериментальных исследований отпугивания синантропных птиц на объектах АПК/ И.В. Савчук, Д.О. Суринский, О.В. Чурсин// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 181-184.

35. Савчук, И.В. Теоретический анализ расчета конструктивных параметров и технические решения применения видеосветоловушек для мониторинга насекомых вредителей/И.В. Савчук, Д.О. Суринский// В сборнике: Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность -

2019. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. 2019. С. 1438-1441.

36. Савчук, И.В. Энергетический анализ производства продукции растениеводства/И.В. Савчук, Д.О.Суринский// Сельский механизатор. 2018. № 12. С. 24-25.

37. Савчук, И.В., Суринский, Д.О., Мельник, С.И. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ /№ 2016617195/ – 2016

38. Суринский Д.О. Электрофизические методы борьбы при дератизации сельскохозяйственных помещений/ Д.О. Суринский, В.Н. Агапов, Н.И. Смолин// Вестник красноярского государственного аграрного университета. -2015. - №1.

39. Суринский, Д.О. Исследование способов борьбы с грызунами и анализ существующих устройств, сконструированных на основе электрофизического метода борьбы/ Д.О. Суринский, С.В. Егоров, И.А. Щинников// АгроЭкоИнфо. 2021. № 6 (48).

40. Суринский, Д.О. Методика расчета основных геометрических параметров светоловушки/Д.О. Суринский, И.В. Савчук, А.Г. Возмилов// Агропродовольственная политика России. 2021. № 3. С. 36-40.

41. Суринский, Д.О. Методика расчета основных геометрических параметров светоловушки/Д.О. Суринский, И.В. Савчук// В сборнике: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Сборник докладов XIV Международной научно-практической конференции. 2019. С. 297-304.

42. Суринский, Д.О. Методика расчета основных геометрических параметров светоловушки/Д.О. Суринский, А.Г. Возмилов, Ю.Н. Варфоломеев// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 11 (97). С. 085-088.

43. Суринский, Д.О. Обоснование применения электрофизического метода для мониторинга численности и фазы развития насекомых-

вредителей овощных культур/Д.О. Суринский, И.В. Савчук, Т.А. Широбокова// Агропродовольственная политика России. 2021. № 4. С. 29-32.

44. Суринский, Д.О. Обоснование применения электрофизического метода для мониторинга численности и фазы развития насекомых - вредителей овощных культур/Д.О. Суринский, А.Г. Возмилов, П.М. Михайлов, Ю.Н. Варфоломеев//Вестник КрасГАУ. 2013. № 1 (76). С. 126-129.

45. Суринский, Д.О. Оптимизация параметров и режимов работы электроконтактного дератизатора для защиты объектов АПК от крыс/ Д.О. Суринский, А.В. Козлов// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (78). С. 159-161.

46. Суринский, Д.О. Параметры и режимы энергосберегающего электрооптического преобразователя для мониторинга насекомых - вредителей/ Д.О. Суринский// диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.02 / Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. Тюмень, 2013

47. Суринский, Д.О. Преимущества интегрированного способа защиты растений от насекомых-вредителей/Д.О. Суринский, И.В. Савчук, Е.А. Басуматорова//Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2019. № 1 (18). С. 39-45.

48. Суринский, Д.О. Применение интегрированного способа защиты растений от насекомых-вредителей/ Д.О. Суринский, И.В. Савчук// В сборнике: Современная наука-агропромышленному производству. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 135-летию первого среднего учебного заведения Зауралья - Александровского реального училища и 55-летию ГАУ Северного Зауралья. 2014. С. 198-202.

49. Суринский, Д.О. Применение электронно-ионной технологии для защиты объектов АПК от птиц/ Д.О. Суринский, А.А. Ашихмин// В сборнике: Современная наука-агропромышленному

производству. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 135-летию первого среднего учебного заведения Зауралья - Александровского реального училища и 55-летию ГАУ Северного Зауралья. 2014. С. 196-198.

50. Суринский, Д.О. Разработка и исследование эффективности электродератизатора для защиты объектов АПК/ Д.О. Суринский, Н.Г. Бахтырева, А.В. Козлов, Е.В. Соломин// Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 15 (137). С. 74-77.

51. Суринский, Д.О. расчет энергосберегающих мероприятий при защите объектов АПК от вредителей/ Суринский Д.О.// В сборнике: Инновационные решения в строительстве, природообустройстве и механизации сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2022. С. 104-108.

52. Суринский, Д.О. Результаты экспериментальных исследований устройства для мониторинга насекомых-вредителей/Д.О. Суринский// Вестник КрасГАУ. 2014. № 12 (99). С. 208-214.

53. Суринский, Д.О. Результаты экспериментальных исследований электродератизатора/Д.О. Суринский, В.Н. Агапов, А.Г. Возмилов, А.В. Козлов//Вестник КрасГАУ. 2015. № 5 (104). С. 72-76.

54. Суринский, Д.О. Светоловушка для мониторинга насекомых/ Д.О. Суринский, И.В. Савчук, В.В. Юркин// Патент на полезную модель RU 190268 U1, 25.06.2019. Заявка № 2019107091 от 12.03.2019.

55. Суринский, Д.О. Светоловушка для мониторинга насекомых/ Д.О. Суринский, И.В. Савчук, В.В. Юркин, О.О. Крикун// Патент на полезную модель RU 146666 U1, 20.10.2014. Заявка № 2014116485/13 от 23.04.2014.

56. Суринский, Д.О. Тенденции развития интегрированного способа защиты растений от насекомых-вредителей/Д.О. Суринский, И.В. Савчук,

Е.В. Соломин, А.Г. Возмилов//Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 9 (131). С. 65-71.

57. Суринский, Д.О. Тенденции развития направления электродератизации/Д.О. Суринский, И.А. Щинников// АгроЭкоИнфо. 2021. № S7.

58. Суринский, Д.О. Тенденции развития электрофизического метода защиты растений от насекомых-вредителей/ Д.О. Суринский, И.В. Савчук, Е.А. Басуматорова, А.И. Марандин//В сборнике: Безопасность в электроэнергетике и электротехнике. Всероссийская студенческая научная конференция, посвященная 90-летию УГПИ-УдГУ. Ижевск, 2021. С. 17-21.

59. Суринский, Д.О. Теоретические аспекты расчета основных конструктивных параметров электроотпугивателя птиц/ Д.О. Суринский, И.В. Савчук, О.В. Чурсин //АгроЭкоИнфо. 2021. № 5 (47).

60. Суринский, Д.О. Теоретические аспекты расчета основных конструктивных параметров энергосберегающего электрооптического преобразователя для мониторинга численности и вида насекомых-вредителей/Д.О. Суринский, И.В. Савчук//В сборнике: Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2019. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. 2019. С. 1577-1581.

61. Суринский, Д.О. Теоретические предпосылки разработки электродератизатора/Д.О. Суринский, В.Н. Агапов, Н.И. Смолин, А.В. Козлов//Вестник КрасГАУ. 2015. № 2 (101). С. 71-74.

62. Суринский, Д.О. Технико-экономическая эффективность использования энергосберегающего светодиодного электрооптического преобразователя ЭСЭП для мониторинга насекомых-вредителей/Д.О. Суринский, А.И. Марандин//АгроЭкоИнфо. 2021. № 5 (47).

63. Суринский, Д.О. Ультразвуковое устройство для отпугивания грызунов/Д.О. Суринский, А.В. Козлов, В.В. Юркин, С.В. Егоров, И.В.

Савчук/ Патент на изобретение 2738970 С1, 21.12.2020.
Заявка № 2020106690 от 12.02.2020.

64. Суринский, Д.О. Усовершенствование барьерного электродератизатора/ Д.О. Суринский, И.В. Савчук, Е.А. Басуматорова, С.В. Егоров// В сборнике: Безопасность в электроэнергетике и электротехнике. Всероссийская студенческая научная конференция, посвященная 90-летию УГПИ-УдГУ. Ижевск, 2021. С. 27-32.

65. Суринский, Д.О. Устройство для дератизации/ Д.О. Суринский, В.Н. Агапов, А.Г. Возмилов, Н.И. Смолин// Патент на полезную модель RU 153993 U1, 10.08.2015. Заявка № 2014151948/13 от 22.12.2014.

66. Суринский, Д.О. Устройство для защиты сенажных ям от птиц/ Д.О. Суринский, А.А. Ашихмин, Н.И. Смолин //Патент на полезную модель RU 156087 U1, 27.10.2015. Заявка № 2015110335/13 от 23.03.2015.

67. Суринский, Д.О. Экспериментальные исследования отпугивания синантропных птиц на объектах АПК/ Д.О. Суринский, И.В. Савчук, Е.А. Басуматорова, О.В. Чурсин//В сборнике: Безопасность в электроэнергетике и электротехнике. Всероссийская студенческая научная конференция, посвященная 90-летию УГПИ-УдГУ. Ижевск, 2021. С. 6-10.

68. Суринский, Д.О. Электроконтактная ловушка летального воздействия на грызунов с оптической приманкой/Д.О. Суринский, А.В. Козлов, В.В. Юркин, С.В. Егоров, И.В. Савчук// Патент на изобретение 2751839 С1, 19.07.2021. Заявка № 2020106691 от 12.02.2020.

69. Суринский, Д.О. Электрофизические методы борьбы при дератизации объектов АПК/Д.О. Суринский, В.Н. Агапов//В сборнике: Современная наука-агропромышленному производству. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 135-летию первого среднего учебного заведения Зауралья - Александровского реального училища и 55-летию ГАУ Северного Зауралья. 2014. С. 191-196.

70. Суринский, Д.О. Электрофизические методы борьбы при дератизации сельскохозяйственных помещений/Д.О. Суринский, В.Н. Агапов, Н.И. Смолин//Вестник КрасГАУ. 2015. № 1 (100). С. 113-116.

71. Суринский, Д.О. Электрофизические методы борьбы с вредителями в АПК/Д.О. Суринский//В сборнике: Современная наука-агропромышленному производству. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 135-летию первого среднего учебного заведения Зауралья - Александровского реального училища и 55-летию ГАУ Северного Зауралья. 2014. С. 187-191.

72. Суринский, Д.О. Электрофизические методы борьбы с синантропными птицами на объектах АПК/Д.О. Суринский, А.А. Ашихмин // Вестник КрасГАУ. 2014. № 12 (99). С. 204-207.

73. Суринский, Д.О. Электрофизические методы защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)/Д.О. Суринский// Монография. Тюмень, 2021.

74. Суринский, Д.О. Эффективное ультразвуковое устройство для отпугивания грызунов/Д.О. Суринский, А.В. Козлов//Сельский механизатор. 2018. № 12. С. 26-27.

75. Урманов, В.Г. Разработка и исследование электроотпугивателя птиц для защиты порталов электроподстанций / В.Г. Урманов // - М.: дис. на соиск. уч. ст. к.т.н., 2012.

76. Устройство для дератизации. Возмилов А.Г. и др. Патент на полезную модель № 95224. Заявка №2010105726. Приоритет полезной модели 17 февраля 2010. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 27 июня 2010.

77. Устройство для защиты порталов электроподстанций от гнездования птиц. Возмилов А.Г., Урманов В.Г., Волчков В.Ю., Сажин В.Н. Патент № 112523 РФ. – № 2011128739, Заявл. 11.07.2011; Оpubл. 10.01.2012. – Бюл. № 1.

78. Устройство для отпугивания птиц. Возмилов А.Г., Урманов В.Г., Гультьяев А.В., Ракецкий А.П. Патент № 69707 Россия.–№ 2007124144, Заявл. 26.06.2007; Опубл. 10.01.2008. – Бюл. № 1.

79. Широбокова, Т.А. Моделирование светодиодных светильников с оптимальным температурным режимом работы светодиодов/ Т.А. Широбокова, Д.О. Суринский, С.В. Егоров// АгроЭкоИнфо. 2021. № S7.

80. Medvedev S. Application loader in the rw. Ring platform/ Terleev V., Kashintseva V., Surinsky D.//В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 2021. С. 022105.

81. Moiseev, K. Physical modeling of water-retention capacity of soils/ K. Moiseev, V. Terleev, T. Turutina, D. Surinsky// В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers" 2021. С. 022007.

82. Savchuk, I. Calculation of crop production using integrated plant protection against pests/I. Savchuk, A. Marandin, D. Surinskiy/ В сборнике: E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, ТРАСЕС 2019. 2020. С. 06008.

83. Schauff M.E., Collecting and preserving insects and mites, Washington, DC, 1999.-34-39с.

84. Shirobokova, T.A. Modeling of led luminaires with optimal temperature operation of Leds/Т.А. Shirobokova, Д.О. Surinsky, S.V. Egorov // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. "Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling 2021, ИТММ 2021- Mathematical Modeling and Computational Methods in Problems of Electromagnetism, Electronics and Physics of Welding" 2021. С. 052093.

85. Surinskiy, D.O. Pv-based energy-saving electro-optical converter development/ D.O. Surinskiy, I.V. Savchuk, E.V. Solomin, A.A. Kovalyov// В сборнике: 19th INTERNATIONAL SCIENTIFIC GEOCONFERENCE SGEM 2019. Conference proceedings. 2019. С. 427-434.

Размещается в сети Internet на сайте ГАУ Северного Зауралья URL:
URL: <https://www.tsaa.ru/documents/publications/2022/surinskij-savchuk.pdf>,
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, ИТАР-ТАСС, РГБ, доступ свободный

Издательство электронного ресурса

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья».

Заказ №1104 от 04.11.2022; авторская редакция

Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.

Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru