

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

И. В. Савчук

**МОНИТОРИНГ ЧИСЛЕННОСТИ
И ВИДА НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

И. В. Савчук

**МОНИТОРИНГ ЧИСЛЕННОСТИ И ВИДА
НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ**

Монография

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
Тюмень 2023

© И. В. Савчук, 2023

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2023

ISBN 978-5-98346-148-2

УДК 53.08:632

ББК 22.3:44.6

Рецензенты:

профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и автоматизированный электропривод», ФГБОУ ВО Алтайский государственный технический университет имени И. И Ползунова, доктор технических наук Т. М. Халина; доцент, доцент кафедры «Математика и физика», ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ, кандидат технических наук И. Г. Пospelова;

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

Савчук, И. В.

Мониторинг численности и вида насекомых-вредителей для обеспечения безопасности сельскохозяйственной продукции : монография / И. В. Савчук. – Тюмень : ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2023. – 154 с. – URL: <https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2023/savchuk-monitoring.pdf>. – Текст : электронный.

Монография посвящена вопросам использования устройств на основе электрофизических методов мониторинга численности и вида насекомых-вредителей в АПК. Приведены теоретические материалы по определению основных конструктивных и технологических параметров устройств на основе электрофизических методов борьбы с насекомыми-вредителями на сельскохозяйственных полях, смоделированы процессы защитных мероприятий на объектах сельскохозяйственных предприятий, а также рассмотрены результаты лабораторных и производственных испытаний цифровых устройств электрофизической защиты объектов сельскохозяйственных предприятий от насекомых вредителей.

Монография предназначена для специалистов в области защиты объектов сельскохозяйственных предприятий от насекомых-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

© И. В. Савчук, 2023

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2023

Оглавление

Введение.....	5
1 Анализ, состояния вопроса и задачи исследования.....	9
1.1 Виды существующих методов мониторинга насекомых.....	11
1.1.1 Метод феромонных ловушек.....	12
1.1.2 Метод энтомологического кошения сачком.....	20
1.1.3 Метод сбора и учетов численности насекомых в кронах.....	23
1.2 Мониторинг с использованием электрофизических средств...	26
1.3 Способы получения информации с полей о численности и видов насекомых - вредителей, как направление повышения эффективности защиты растений вредителей.....	34
1.4 Цель и задачи исследования.....	38
2 Теоретический анализ расчета конструктивных параметров и технические решения применения видеосветоловушек.....	40
2.1 Математическое описание параметров аккумуляторной батареи и фотоэлектрического преобразователя.....	40
2.1.1 Математическое описание АКБ методом Пейкерта.....	40
2.1.2 Математическое описание фотоэлектрического преобразователя.....	45
2.2 Математическое описание передачи видеосигнала через беспроводной канал связи.....	48
2.3 Разработка программного обеспечения для расчета технических характеристик видеосветоловушки	50
2.3.1 Анализ расчета основных конструктивных параметров видеосветоловушки.....	50
2.3.2 Обоснование применения языка программирования при разработке программного обеспечения	53
2.3.3 Интерфейс программного обеспечения и краткое руководство пользования.....	55

3 Экспериментальные исследования основных конструктивных параметров видеосветоловушки.....	60
3.1 Исследование трафика сети Internet на качество передачи видеосигнала.....	60
3.2 Экспериментальные исследования и режимов работы АКБ...	64
3.3 Экспериментальные исследования режимов работы ФЭП.....	72
4. Техничко-экономическая эффективность внедрения видеосветоловушки с применением химической защиты растений от насекомых вредителей.....	77
4.1 Определения количества насекомых-вредителей с помощью математических решений.....	78
4.2 Определение биологической эффективности применения химических средств защиты растений.....	90
4.3 Определение хозяйственно-экономической эффективности...	94
4.4 Техничко-экономическая эффективность от внедрения видеосветоловушки.....	101
4.5 Энергетический анализ производства продукции растениеводства.....	108
Заключение.....	115
Список литературы.....	117
Приложения.....	132

Введение

Актуальность темы. Существенной особенностью сельского хозяйства являются биологические объекты в составе потребительской энергетической системы, при этом биологические объекты определяют технологический режим предприятия и вносят своей продуктивностью биологическую зависимость в энергоемкость продукции [1] [24, 45, 74].

Для увеличения производства сельское хозяйство должно развиваться и использовать инновационные энерго-, ресурсосберегающие технологии.

Одним из резервов повышения урожайности, качества зерновых культур и их семян является борьба с насекомыми вредителями. Предположительно существует 2-3 миллиона видов насекомых нашей планеты. За последние годы научно-исследовательскими учреждениями разработаны и внедряются в производство комплексные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков, которые предусматривают рациональное использование и сочетание организационно-хозяйственных, экономических, агротехнических и других мероприятий.

Фитосанитарный мониторинг сельскохозяйственных культур на наличие вредителей, проводившийся на площади 839,959 тыс. га в Тюменской области, по результатам обследования посевов сельскохозяйственных культур было выдано более 3500 фитосанитарных заключений. Всего по области проведено инсектицидных обработок против вредителей сельскохозяйственных культур на площади 146,612 тыс. га в том числе на площади 35,29 тыс. га биологическими препаратами в баковых смесях. Проведена гербицидная обработка посевов против сорной растительности на 764,273 тыс. га., (см. рис.1)



Рисунок 1 - Фитосанитарный мониторинг сельскохозяйственных
Тюменской области

Основной причиной увеличения объемов защитных мероприятий было спрогнозированное, специалистами филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Тюменской области, увеличение численности основных хозяйственно-значимых вредителей и болезней в случае благоприятных для их развития и распространения погодных условий.

Наиболее серьезный урон посевам сельскохозяйственных культур в этом году нанесли хлебная полосатая блошка, бурая листовая ржавчина, септориоз листьев и гельминтоспориозные пятнистости на злаковых культурах; клубеньковый долгоносик, гороховая тля, аскохитоз и ржавчина гороха на зернобобовых культурах; крестоцветная блошка, рапсовый цветоед, капустная моль на посевах ярового рапса; колорадский жук, фитофтороз на посадках картофеля (см. Приложение А).

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.

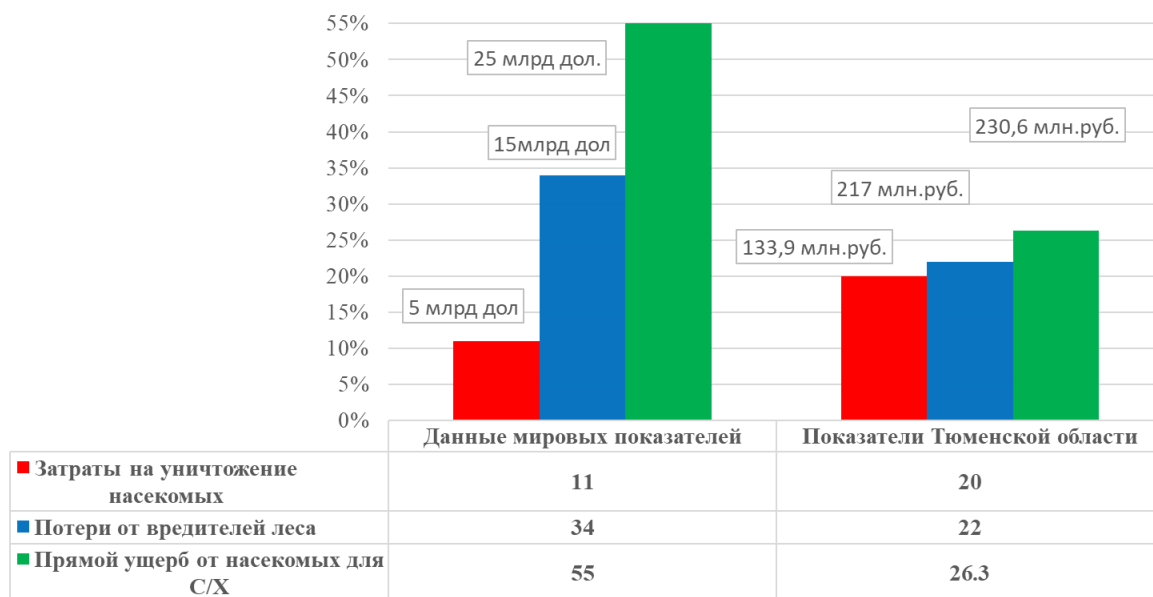


Рисунок 2 – Ущерб, наносимый насекомыми-вредителями

Ученые провели большую работу по установлению видового состава вредителей, выявлению болезней, определению вредоносности, разработке мер борьбы с наиболее опасными вредителями и болезнями растений. [47]

Доктрина продовольственной безопасности России. Данный стратегический документ подразумевает создание условий для того, чтобы наша страна самостоятельно производила практически всю основную продукцию сельского хозяйства, начиная с пшеницы и масленичных культур и заканчивая овощами, молоком и мясом. Доктрина ставит задачу, чтобы уровень самодостаточности в производстве этих товаров доходил до 90–100% в ежегодном выражении. Сразу отмечу, что в самом документе заложена некая системная недоработка, которая состоит в том, что безопасность всегда подразумевает необходимость иметь определенный запас прочности. Это нам могут сказать любые специалисты по безопасности технических систем. То есть если мы хотим быть уверенными в устойчивости своих производственных отношений в сельском хозяйстве, то уровень собственного производства для обеспечения продовольственной безопасности должен превышать 100% хотя бы на 25–30 или даже более процентов [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. [27]

Интегрированная защита растений является наиболее перспективным направлением решения проблемы. Совокупность рациональных приемов, применяемых на основе информации о видах, численности популяции и соотношений вредных и полезных насекомых в массиве сельскохозяйственных угодий, в фазе развития, сроках вредоносности насекомых и т.п. Качество мониторинга численности и вида насекомых-вредителей, определяется за счет проведения интегрированной защиты растений, в состав которого входят химический и электрофизический методы [58].

1 Анализ, состояния вопроса и задачи исследования

Индустриализация и интенсификация современного сельскохозяйственного производства связана с возрастанием энергоёмкости технологии производства сельскохозяйственной продукции. Развитие производства продукции растениеводства сдерживается значительным потреблением энергетических ресурсов, каждый процент увеличения объемов производства требует 2-4% дополнительного расхода топлива и электроэнергии [1].

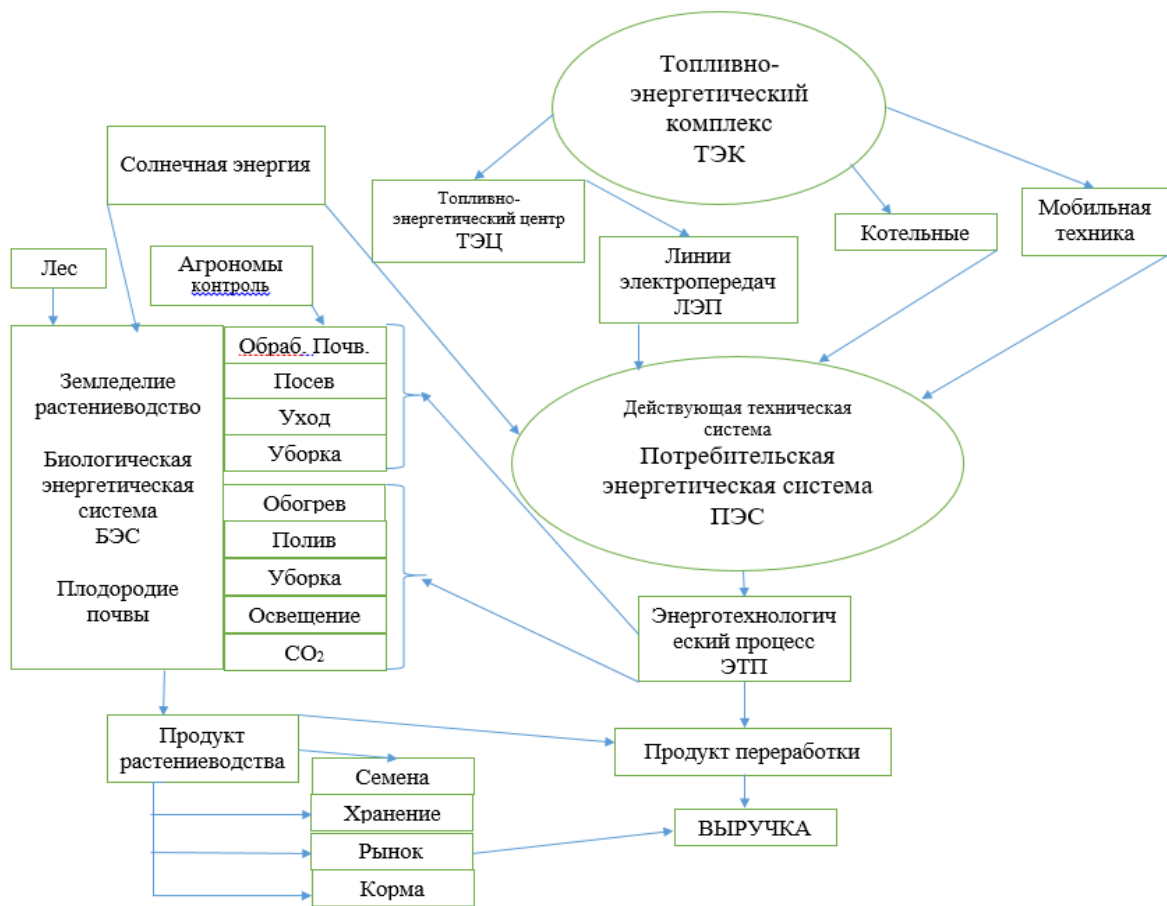


Рисунок 3 – Потребительская энергетическая система

Можно указать два взаимно дополняющих направления реализации этой задачи. Первое – замена дефицитных традиционных энергоносителей доступными нетрадиционными возобновляемыми источниками энергии, что значительно снизит напряженность энергобаланса энергетической

системы. Второе – совершенствование существующих технологических процессов в направлении снижения их энергопотребления [24, 74, 77].

Из общего энергобаланса страны на сельское хозяйство приходится примерно 17%, причем потребность в энергоресурсах удваивается через каждые 10-15 лет. Прирост сельскохозяйственной продукции на 1% требует увеличения расхода энергоресурсов на 2-3% [1, 24, 74, 77].

Эффективность производственных процессов в растениеводстве основаны в увеличении и сохранении урожая в полях с использованием новых технологий. Одним из которых является борьба с насекомыми-вредителями.

Насекомые – это неотъемлемая часть биосферы и их роль в жизни нашей планеты громадна. Вполне очевидно, что насекомые, повреждающие культурные растения наносят нам вред, но даже незначительные повреждения стимулируют рост растения и повышение его продуктивности. Следовательно, фитофаги "вредители", при их относительно небольшой численности, полезны и могут увеличить урожай. [64,65]

Наука на современном этапе еще не готова выйти на уровень, при котором станет возможным определение живых насекомых. Это связано с тем, что из-за небольших размеров, огромного разнообразия и в то же время наличия большого числа сходных по морфологическим признакам видов, определение беспозвоночных без изъятия их из мест обитания чревато многочисленными ошибками. Кроме того, пока крайне мало специальной техники и оборудования для исследования живых беспозвоночных. Необходимо отметить, что за последние десятилетия основные методические приемы отлова беспозвоночных изменялись слабо, причем эти изменения не коснулись проблемы безопасности исследуемых организмов. [4]

В результате проведенной на семинаре дискуссии сотрудники заповедников пришли к убеждению, что необходимо искать природо-, ресурсо-, энергосберегающие методы исследования животных. [77]

1.1 Виды существующих методов мониторинга насекомых

Первым этапом любых биологических работ является правильная идентификация того объекта, который изучает натуралист. Поэтому в процессе проведения сборов насекомых усыпляют или умерщвляют. В большинстве случаев эта процедура стала необходимым условием выполнения таких исследований. Более того, для определения вида важным является осуществление серийных сборов в связи с тем, что даже основные диагностические признаки подвержены значительной изменчивости. Серийные сборы необходимы также и при выполнении целого ряда специфических экологических работ: изучение численности и плотности населения насекомых, влияния различных факторов среды обитания на морфологические особенности строения особей, оценка биотопического или субстратного разнообразия видов и др. [3, 54]

Вместе с тем, согласно закону Российской Федерации «Об охране и рациональном использовании животного мира» (статья 42) сбор и «пополнение зоологических коллекций, находящихся в личной собственности граждан.... запрещается, за исключением коллекций, состоящих из трофеев охоты и рыболовства...». [1, 77]

При сборе насекомых очень важно не уничтожать их без надобности, не выносить живые организмы за пределы их местообитания и оставлять участок отлова ненарушенными. [1, 77]

Почти все фаунистические и экологические работы начинаются со сбора материалов в природе. Существует множество методов полевых исследований насекомых, приспособлений и устройств, часто весьма хитроумных и эффективных, для их отлова на почве, в травостое, в кроне и

на стволах деревьев и т. д. Финальным действием в соответствии с такими методиками почти всегда является умерщвление организмов в парах хлороформа или эфира, в фиксирующих жидкостях, мощным световым излучением, электрическим током и т.д. [3]

Ряд направлений экологических исследований, в том числе мониторинговых, по динамике численности видов насекомых, требует проведение массовых сборов одного или нескольких объектов. Однако в результате которых одновременно вылавливаются самые разные группы насекомых, и специальные, учитывающие особенности биологии представителей конкретных семейств и отрядов. [62]

1.1.1 Метод феромонных ловушек

Внутрипопуляционная связь между особями у насекомых осуществляется, главным образом, при помощи химически активных веществ – половых феромонов, выделяемых во внешнюю среду и несущих какую-либо информацию. [69]

Половые феромоны – необходимое средство в проведении надзора и борьбы с вредными насекомыми. Практика показала перспективность их применения в защите растений. Действие феромонов очень специфично и не оказывает влияния на другие организмы. Используя "язык запахов" насекомых и регулируя их важнейшие жизненные процессы – встречу полов в природе и спаривание, можно контролировать численность популяций хозяйственно важных видов. [3, 8, 11]

Феромоны классифицируются в зависимости от типа передаваемой информации. Существуют феромоны половые, агрегационные, следовые, феромоны тревоги. Для защиты растений наибольший интерес представляют первые два типа. [3, 8, 11]

Половые феромоны информируют особей о наличии готового к спариванию полового партнера и его местоположении в пространстве. Они испускаются, чаще всего, самками. [3, 8, 11]

Феромоны агрегации – характерны для жесткокрылых (Coleoptera), полужесткокрылых (Hemiptera) и некоторых других отрядов. Их функция заключается в увеличении плотности популяции около источника феромона (они близки по действию к веществам, выделяемым ослабленными или поврежденными деревьями). [3, 8, 11]

Феромоны насекомых состоят из нескольких компонентов, доля которых не одинакова. Каждый компонент или их смесь является носителем какой-либо информации. Показано, что среди компонентов половых феромонов присутствуют следующие:

- основные компоненты, отвечающие за побуждение самца к полету и его дистанционную ориентацию;
- добавочные компоненты, способствующие целенаправленному отыскиванию источника запаха и посадке вблизи него;
- компоненты, действующие на очень небольшом расстоянии и побуждающие насекомого к совершению комплекса поведенческих реакций, необходимых для успешного спаривания.

Такие соединения составляют не более 10 % основных компонентов.

Несмотря на то, что половые феромоны насекомых состоят порой из 5...6 компонентов, а у озимой совки (*Agrotis segetum*) их более 15, практика показывает, что для успешного использования достаточно лишь 2...3 компонента. Для насекомых, феромоны которых исследованы наиболее подробно, таких примеров множество. Как правило, из большого количества компонентов важнейшими являются те, содержание которых в феромоне наиболее высоко. Необходимо, чтобы соединение вызывало ориентационный полет насекомого и посадку вблизи источника. Вовсе не обязательно вызывать поведенческие реакции ухаживания и спаривания.

Совершив посадку около мнимого полового партнера, насекомое уже оказывается в ловушке. [3, 8, 11]

Феромонная ловушка – это специальное устройство, отлавливающее насекомых, привлеченных источником феромона (диспенсером), помещенным внутри ловушки. Для феромонного мониторинга используют разнообразные конструкции феромонных ловушек и множество их модификаций. Конструкция оказывает большое влияние на количество привлекаемых и фиксируемых насекомых. Ловушки изготавливают из ламинированной бумаги или пластика. [3, 8, 11]

Фиксация насекомых в клеевых ловушках происходит за счет прилипания к клеевой поверхности. Клеевые ловушки имеют несколько модификаций.

Крыловые ловушки (рис.4) состоят из двух частей (верхней и нижней), соединенных проволокой по 4-м углам и открытых для проникновения насекомых со всех сторон. Обе части изнутри имеют незаменимые клейкие поверхности. Применяются для отлова таких видов, как листовертки *Choristoneura fumiferana*, *Archips argyrospilus* и некоторых других. [3, 8, 11]



Рисунок 4 - Крыловая феромонная ловушка

Треугольные ловушки (рис.5) – самый распространенный тип ловушек. Они имеют форму треугольной призмы с воронкообразными треугольными входными отверстиями по торцам. Иногда на боковой

стороне ловушки делают прозрачное полиэтиленовое окно. Самцы, обладающие положительным фототаксисом, отвлекаются от входных отверстий, таким образом снижается вероятность их вылета из ловушки. Рекомендуются для отлова зеленой дубовой (*Tortrix viridana*) и боярышниковой листоверток (*Archips crataegana*), сосновой совки (*Panolis flammea*). [3, 8, 11]



Рисунок 5 - Треугольная феромонная ловушка

Коробчатые инсектицидные ловушки (рис. 6) без клеевой поверхности типа "молочный пакет". По форме представляют собой четырехгранную прямоугольную призму с входными отверстиями с 4-х сторон в верхней части ловушки и крышу, направляющую бабочек к входным отверстиям. Они удобны тем, что имеют достаточно большую емкость и именуются в иностранной литературе как "ненасыщаемые" ловушки. В качестве убивающего препарата в них используют инсектицидные пластинки. Широкое распространение коробчатые ловушки получили в США в системе мониторинга непарного шелкопряда. Использование коробчатых ловушек представляется наиболее удобным и экономичным. Они способны отлавливать большое количество крупных бабочек, оставаясь функциональными в течение долгого времени. В клеевых ловушках липкие поверхности часто выходят из строя, засоряясь попавшими в них посторонними видами насекомых, и требуют замены в течение летного сезона основного вредителя. [3, 8, 11]



Рисунок 6 - Коробчатая феромонная ловушка

Кроме того, как показали исследования, при отлове крупных бабочек клейкие ловушки быстро выходят из строя, забиваясь чешуйками крыльев. Тем не менее, "Методическими указаниями по использованию синтетических феромонов для надзора за хвое- и листогрызущими насекомыми" (1987) отлов соснового шелкопряда (относительно крупной бабочки) рекомендован именно клейкими ловушками.

Жидкостные ловушки сходны с коробчатыми, но фиксация насекомых в них происходит с помощью какой-либо жидкости, обладающей инсектицидными свойствами. Ловушки изготавливают, в основном, из негигроскопичного картона или пластика. Используются для отлова совок (*Diparopsis castanea*, *Spodoptera littoralis*), гороховой плодожорки (*Cydia nigricana*). [3, 8, 11]

Для отлова короедов используют имитирующие стволы деревьев ловушки из проволочной сетки в виде цилиндров с обрубками стволов, заселенными жуками, или пропитанными синтетическим аттрактантом, ловушки в виде вставленных друг в друга нескольких пластиковых конусов, а также барьерные ловушки (рис. 7). [3, 8, 11]



Рисунок - 7 Барьерная феромонная инсектицидная ловушка

Для успешного применения феромона очень важно подобрать тип диспенсера (устройства, испускающего феромон во внешнюю среду). Диспенсер должен быть изготовлен из химически инертного материала, не изменяющего молекулярной структуры феромона. Очень важно, чтобы диспенсер равномерно испускал феромон в течение всего периода лета насекомого. Этот период различается для разных видов вредителей и может длиться до 3 мес. Резиновые диспенсеры, как правило, испускают большую часть феромона в течение недели, поэтому они малопригодны для мониторинга вредителей. В США широко используют диспенсеры с полихлорвиниловым и парафиновым покрытиями. [3, 8, 11]

В настоящее время существуют два основных пути применения синтетических феромонов.

В первом случае применение феромонов в феромонных ловушках позволяет получить следующую информацию: выявить наличие вида в природе, начало лета имаго вредителя и определить сроки для мероприятий по его уничтожению, получить данные о количестве отловленных вредителей за период лета или другой отрезок времени, учитывать эффективность лесозащитных мероприятий. В основном феромонные ловушки служат для слежения за изменением численности популяций

насекомых-вредителей. Для этого ловушки размещают в обследуемом насаждении. Их вывешивают на ветвях деревьев в начале лета насекомого и снимают по окончании. Затем подсчитывают уловы и сравнивают их с уловами прошлых лет. В зависимости от состояния популяции принимают решение о проведении лесозащитных мероприятий. В рекомендациях по применению феромонов для надзора за хвое- и листогрызущими насекомыми приведены пороговые (хозяйственно опасные) количества отлова вредителей феромонными ловушками. Например, пороговый критерий отлова шелкопряда-монашенки в сосновых насаждениях за период лета составляет 50 самцов/га. При этом ловушки размещают из расчета 4...6 шт. на 3...5 га. Для непарного шелкопряда этот показатель равен 60 самцам, для сосновой совки 30. [3, 8, 11]

Феромонные ловушки крайне необходимы при установлении направления и скорости распространения популяций насекомых-вредителей. Особенно наглядно это продемонстрировано в США, где распространение непарного шелкопряда носит фронтальный характер, и ловушки сигнализируют о появлении этого вредителя в новых местообитаниях.

Применение феромонных ловушек на учетных площадях, расположенных в труднодоступных местообитаниях вредителей, где применение традиционных методов учета численности (маршрутно-ключевое наземное обследование с валких учетных деревьев) в начале и в конце сезона остается практически единственным методом наблюдения и требует больших трудовых и материальных затрат.

Сфера применения феромонных ловушек не ограничивается только лишь обнаружением данных видов в природе и учетом их численности. Феромонные ловушки делают возможным изучение ранее неизвестных аспектов биологии и экологии лесных чешуекрылых. В частности, изменчивости некоторых морфологических характеристик имаго

насекомых на протяжении летного сезона, а также механизмов половой коммуникации имаго, исследование которых имеет большое значение в организации системы феромонного мониторинга, особенно для видов-вредителей, по отношению к которым такая система еще не разработана. Применение феромонных ловушек для подобных исследований особенно целесообразно при крайне низких плотностях популяции вредителя, когда практически невозможно обнаружить насекомое визуально. Использование феромонных ловушек позволяет прогнозировать сроки проведения борьбы.

Второй способ применения синтетических феромонов – это заключение их в специальные гранулы, которые распространяют в древостое в период массового лета вида для половой дезориентации самцов при поиске самок. Чрезвычайно важно сочетать в использовании феромонных ловушек и открытое распространение феромонов. Распространение гранул – эффективный метод нарушения встречи полов в природе и снижения численности вредителя. [3, 8, 11]

Феромонные ловушки используют и как средство для снижения численности самцов методом отлова, т.е. для создания так называемого самцового вакуума, пытаясь увеличить тем самым количество неоплодотворенных самок в популяции. Как показывает практика, такой метод борьбы с чешуекрылыми возможен лишь в сравнительно небольших изолированных насаждениях при низкой численности вредителей и часто малоэффективен. Наиболее часто этот метод применяется по отношению к короедам и в меньшей степени – к жукам-щелкунам. Известны многочисленные примеры сокращения гибели деревьев при отлове короедов таким способом. Например, в 1984 г. в Европе удалось подавить популяцию короеда-типографа (*Ips typographic*). Более миллиона жуков *Scolytus multistriatus* были отловлены 400 клеевыми ловушками.

В системе феромонного мониторинга крайне необходима стандартизация ловушек для каждого наблюдаемого вида. Стандартизация

должна определяться не только способностью ловушки "заманивать" насекомых, но и способностью удерживать их, а также удобством монтировки и использования ловушек. Кроме стандартизации типов ловушек, не менее важна разработка единого руководства по их применению для каждого отдельного вида (места размещения, плотность, концентрация и состав феромона, сроки установки в разных частях ареала, если этого требует фенология лета). От стандартизации в определяющей степени зависит внедрение ловушек в производство, а также достоверность данных, полученных по уловам в разные годы и в разных местообитаниях вида.

1.1.2 Метод энтомологического кошения сачком

Основным методом изучения энтомофауны травяного яруса, дающим возможность оценить, как видовой состав, так и плотность населения насекомых, является так называемое «кошение». [3, 8]

Кошение – это способ лова насекомых, сидящих в травяном ярусе, с помощью сачка (рис 8). Идеальным для кошения является травостой высотой 15-30 см. При кошении, сачком резко проводят по траве так, чтобы верхний край обруча сачка шел по верхушкам трав, и верхняя треть травостоя, таким образом, приходилась на центр сачка. Сачком быстро водят по траве перед собой, делая восьмеркообразные взмахи и одновременно перемещаясь вперед, так, чтобы каждый новый взмах охватывал новую полосу травостоя немного впереди по ходу движения (это напоминает работу косца, отсюда и название). Взмахи сачка подсчитывают, двигаясь по лугу более или менее прямолинейно, или параллельными маршрутами, если это маленькая поляна. [3, 8]

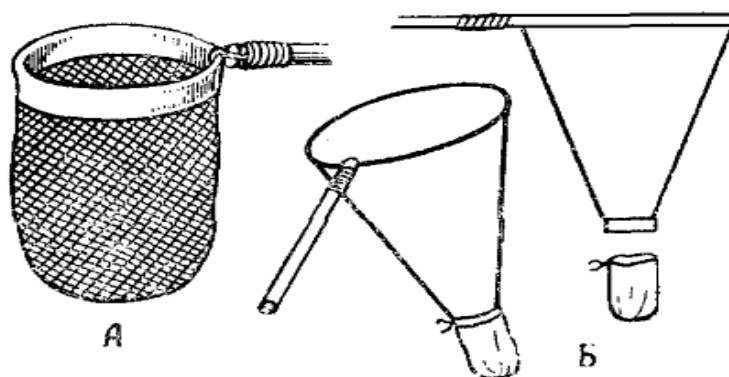


Рисунок 8 - Энтомологические сачки А – обычный; Б – с привязанным мешком

При кошении по травянистой растительности исследователь не стоит на месте, а идет, делая удары сачком через один или два шага. Взмахом считается один удар сачком в одну сторону, при этом лучше всего ударять сачком перед собой, несколько откидывая руку в сторону, но не поворачивая туловища. Закончив взмах, сачок поднимают воздух, поворачивают кругом на 180° и делают взмах в обратную сторону. При сборе насекомых с кустов и деревьев кошения ведут без переходов, захватывая с каждым взмахом все новые зоны крон растений. [3, 8]

По окончании серии взмахов содержимое сачка осматривают и вынимают из мешка попавших туда насекомых. Так как в сачок при кошении попадают и очень подвижные насекомые, то осматривать мешок нужно осторожно: обычно его перехватывают левой рукой, а затем, постепенно распуская стянутое место сачка над морилкой, перегоняют в нее наиболее подвижных и крупных насекомых. На втором этапе из набившегося в сачок мусора и трухи с помощью эксгаустера выбирают мелких насекомых. Для удобства разбора, мусор с оставшимися насекомыми выкладывают на прихваченный с собой кусок белой ткани или пленки. Выбрав из сачка всех насекомых, мешок выворачивают, вытряхивают мусор и продолжают косить. При выборке насекомых из сачка

полезно тут же произвести первичную сортировку: более нежных насекомых (клопов, мелких бабочек и т.п.) поместить в отдельную морилку.

Косить можно везде - по любой травянистой растительности (кроме, пожалуй, коротко постриженного газона), по кустарникам, даже по нижним ветвям деревьев. Особенно богатые укусы дают сильно заросшие пустыри, пойменные луга, лесные поляны и опушки. В различные часы дня ловятся разные насекомые, поэтому косить следует не только днем, но и вечером. При кошении следует идти против солнца, кося перед собой, так как тень собирателя, упавшая на растения, спугивает сидящих на них насекомых (они падают на землю или улетают). [3, 8]

Из сачка насекомых выбираю руками, эксгаустером, ловчей пробиркой. Если планируется использовать для исследований полный сбор, то часто удобно для этой цели применять сачок с привязанным мешочком. После кошения мешочек отвязывают в лаборатории насекомых замаривают, не вынимая из мешочка.

Сбор насекомых методом кошения является одновременно и самым распространенным методом учета плотности населения беспозвоночных. При учете численности придерживаются жестких стандартов: в размерах сачка и способе кошения. Сачок или сачки, применяемые для учета в разных биотопах, должны быть строго одинаковыми по размерам обруча и длине палки. Стандартные размеры сачка для учета: диаметр обруча 30 см, глубина мешка 65 см и длина ручки 1,3 м. Для расчета плотности населения беспозвоночных на единицу площади биотопа используется формула: $P = N / D L n$; где P - количество насекомых на 1 квадратный метр травяного яруса (плотность), N - число насекомых, пойманных при кошении, D - диаметр сачка (в метрах), L - средняя длина пути, проходимая обручем сачка по травостою при каждом взмахе (в метрах), n - число взмахов сачком. Длину пути (L), проходимую сачком при взмахе, измеряют во время модельного учета. Для этого начинающему учетчику надо сначала поработать сачком,

чтобы привыкнуть к нему и выработать стереотип движения. Затем следует повторить типичное движение сачком в замедленном виде и с помощью помощника замерить длину хода сачка по траве от момента его погружения в траву до его выхода из травостоя. Длину пути следует замерить как в одну сторону восьмеркообразного взмаха, так и в другую, т.к. длины взмахов слева направо и справа налево у некоторых людей могут быть различными. Измерения следует провести несколько раз и рассчитать средний показатель длины пути восьмеркообразного взмаха. В дальнейшем, при проведении учета необходимо будет только считать про себя число пар взмахов (например, только справа налево, или наоборот, - кому как удобнее), аналогично тому, как производится подсчет пар шагов (только одной ногой). [3, 8]

Кошение проводят только в сухую погоду, днем. При росе или в дождь сачок намокает, насекомые прилипают к полотну мешка, и сбор их почти не возможен.

1.1.3 Метод сбора и учетов численности насекомых в кронах

Среда обитания беспозвоночных, условно называемая нами «кроны», включает в себя ветви кустарников и деревьев, независимо от их размеров и высоты расположения. Для сбора и учета насекомых на ветвях применяется несколько способов.

Один из них уже упоминался – это кошение сачком по низкорослым кустарникам и нижним ветвям деревьев. Этот способ хоть и действенный, но рассчитать по итогам сборов плотность населения насекомых в объеме кроны очень трудно. В основном, его используют при простых фаунистических исследованиях, - т.е. при составлении списка видов беспозвоночных той или иной местности.

Более точными методиками учета численности является метод «отряхивания», имеющий ряд разновидностей. [3, 8, 11]

Под деревом или кустом раскладывают белую матерчатую простыню или прикрепляют ее к складному каркасу (типа зонта) под веткой и трясут ветку рукой или бьют по ней палкой (рис. 9). Упавших насекомых собирают с



Рисунок 9 - Стряхивание насекомых с ветвей

материи при помощи эксгаустера, пинцета или руками.

Для расчета плотности населения насекомых на единицу площади того или иного биотопа, производят подсчет количества деревьев и кустарников обследованного размера на исследуемом участке территории, а затем количество пойманных насекомых с одного растения умножают на их количество на участке. Так можно рассчитать примерное число особей беспозвоночных животных на единицу площади того или иного биотопа (гектар или км²). Вернее, проводя учет, таким образом, можно подсчитать численность насекомых только одного, нижнего яруса леса или же молодого низкорослого леса или кустарниковых зарослей. Естественно, что общую численность беспозвоночных полноценного многоярусного высокоствольного леса таким образом подсчитать невозможно - учет численности беспозвоночных на больших деревьях, в верхних ярусах леса, ведется отдельно и немного иначе. [3, 8, 11]

Для сбора насекомых в среднем и верхнем ярусах высокоствольного леса применяют метод отряхивания отдельных ветвей. Для этого залезают на дерево и аккуратно ножовкой (а не топором) спиливают несколько ветвей

из разных частей кроны (нижней, средней и верхней). Перед спиливанием, у основания ветви привязывают тонкую прочную веревку, на которой затем спиленную ветку аккуратно спускают на землю.

Далее производят отряхивание этой ветви над расстеленным на земле полотном, ударяя по ее центру тяжести обухом топора или другим тяжелым предметом.

При желании оценить плотность населения беспозвоночных на единицу площади леса, подсчитывают среднее число ветвей на дереве (что вполне возможно с использованием бинокля или даже без него) и производят перерасчет числа собранных с одной ветви насекомых на общее количество ветвей на дереве и, далее - на общее количество деревьев на исследуемой площадке (участке леса).

Более полно собрать насекомых в кронах позволяет способ их сбора в мешок. В отличие от метода отряхивания на полотно, исследуемое растение – куст, небольшое деревце или нижняя ветка дерева, целиком помещается в большой полиэтиленовый мешок. Такие мешки можно достать, например, в мебельных магазинах (в них упаковывают мебель), или склеить из двух полотен полиэтиленовой пленки, или просто использовать продающуюся в магазинах парниковую двойную пленку шириной 1,5 м. Разрезать ее не надо, а использовать ее как «трубу». Такую трубу или большой мешок надевают на исследуемое растение, стараясь поместить его в мешок целиком и как можно быстрее.

После этого вход в мешок или трубу (с обоих концов) закрывают руками или завязывают, а затем трясут и бьют растение внутри мешка. Потом мешок аккуратно снимают, стараясь не раскрыть его и не рассыпать содержимое, и раскладывают на земле.

Мусор вместе с насекомыми собирают в каком-либо месте мешка и не спеша ведут его разбор с помощью эксгаустера, залезая целиком прямо

внутри мешка. Расчет плотности населения насекомых производят так же, как и при методе отряхивания.

Очевидно, что такие способы подсчета, во-первых, достаточно трудоемки (особенно второй), а во-вторых, - весьма приблизительны, поскольку летающие насекомые при отряхивании разлетаются, часть успевает убежать при сборе, а самых легких относит ветром при падении.

Таким методом не продуктивно пользоваться в жаркое время дня, так как в этот период насекомые очень активны и потревоженными чаще всего улетают, а не падают на полотно. [3, 8, 11]

1.2 Мониторинг с использованием электрофизических средств

Электрофизический метод включает использование высоких и низких температур, ультразвука, солнечного света и источников искусственного освещения, в том числе ультрафиолетового (УФ) и радиационного излучения. [5,11,13,14]

Насекомые – высокоорганизованные существа, регулирующие свою жизнедеятельность таким образом, чтобы заранее быть готовыми к любым изменениям среды. Свет же в большей степени, чем любой другой фактор, несет сигнальную предупреждающую функцию. [32, 33, 58, 59]

Источники света в природе – солнце, луна, дающая тот же солнечный свет, но отраженный и несколько измененный, свечение верхних слоев атмосферы, заметное только в ночное время, а также свет звезд. К этому можно прибавить также и свечение некоторых насекомых. Жизнь насекомого полностью адаптирована к естественным источникам света, интенсивность излучения которых на земной поверхности регулярно и закономерно изменяется. Насекомые не смогли приспособиться к таким редким и нерегулярным источникам света как лесные пожары. Большинство видов насекомых не смогло адаптироваться и к искусственным источникам света, количество которых на нашей планете с каждым годом

увеличивается. Впрочем, ряд видов процветает в интенсивно освещенных ночью садах и парках. [58, 59]

Изучая сигнализацию у медоносных пчел, К.Фриш сделал в 1948г. интересное открытие. Он уже знал, что возвратившаяся пчела – разведчица ориентирует «танец» по солнцу: прямолинейная часть «танца» на горизонтальной поверхности направляется к солнцу под тем же углом и той же стороны, под которым по отношению к солнцу нужно искать место. Но оказалось, что разведчица правильно ориентирует свой «танец» и в отсутствие солнца, если только видит, хотя бы небольшой участок голубого неба. Стоило облаками закрыть небо и «танец» пчелы становился беспорядочным. Физики, к которым обратился К.Фриш, сказали, что компасом у пчелы может служить поляризация света. Рассеиваемые молекулами воздуха солнечные лучи оказываются плоско (линейно) поляризованными, при этом поляризация голубого неба под углом 90° к солнцу может достигать 70%. Электрический вектор поляризованного луча так связан с положением солнца, что оказывается перпендикулярен плоскости, образованной следующими тремя точками: солнце, созерцаемая точка неба и центр глаз. Поэтому плоскость поляризации света в каждой точке голубого неба будет параллельна обозначенной выше плоскости. [33]

Как известно, спектральная чувствительность глаза насекомого отличается от таковой у человека заметным сдвигом в сторону коротких волн и частично захватывает область ультрафиолетового излучения. Поэтому яркий для глаза человека (и для прибора–люксметра) свет может быть тусклым для насекомого. Наоборот, источник света с мощным ультрафиолетовым излучением, например, кварцевая лампа, создаст, согласно люксметру, относительно невысокую освещенность, для насекомого же – это яркий свет. Разрабатывать же специальную шкалу к, соответственно, особый люксметр применительно к глазу насекомого нецелесообразно, так как у каждого вида своя спектральная

чувствительность. Поэтому на практике обычно пользуются измерением освещенности в люксах, однако обязательно оговаривают, каким источником света она создана, указывая марку использованного источника света. Освещенность измеряют с помощью люксметров самых разнообразных конструкций. При стандартном измерении освещенности светочувствительный элемент люксметра всегда держат горизонтально, при измерении же освещенности на наклонной или вертикальной плоскости – параллельно этой плоскости. Для измерения ночной освещенности между чувствительным элементом и гальванометром вводят дополнительный усилитель. При отсутствии люксметра высокий уровень освещенности можно измерить с помощью обыкновенного фотоэлектрического экспонометра. Однако здесь необходимо определять не свет, отраженный поверхностью, что требуется при фотографировании, а свет, падающий на поверхность, для чего экспонометр надо либо направить вертикально вверх, либо поместить его окошко параллельно поверхности, освещенность на которой надо измерить. [58, 59]

Уровень освещенности определяет способность насекомых к полету, так как для него требуется дистантная ориентация. Насекомое обычно не летает, если оно не способно различать окружающие его предметы, которые могут быть препятствием на его пути. [33]

Снижение освещенности до сумеречной является почти непреодолимым препятствием для полета большинства дневных насекомых. Ночные же насекомые способны к полету при очень низких освещенностях благодаря специальным приспособлениям их зрительного аппарата. Громадные сборы летающих насекомых, проведенные в Англии на Ротамстедской станции, показали, что именно уровень освещенности является главным фактором, определяющим время лета насекомых (Т.Lewis, L.R.Taylor, 1965) [33].

На свет летят представители почти всех отрядов насекомых с самым различным образом жизни. В основном это насекомые, активные в сумерки

и ночью, но иногда у источника света оказываются и типично дневные формы. В принципе же лет на свет не ограничен только ночным временем. [59]

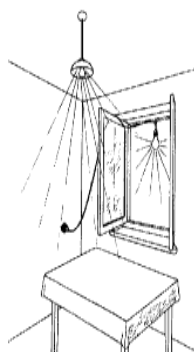
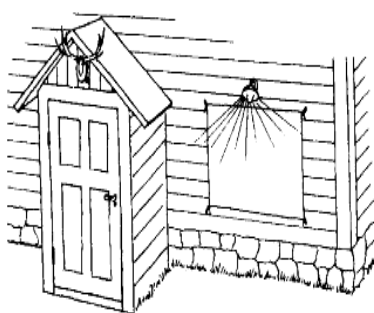
Количество насекомых, прилетающих за ночь к одному источнику света в средних широтах, может достигать тысяч, а в более южных районах десятков тысяч особей. Известен случай вынужденной остановки поезда в Крыму около Феодосии из-за громадного количества жужелиц *Orphonis calceatus* Dft., засыпавших железнодорожные пути, освещенные фонарями. [59]

Сборы насекомых на искусственный свет, особенно с примесью ультрафиолетового излучения, позволяют значительно расширить списки видового состава насекомых, однако некоторые ночные и сумеречные виды совсем не привлекаются светом или прилетают к нему очень редко. Соотношение численности разных видов в сборах на свет, безусловно, ничего не говорит о реальном соотношении их численности в природе. Тем более по этим сборам нельзя судить о реальном соотношении полов в популяции. Так, в Подмоскowie на свет прилетают как самцы, так и самки непарного шелкопряда, причем в сборах оказывается вдвое больше самцов, чем самок. [32]

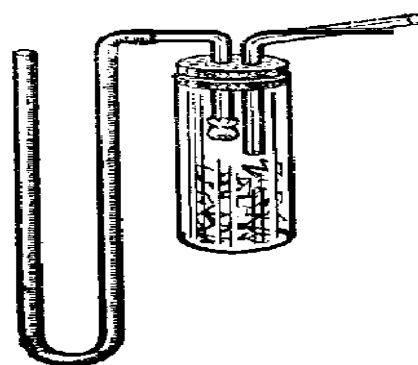
Разработано много различных конструкций светоловушек. Чаще всего они представляют собой воронку, располагаются под лампой, которая направляет падающих насекомых в контейнер с фиксирующей жидкостью (спирт, формалин, иногда бензин). Если необходимо сохранить насекомых живыми и возможно меньше их повредить, используют большой контейнер (обычно трехлитровую банку), свободно заполненный мятыми полосками бумаги. Сверху ловушка обычно накрыта плоской или слабо большой конической крышкой, предохраняющей от дождя. В ряде конструкций используются также отражающие экраны, поставленные вокруг лампы радиально, так чтобы минимально задерживать свет. [32]

Светоловушки весьма эффективны при сборе ночных насекомых и дают прекрасные результаты при изучении энтомофауны. [58]

Различными источниками света привлекаются чешуекрылые, двукрылые, клопы, жуки, перепончатокрылые, сетчатокрылые, цикады, белокрылки, иногда – тли, сеноеды, поденки, веснянки, ухвертки, комары и другие. Самый простой способ сбора (рис 10 а): в теплые темные ночи с момента потемнения до 1 – 2 часов ночи открывают окно лаборатории, включают сильный источник света, под который стелют лист белой бумаги. Опадающих на бумагу насекомых собирают руками, пинцетом или кисточкой в морилку или в пробирки, мелких насекомых удобно собирать эксгаустером (рис.10 б) [58]



А)



Б)

Рисунок 10 - А) - варианты размещения световой ловушки; Б) - эксгаустер

В настоящее время используются многочисленное разнообразие светоловушек их конструкция состоит в основном из источника света и тока, общей конструкции и ловчего механизма.

Конструкция светоловушки проста в исполнении, сверху ее прикрывает крышка для защиты от дождя, под крышкой помещен отражатель с лампой, под отражателями установлена ловчая воронка, к воронке присоединен сборник из непрозрачной пластмассы, в который залит умерщвляющим средством. Все современные светоловушки,

применяемые для прогнозирования вспышек размножения насекомых-вредителей, такие светоловушки обладают основным недостатком их применения на сельскохозяйственных угодьях. Они питаются от стационарной электрической сети. [59]

Конструктивные особенности существующих светоловушек

В составе светоловушек, как правило, имеются: источник питания, аттрактант, уничтожающее устройство [59].

Светоловушки базируется на следующих основных признаках.

По типу источника питания световые ловушки могут быть:

- стационарными, питающимися от электрической сети;
- мобильными, питающимися от автономного источника.

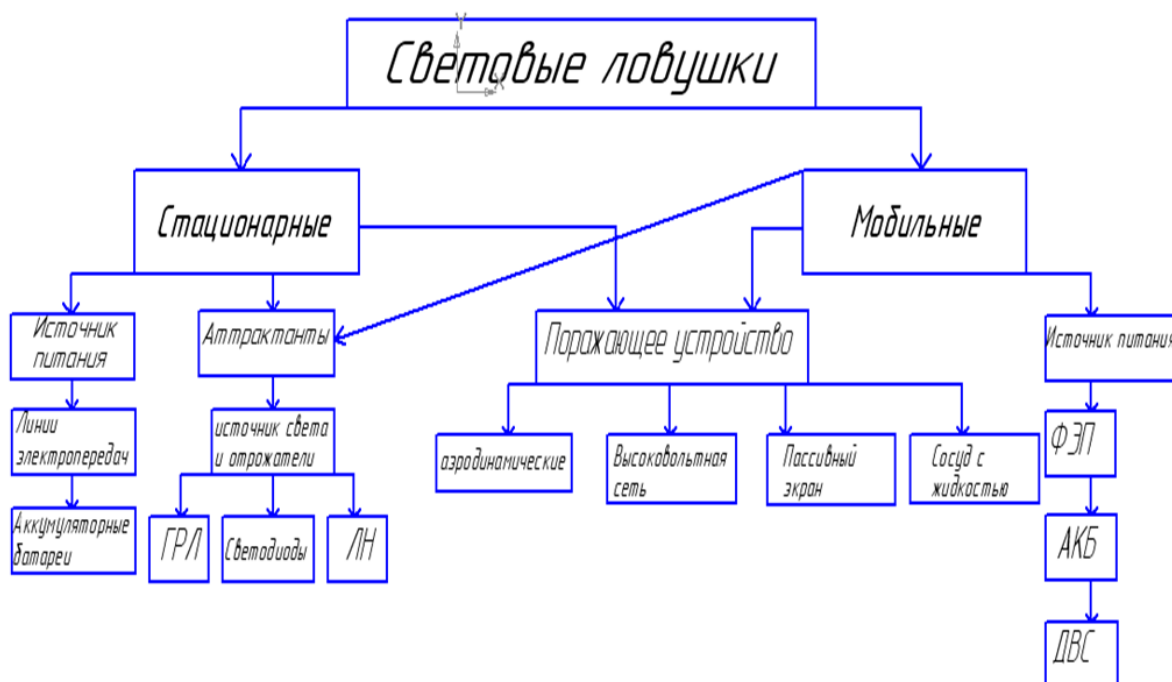


Рисунок 11 - Классификация светоловушек

Отметим то что, является ловушка мобильной или стационарной, она имеет в своем составе насекомосборник [59].

Также световые ловушки можно разделить по наличию функций, выполняющих уничтожения и не выполняющие данной функции.

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 [59].

При поражающем органе в виде высоковольтной сетки значительная часть насекомых, прилетевших на аттрактант, сгорает [59].

Выбор источников-аттрактантов производился сравнением их привлекающего действия. Рост количества выловленных насекомых ведет к увеличению мощности установки, а, следовательно, к дополнительному расходу электроэнергии и усложнению эксплуатации установок [59].

Все светоловушки с использованием высоковольтной сетки ориентированы на уничтожение насекомых.

Светоловушки с пассивными экранами работают следующим образом. Насекомые, устремляясь к источнику оптического излучения, ударяются о пассивные экраны, теряют устойчивость полета и попадают в насекомосборник.

Принцип действия светоловушек, выпускаемых в настоящее время, 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 удалить [58].

Для работы светоловушек необходимо просто подключить к источнику питания. Устанавливать ловушку лучше в местах наибольшего скопления насекомых. Ловушки такого типа 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 [58].

Создание электрооптических светоловушек с применением светодиодов как источник света и автономным питанием, позволяет проводить мониторинг насекомых-вредителей на сельскохозяйственных угодьях [58].

Электрооптические ловушки обладают преимуществами как:

- низкая потребляемая мощность;
- высокая световая отдача, т.е., отношение светового потока к потребляемой электрической мощности;
- высокий уровень безопасности, связанный с малым тепловыделением и низким питающим напряжением;
- отсутствие необходимости использования стационарной электрической сети [33].

В использовании электрооптической светоловушки также присутствует ряд выявленных недостатков таких как:

- отсутствие возможности проверять сборники у ловушек ежедневно, что проявляет не точность в идентифицировании насекомых и постоянно следить за их лётом;
- липкая лента на стенках устройства требует замены каждый второй-седьмой день;
- определение пойманных насекомых следует проводить сразу же после выемки, так как они быстро разлагаются;
- данные отловов используют для определения начала и динамики лёта, так как в первую очередь регистрируется активность насекомых, то возможность определения плотности популяций с помощью светоловушек маловероятна.

Все эти недостатки конструкции говорят о том, что получение информации о численности видов насекомых некорректно повлияет на применение химического метода для уничтожения насекомых-вредителей и сохранения урожая на сельскохозяйственных угодьях. Поэтому встает вопрос о совершенствовании метода мониторинга численности и видового состава насекомых-вредителей, за счет сокращения сроков проведения мониторинга. [32, 33]

Применение описанных электрооптических ловушек, и отказ от применения фиксирующих веществ в процессе использования альтернативных методов позволяет отпускать редкие, охраняемые и известные исследователям виды в местах их обнаружения. Кроме того, при изучении определенных групп насекомых можно фиксировать для дальнейшей обработки только представителей этих групп. В большинстве случаев новые методы исследования способствуют существенному сокращению времени на первичную обработку материала [32, 33].

1.3 Способы получения информации с полей о численности и видов насекомых - вредителей, как направление повышения эффективности защиты растений

Среди наиболее острых проблем, связанных с внедрением ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, особое место занимают вопросы организации системы защиты растений [15, 22, 28, 47, 48, 60].

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 [48, 60].

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 (см. рис. 8). [36, 47, 48, 60].

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 (см. рис. 12) [36, 47, 48, 60].



Рисунок 12 – Мониторинг насекомых-вредителей спутниковой съемкой

Третий способ самый современный и самый продвинутый на сегодняшний день – это мониторинг сельскохозяйственных полей при помощи беспилотных летательных аппаратов (Дронов см. рис. 13). 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 [36, 47, 48, 60].



Рисунок 13 – Мониторинг насекомых-вредителей БПЛА

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 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 [89].

1.4 Цель и задачи исследования

На основании проведенного анализа литературных источников можно сделать вывод о том, что одним из основных факторов, определяющих эффективность сельскохозяйственного производства, выступает достигнутый уровень энергоэффективности. Причем, снижение энергоемкости продукции производства оказывают приоритетное влияние на его конечные показатели. В этой связи, повышение эффективности электрофизических процессов неизбежно потребует существенного улучшения технико-экономических показателей

В этой связи можно выдвинуть гипотезу, что применение энергосберегающей видеосветоловушки для мониторинга численности и видового состава насекомых-вредителей с передачей сигнала по беспроводному каналу связи, будет способствовать повышению урожайности на полях, а также улучшению экологических показателей, что в совокупности приведет к снижению энергоемкости продукции в сельском хозяйстве.

Для проверки выдвинутой гипотезы необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить теоретический анализ существующего процесса и схемы видеосветоловушки для мониторинга численности и видов насекомых-вредителей.
2. Обосновать математическую модель расчета основных параметров энергосберегающей видеосветоловушки, обеспечивающей возможность передачи полученной информации по беспроводному каналу связи.

3. Исследовать основные технические характеристики разработанной системы видеосветоловушки в лабораторных и производственных условиях.

4. Оценить эффективности полученной информации на расстоянии для проведения анализа в качестве составляющей системы защиты растений.

5. Оценить влияние мониторинга на энергетическую эффективность производства продукции растениеводства.

2 Теоретический анализ расчета конструктивных параметров и технические решения применения видеосветоловушек

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 [78, 79, 80, 81].

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» [78, 79, 80, 81].

2.1 Математическое описание параметров аккумуляторной батареи и фотоэлектрического преобразователя

2.1.1 Математическое описание АКБ методом Пейкерта

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. [2]

Наиболее широкое распространение, в решении задачи математического моделирования АКБ, получила формула Пейкерта [47]:

$$C = I_p^n \cdot t_p \quad (2.1)$$

где n – показатель степени и постоянная C – находятся опытным путем для каждого типа батареи; I_p , t_p – ток и время разряда, или:

$$Q = C \cdot I_p^{1-n} \quad (2.2)$$

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 $m = 1-1/n$. [47]

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

$$Q = (Q_{\text{НОМ}}/B)(t_{p\text{НОМ}}/t_p)^m \quad (2.3)$$

где B – константа, определяемая экспериментально.

Для различных значений токов разряда емкость можно пересчитать по выражению:

$$Q = (Q_{\text{НОМ}}/B)(I_p/I_{p\text{НОМ}})^{n-1} \quad (2.4)$$

При малых значениях временных интервалов разряда и больших токах:

$$Q = \left(\frac{Q_{\text{НОМ}}}{B} \right) \left[\left(\frac{t_p}{t_{p\text{НОМ}}} \right)^\alpha - \frac{2Q_{\text{НОМ}}E_a}{t_{p\text{НОМ}}I_k(E_{\text{АКБ}} - U_{\text{кр}})} \right]^\beta \quad (2.5)$$

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.

Выражение для тока разряда I_p имеет вид:

$$Q = \left(\frac{Q_{\text{НОМ}}}{B} \right) \left[\left(\frac{I_p}{I_{p\text{НОМ}}} \right)^\alpha - \frac{2Q_{\text{НОМ}}E_a}{t_{p\text{НОМ}}I_k(E_a - U_{\text{кр}})} \right]^\beta \quad (2.6)$$

При различных токах разряда выражение приобретает следующий вид:

$$Q = \left(\frac{I_p}{A} \right) \left[\left(\frac{I_p}{I_{p\text{НОМ}}} \right)^\alpha - B \right]^\beta \quad (2.7)$$

Математическая модель (2.7) адекватна для свинцовых, литий-ионных и никель-металл-гибридных аккумуляторных батарей. [41, 47]

Для средних и больших токов наилучшие результаты будет обеспечивать предложенная модель (2.7), а при разряде токами всего диапазона – от минимального до тока к.з., относительная погрешность по модели (2.7) не будет превышать 1,15%. [2]

Теперь рассмотрим модель математического описание АКБ методом Шеферда.

Данный метод позволяет описать аналитическим уравнением (2.8) зависимость $U = f(I, t)$.

$$E = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I \cdot t} \cdot I - N \cdot I + A \cdot e^{\frac{It}{BQ}} - C \cdot I \cdot t \quad (2.8)$$

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).

Уравнение (2.8) 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.

Член $A \cdot e^{\frac{It}{BQ}}$ уравнения (2.8) введен для учёта падения напряжения в начале разряда. В большинстве случаев падение напряжения происходит в очень короткое время, и этим членом можно пренебречь. На рисунке 14 отмечены выбранные для двух кривых точки 1...8, которые были получены при умеренно низких и высоких токах I_a и I_b . [41, 47]

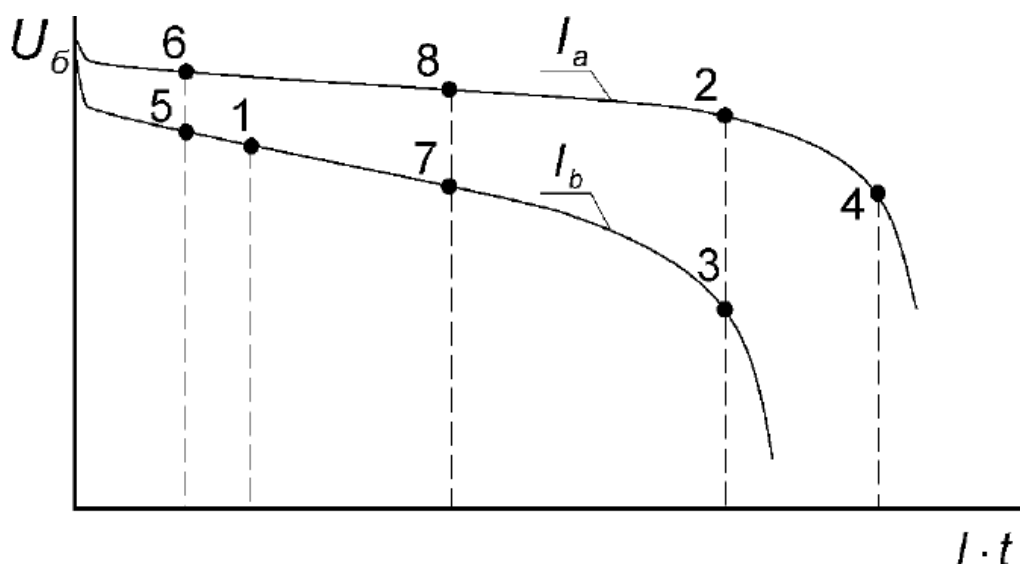


Рисунок 14 - Выбор точек на экспериментальных разрядных кривых при определении коэффициентов Шеферда.

Разрядные кривые следует выбирать так, чтобы реальные токи разряда находились в диапазоне, охватываемом двумя указанными кривыми. [41, 47]

Восемь точек (см. рис. 14) выбираются исходя из следующих условий:

$$\begin{aligned} I_b \cdot t_1 > I_b \cdot t_5; \quad I_b \cdot t_3 = I_a \cdot t_2; \quad I_a \cdot t_6 = I_b \cdot t_5; \quad I_b \cdot t_8 = I_b \cdot t_7; \\ I_b \cdot t_7 < I_b \cdot t_3; \quad I_b \cdot t_1 < I_b \cdot t_3; \\ \frac{I_b \cdot t_3}{I_a \cdot t_4} < 0,7 \end{aligned} \quad (2.9)$$

Далее составляется система уравнений

$$\begin{cases} E_5 = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I_b \cdot t_5} \cdot I_b - N \cdot I_b - C \cdot I_b \cdot t_5 \\ E_7 = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I_b \cdot t_7} \cdot I_b - N \cdot I_b - C \cdot I_b \cdot t_7 \\ E_6 = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I_a \cdot t_6} \cdot I_a - N \cdot I_a - C \cdot I_a \cdot t_6 \\ E_8 = E_S - K \cdot \frac{Q}{Q - I_a \cdot t_8} \cdot I_a - N \cdot I_a - C \cdot I_a \cdot t_8 \end{cases} \quad (2.10)$$

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

$$C = \frac{I_b \cdot (E_6 - E_8) - I_a \cdot (E_5 - E_1)}{(I_b - I_a) \cdot I_b \cdot (t_7 - t_5)} \quad (2.11)$$

После следующей замены переменных:

$$\begin{aligned} E'_1 &= E_1 + C \cdot I_b \cdot t_1 \\ E'_2 &= E_2 + C \cdot I_a \cdot t_2 \\ E'_3 &= E_3 + C \cdot I_b \cdot t_3 \\ E'_4 &= E_4 + C \cdot I_a \cdot t_4 \end{aligned} \quad (2.12)$$

получим:

$$Q = \frac{I_a \cdot I_b^2 \cdot t_4 \cdot (E_2' - E_4') \cdot (t_3 - t_1) - I_b \cdot t_1 \cdot (E_1' - E_3') \cdot (t_4 - t_2) \cdot I_a^2}{I_b^2 \cdot (E_2' - E_4') \cdot (t_3 - t_1) - I_a^2 \cdot (E_1' - E_3') \cdot (t_4 - t_2)} \quad (2.13)$$

$$K = \frac{(E_2' - E_4') \cdot (Q - I_a \cdot t_4) \cdot (Q - I_a \cdot t_2)}{(t_4 - t_2) \cdot Q \cdot I_b^2} \quad (2.14)$$

$$N = \frac{-K \cdot Q}{I_a - I_b} \cdot \left(\frac{I_a}{Q - I_a \cdot t_2} - \frac{I_b}{Q - I_b \cdot t_1} \right) + \frac{E_1' - E_2'}{I_a - I_b} \quad (2.15)$$

$$E_S = E_1' + N \cdot I_b + \frac{K \cdot I_b \cdot Q}{Q - I_b \cdot t_1} \quad (1.16)$$

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 [41].

2.1.2 Математическое описание фотоэлектрического преобразователя

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. [41, 47]

Условия освещенности солнечной батареи характеризуется интенсивностью светового потока Солнца, углом падения солнечных лучей на поверхность солнечной батареи. [41, 47]

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

Коэффициент освещенности учитывает угол падения солнечных лучей, увеличение отражательной способности поверхности при углах Ψ , близких к 90° :

$$k_\psi = \begin{cases} 0 & \text{если } \cos\psi \leq 0,12 \\ \cos\psi \cdot \left(1 - \frac{-3,2 \cdot \cos\psi}{1 - \cos\psi}\right) & \text{если } 0,12 < \cos\psi \leq 0,75 \\ \cos\psi & \text{если } \cos\psi > 0,75 \end{cases} \quad (2.17)$$

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

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} , $I_{к.з.}$, U_{opt} , I_{opt} , P_{max} могут определяться на основе как расчета полупроводниковой структуры, так и экспериментальных исследований [41, 47].

$$I_H = I_{opt} - I_0 \cdot \left[\exp\left(\frac{q \cdot (U + I_H R_n)}{A_k \cdot k \cdot T}\right) - 1 \right] - \frac{U}{R_{ш}} \quad (2.18)$$

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, $q=1,6 \cdot 10^{-17}$ 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 [41, 47].

Напряжение холостого хода при изменении температуры:

$$U_{xxt} = U_{xx} + dU_t \cdot (T_0 - T) \quad (2.19)$$

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

$$U_{xx} = \frac{A_k \cdot k \cdot T}{q} \cdot \ln \left(\frac{I_{opt}}{I_0} + 1 \right) \quad (2.20)$$

dU_t – температурный коэффициент по напряжению, мВ/°С; T_0 – стандартная температура, $T^0 = +25^\circ\text{C}$;

Значение тока при различных температурах и освещенностях:

$$I_{opt} = I_{кз} \cdot (E_{ФЭП}/E_0) - dI_t \cdot (E_{ФЭП}/E_0) \cdot (T_0 - T) \quad (2.21)$$

где $I_{кз} \cdot (E_{ФЭП}/E_0)$ – изменение тока короткого замыкания по освещенности; E_0 – значение освещенности при стандартных условиях, $E_0 = 1000 \text{ Вт/м}^2$; $E_{ФЭП}$ – среднемесячное среднее дневное значение плотности солнечного излучения, поступающего на поверхность ФЭП, Вт/м^2 ; dI_t – температурный коэффициент по току, $\text{мкА/}^\circ\text{C}$.

Обратный ток насыщения зависит от температуры:

$$I_0 = \frac{I_{opt}}{\exp \left(\frac{(q \cdot U_{xx} \cdot t)}{(A_k \cdot k \cdot (T + 237))} \right)}, \quad (2.22)$$

Максимальная мощность:

$$P_{max} = U_{opt} \cdot I_{opt} \quad (2.23)$$

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

Температурные коэффициенты тока и напряжения измеряют согласно методике, определенной международным стандартом [41, 47].

2.2 Математическое описание передачи видеосигнала через беспроводной канал связи

Закодированное видео одним из кодеков MPEG-2, MPEG-4 и передается через беспроводную сеть стандартов WiFi, 3G или WiMAX (См. Рис.15) [41, 47].

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

$$f(t) = \begin{cases} U_m, & |t| < \frac{T}{4} \\ \frac{4 \cdot U_m}{T} \left(\frac{T}{2} - |t| \right), & \frac{T}{4} \leq |t| \leq \frac{T}{2} \\ 0, & |t| > \frac{T}{2} \end{cases} \quad (2.24)$$

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

T – период сигнала, сек;

U_m – амплитуда сигнала, В;

При использовании в уравнение (2.24) единичной функции Хевисайда, видеосигнал можно выразить в следующем виде:

$$f(t) = U_m - U_m \cdot \Phi \left(|t| - \frac{T}{4} \right) + \left(\frac{T}{2} - |t| \right) \cdot \frac{4U_m}{T} \cdot \Phi \left(|t| - \frac{T}{4} \right) - \left(\frac{T}{2} - |t| \right) \cdot \frac{4U_m}{T} \cdot \Phi \left(|t| - \frac{T}{2} \right), \quad (2.25)$$

Спектральную плотность видеосигнала находим с помощью прямого преобразования Фурье математической модели видеосигнала (2.25): [127]

$$F(j \cdot \omega) = L[f(t)], \quad (2.26)$$

где L – оператор Фурье;

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

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

j – мнимая единица.

Преобразуя уравнение (2.26) и запишем в интегральном виде:

$$F(j \cdot \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot e^{-j\omega t} dt, \quad (2.27)$$

Периодическая последовательность видеосигналов.

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

$$f_T(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(t - nT), \quad (2.28)$$

Где, n – переменная суммирования, целое число [127].

Периодический сигнал может быть представлен рядом Фурье:

$$f_T(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} X[n] \cdot e^{j \cdot \frac{2\pi \cdot n \cdot t}{T}}, \quad (2.29)$$

где $X[n]$ – коэффициенты ряда Фурье.

$$X[n] = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f_p(t) \cdot e^{-j \cdot \frac{2\pi \cdot n \cdot t}{T}} \cdot dt, \quad (2.30)$$

Согласно выражениям (2.29) и (2.30) периодический сигнал состоит из суммы бесконечного числа гармонических колебаний кратных частот (гармоник) [41, 47].

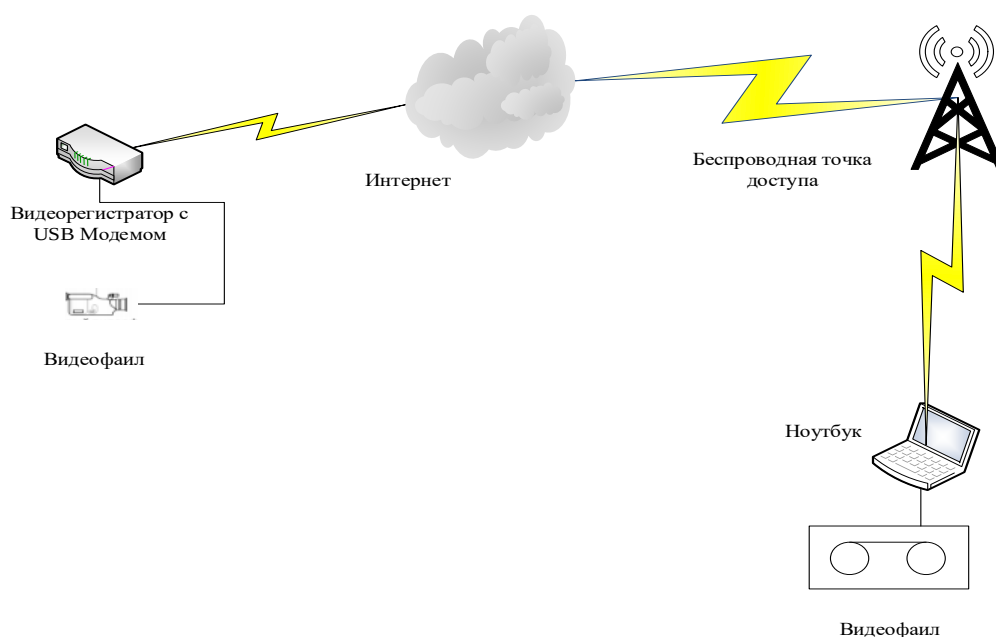


Рисунок 15 - Математическая модель передачи видеосигнала по беспроводному каналу связи.

2.3 Разработка программного обеспечения для расчета технических характеристик видеосветоловушки

2.3.1 Анализ расчета основных конструктивных параметров видеосветоловушки

Исходными данными для расчета модели видеосветоловушки служат паспортные данные видеорегистратора, USB модема, видеокамер, светодиодов. А также метеорологические условия (солнечно, облачно, пасмурно) [6, 19, 30, 46].

При создании видеосветоловушки построена схема, состоящая из 3 функциональных модулей (См. Рис. 16):

- 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.

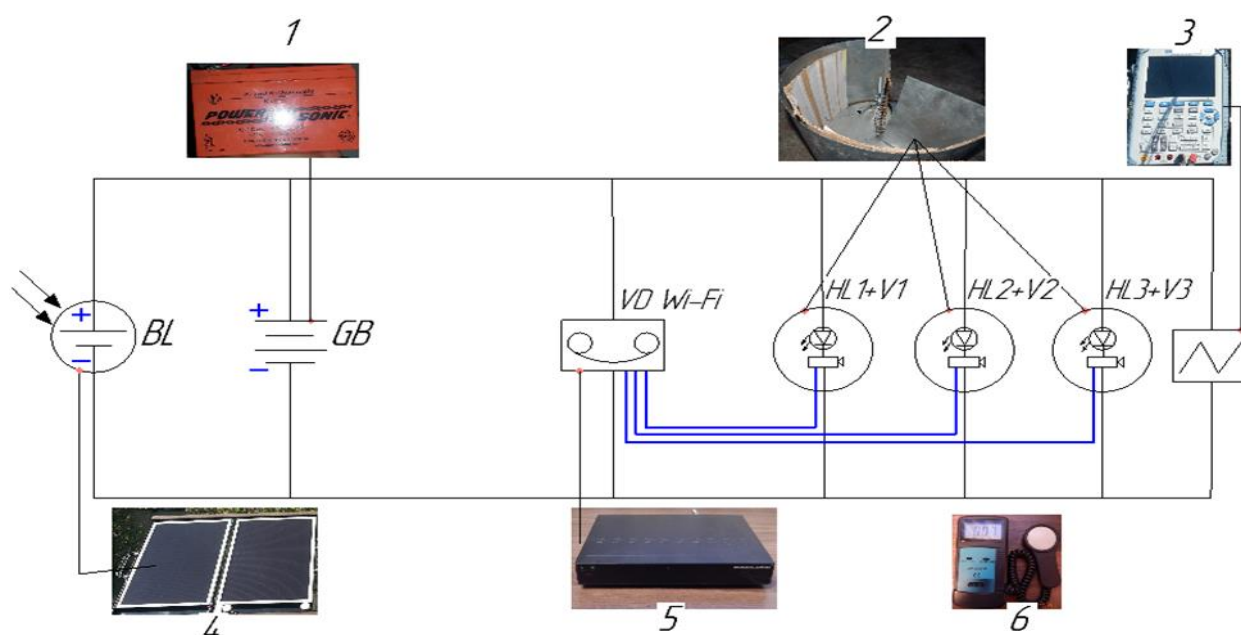


Рисунок 16 – Принципиальная схема видеосветоловушки

1 - АКБ типа PS-12260, 2 - Светоловушка с видеокамерой (W11A), 3 - осциллограф АКИП – 4113/1, 4 - фотоэлектрический преобразователь (TPS-936M0), 5 - видеорегистратор (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 видеорегистратора;
- $P_{modem}[Вт]$ – мощность модема;

- Clr [%] – средний процент благоприятных погодных условий отдельного региона на период работы видеосветоловушки [46].

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:

$$W_{fep} = P_{fep} \cdot T_{light} \cdot Clr, \quad [Вт \cdot ч], \quad (2.31)$$

Разбив ФС на блоки, работающих по разным схемам: первый блок – модем, видеорегистратор 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:

$$W_{b1} = (P_{cam} \cdot N_{dev} + P_{vr} + P_{modem}) \cdot 24, [Вт \cdot ч], \quad (2.32)$$

Потребление энергии блоком 2 будет выглядеть следующим образом:

$$W_{b2} = P_{led} \cdot N_{led} \cdot N_{dev} \cdot T_{dark}, [Вт \cdot ч], \quad (2.33)$$

Условие энергобаланса (производство равно потреблению):

$$W_{fep} = W_1 + W_2, [Вт \cdot ч], \quad (2.34)$$

При выборе ФЭП для обеспечения работы блока «Видеонаблюдения с передачей данных по беспроводному каналу связи» и подзаряда АКБ приравняем уравнения (2.33) и (2.32) с уравнение (2.31) и получим:

$$P_{fep} \cdot T_{light} \cdot C_{lr} = ((P_{cam} \cdot N_{dev} + P_{vr} + P_{modem}) \cdot 24) + (P_{led} \cdot N_{led} \cdot N_{dev} \cdot T_{dark}), \quad [\text{Вт} \cdot \text{ч}], \quad (2.35)$$

Выразим из (2.35) требуемую мощность ФЭП и запишем в следующем виде:

$$P_{fep} = ((P_{cam} \cdot N_{dev} + P_{vr} + P_{modem}) \cdot 24 + P_{led} \cdot N_{led} \cdot N_{dev} \cdot T_{dark}) \div (T_{light} \cdot C_{lr}), \quad [\text{Вт}] \quad (2.36)$$

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

$$W_{bat} = (P_{cam} \cdot N_{dev} + P_{vr} + P_{modem}) \cdot T_{dark} + P_{led} \cdot N_{led} \cdot N_{dev} \cdot T_{dark}, \quad [\text{Вт} \cdot \text{ч}], \quad (2.37)$$

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. [46, 82].

2.3.2 Обоснование применения языка программирования при разработке программного обеспечения

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. [75, 82, 84]

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. [82, 84]

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что оценивать достоинства и, в особенности, недостатки C++ необходимо в контексте тех принципов, на которых строился язык, и требований, которые к нему изначально предъявлялись. [82, 84]

Достоинства:

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

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

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;

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

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.

Недостатки:

1. Вызванные изначально заданным требованием недостатки C++ унаследованы от языка-предка — Си;

2. Сложность и избыточность, из-за которых C++ 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. [23, 75, 82, 84]

2.3.3 Интерфейс программного обеспечения и краткое руководство пользования

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 «ВидеоСветолушек» кнопками на вторичном меню программы (Рис.17) [48, 83, 82, 84].

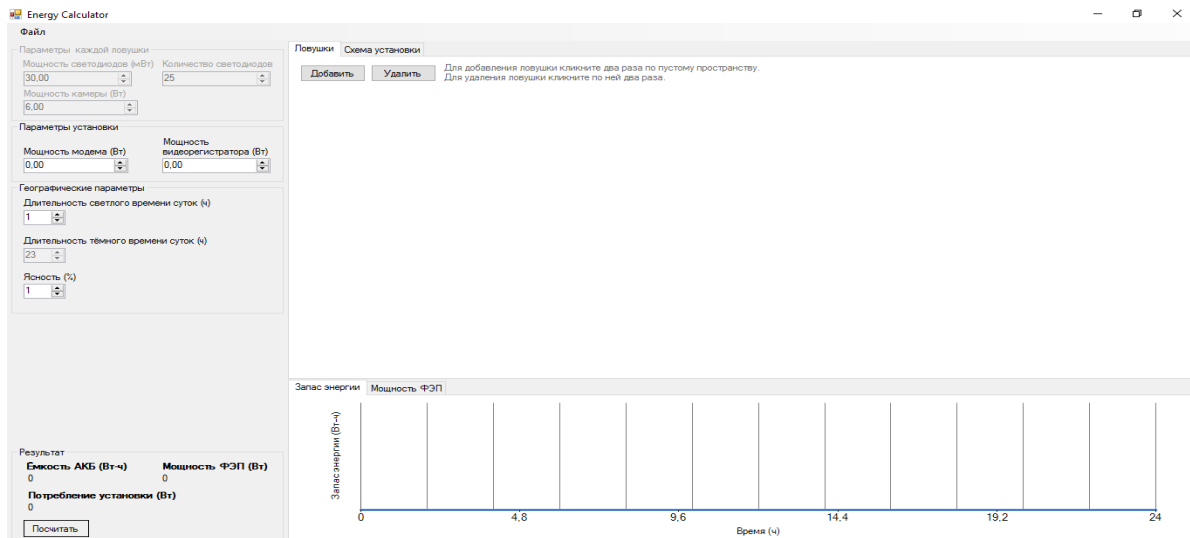


Рисунок 17 - Рабочее окно программы до начала ввода данных

3) В поле видеосветоловушки на вторичном меню программы нажав кнопку «Добавить» и устанавливаем необходимое количество видеосветоловушек, а если требуется удалить нажимаем кнопку «Удалить» (Рис.18)

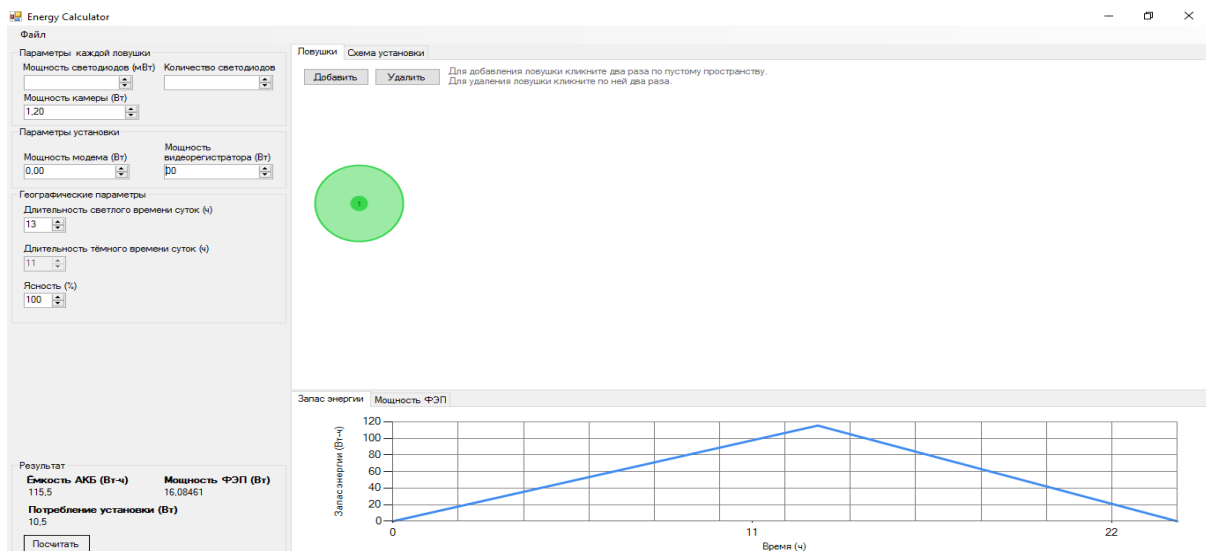


Рисунок 18 - Результат добавления видеосветоловушки

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. 19)

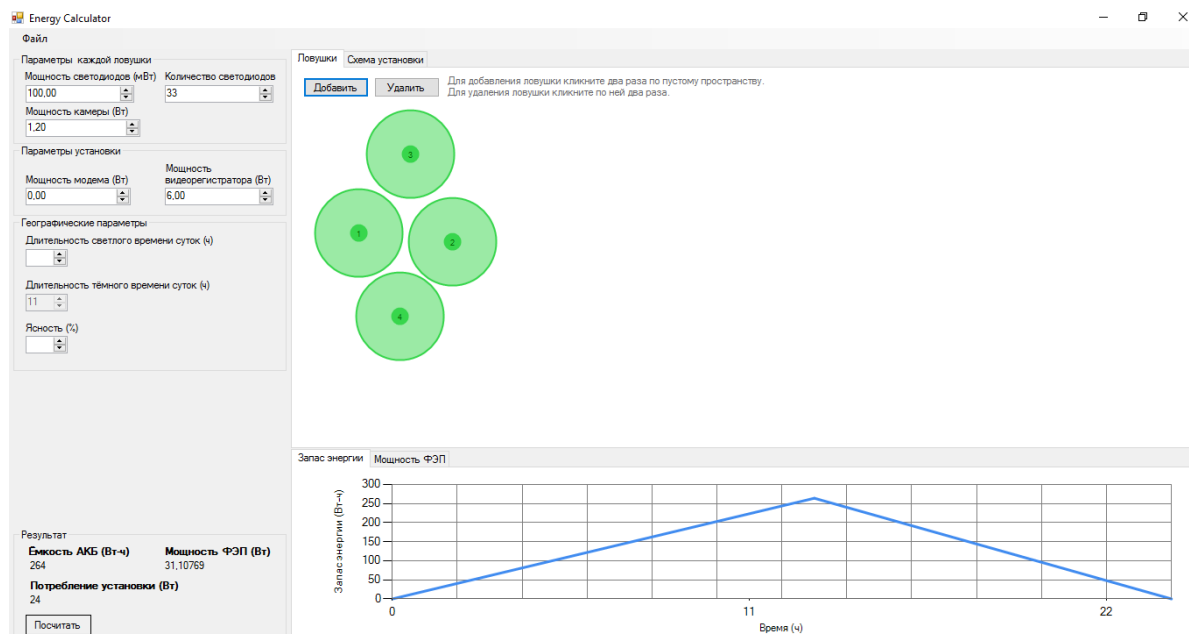


Рисунок 19 - Ввод данных комплектующих

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.20).

6) 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 видеосветоловушке (Рис.20).

Также строятся графики запаса энергии АКБ в течении времени и зависимость мощности ФЭП при изменении освещенности поверхности ФЭП в течении времени (Рис.20) [48, 83, 82, 84].

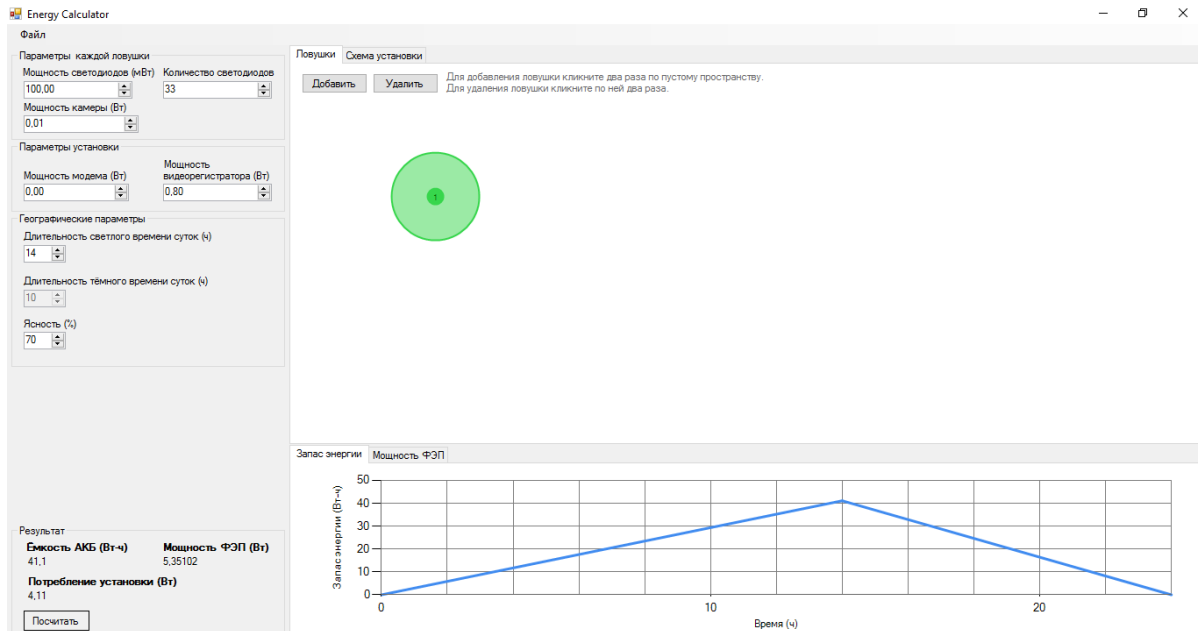


Рисунок 20 - Расчет параметров АКБ и ФЭП

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. 21).

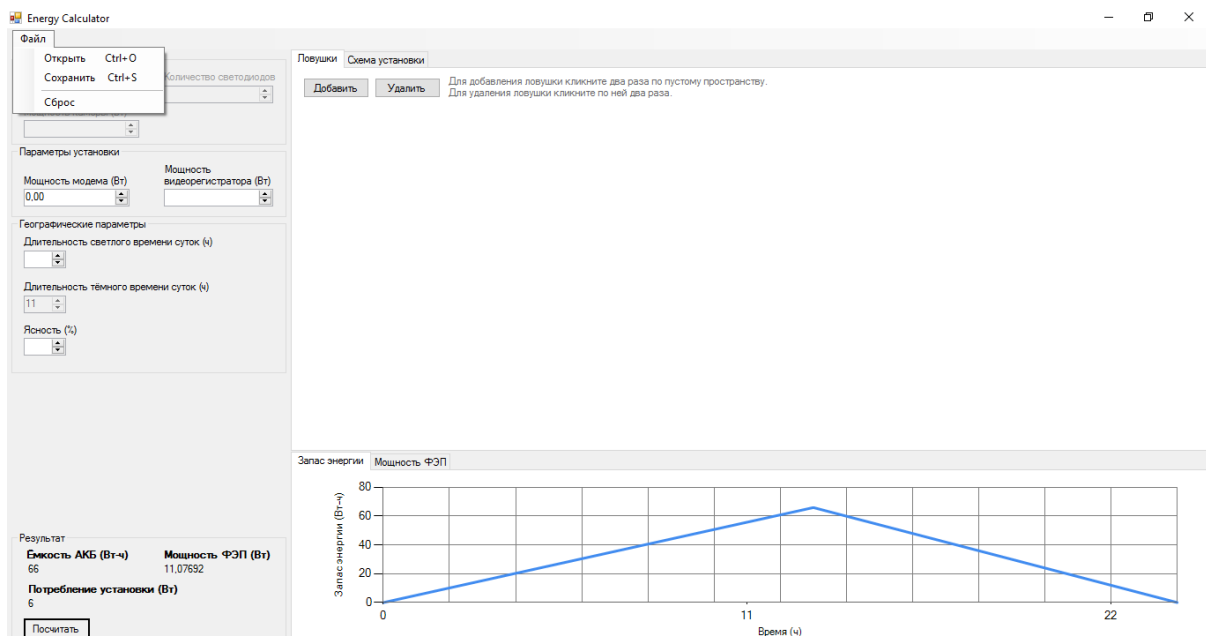


Рисунок 21 - Рабочее окно программы с функциями кнопки «файл»

7) Для выхода из программы, помимо стандартного способа («крестик» в правом верхнем углу) [48, 83, 82, 84].

Выводы по главе

1. Предложенная методика расчета позволяет выбирать основные конструктивные параметры видеосветоловушек для эффективного улавливания насекомых при проведении мониторинга.

2. Проведено описание известных математических методов расчета ёмкости АКБ и (ФЭП).

3. Для расчета основных конструктивных параметров видеосветоловушки создана программа для ЭВМ «Energy Calculator».

4. Программа высчитывает такие параметры как:

а. Необходимую ёмкость АКБ.

б. Необходимую мощность ФЭП.

в. Общее потребление энергии видеосветоловушки. (При этом будет учитываться, что светодиоды работают только ночью.)

5. С использованием программного обеспечения появилась возможность: моментально произвести расчет технических параметров видеосветоловушки с беспроводным каналом связи и применять ее в различных регионах РФ.

3 Экспериментальные исследования основных конструктивных параметров видеосветоловушки

Видеосветоловушка для мониторинга численности и вида насекомых-вредителей состоит из трех функционирующих блока:

1. Блок системы видеонаблюдения включающий в себя беспроводной канал связи для передачи видеосигнала онлайн и источник света.
2. Аккумуляторная батарея для обеспечения энергией блок системы видеонаблюдения.
3. Фотоэлектрический преобразователь для поддержания источника питания в работоспособные состояния.

Для удовлетворения работы основных параметров функциональных блоков видеосветоловушки, требуется провести исследования, такие как: бесперебойная работа трафика сети Internet на качество передачи видеосигнала; параметры работы АКБ от времени; исследование параметров работы ФЭП от условий освещенности [85].

3.1 Исследование трафика сети Internet на качество передачи видеосигнала

Оценки качества, передаваемого видео, оценивается не только на основе сетевых характеристик, но также учитываются и специфические особенности видеотрафика, т. е. они измеряют параметры транспортной сети [50].

Internet – это протокол канального уровня и является основной технологией в локальных вычислительных сетях, и центрах обработки данных, это одна из самых простых и недорогих технологий для передачи данных на короткие и средние расстояния [41, 48].

Технология Internet одна из важных составляющих мультисервисных сетей связи, протокол Internet обеспечивает возможность постепенного наращивания скорости передачи данных от 10 Мбит/с до 100 Мбит/с и даже 1 Гбит/с без существенных дополнительных затрат [41, 48].

Во время проведения эксперимента были зафиксированы значения скоростей передачи видеосигнала через сеть Internet.

Таблица 3.1 - Передача видеосигнала

Номер последовательности	Длина пакета	Время выполнения, с	Скорость передачи, мбит/с
1	200,000,000	17.6936965	90.427688
2	200,000,000	17.6619698	90.59012
3	200,000,000	17.6828668	90.483064
4	200,000,000	17.673755	90.529712
5	200,000,000	17.6915257	90.438776
6	200,000,000	17.6891471	90.450944

Таблица 3.2 - Количество принятой информации для воспроизведения одной секунды видео

Номер последовательности	кбит/с
1	61459
2	65035
3	65618
4	61887
5	62113
6	61889

По оценке качества системы видеонаблюдения, осуществляется сбор большого объёма данных, эти данные преобразовываются с помощью статистических методов для получения результатов в форме графиков и

(или) числового выражения, формулы, алгоритма, которые обобщают данные о качестве испытываемых систем.

Согласно зафиксированным данным построим графики зависимости принятой информации от скорости передачи и воспроизведения видео (рис.22)

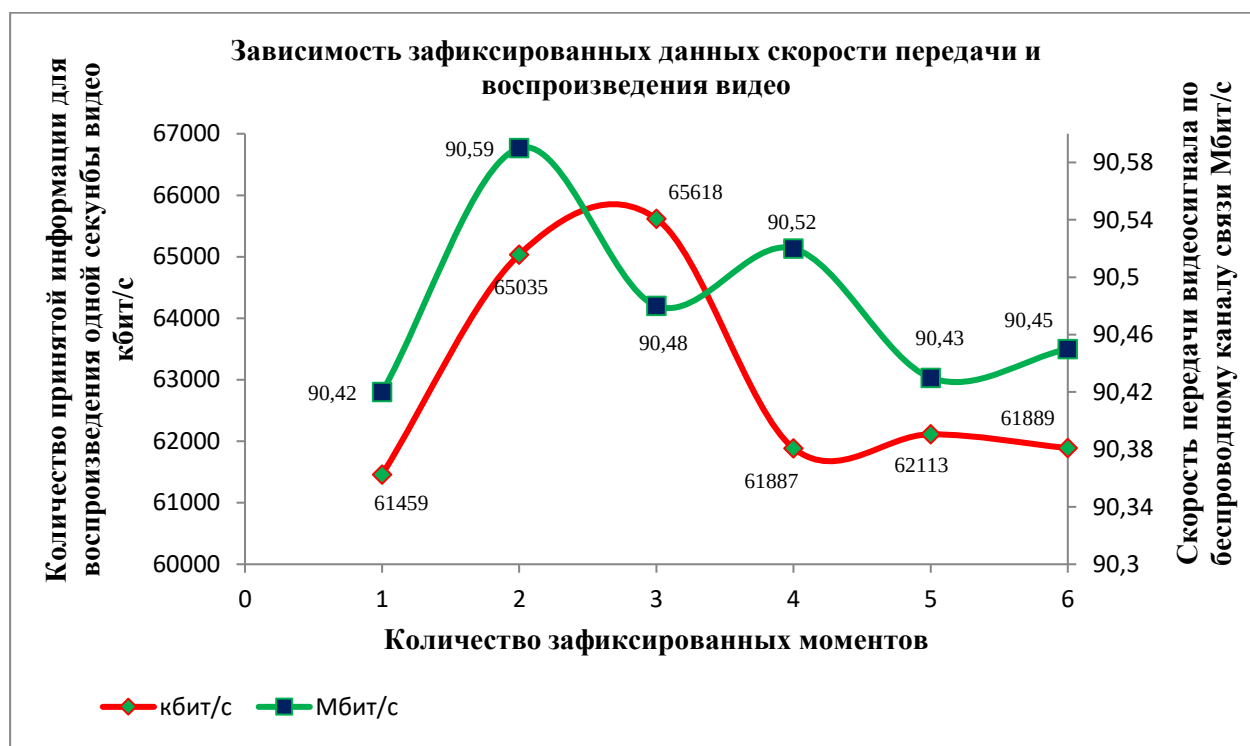


Рисунок 22 - Зависимость зафиксированных данных скорости передачи и воспроизведения видеосигнала.

Источник реального видео в IP-сети использовался четырехканальный видеорегистратор (RL-A4-100), позволяющий проигрывать видео в режиме multicast и отправлять его в сеть и проигрывать на другом компьютере. Оценка качества передачи видео основанного на вычислении значения PSNR с учётом специфических характеристик видеопотока [48, 122, 123]. На рисунках 23 и 24 представлены стоп-кадры оцениваемого видео в разный период времени.



Рисунок 23 - Стоп-кадр с камеры в темное время суток.

1, 2, 3, 4, 5 Насекомые



Рисунок 24 - Стоп-кадр с камеры в светлое время суток.

1, 2, 3, 4, 5 – насекомые, 6 – источник света (солнце)

Исследование интернет-трафика и видеосигнала показывает, что при подключении мультиплексора к модему на скорости 90 Мбит/с, зависимость качества изображения зафиксированы, при снижении скорости интернет-трафика происходит уменьшение скорости передачи видеосигнала, соответственно будет происходить ухудшение качества получаемого видеосигнала, но так как одновременно происходит запись на HDD на источнике записанное видео будет высокого качества [41, 48].

3.2 Экспериментальные исследования и режимов работы АКБ

Блок системы видеонаблюдения состоит из видеокамер, видеорегистратора и источника света (светодиод). При выборе источника питания нужно, определить сумму потребляемой мощности системы видеонаблюдения.

Система видеонаблюдения состоит из 2 корпусов ловушек. В каждом корпусе ловушки установлены:

- камера видеонаблюдения (Приложение Е);
- 33 светодиода с длиной волны 350-370 нм соединённых в работу от напряжения 12В (Приложение Д);
- одного видеорегистратора с USB модемом (Приложение Е).

Параметры занесем в таблицу 3.3 с определением полной мощности блока системы видеонаблюдения.

Таблица 3.3 - Технические характеристики блока системы видеонаблюдения

№ п/п	Наименование устройства	Кол- во	U,В	Потребляемая мощность Р, Вт	Суммарная потребляемая мощность Р, Вт
1	Видеокамера - W11A	2	12	1,2	2,4
2	Видеореги­стратор - RL-A4-100	1		6	6
3	Жесткий диск HDD	1		1	1
4	Светодиод - XSL-355-3E	66		0,12	7,9
Итого				8,32	17,3

Приведенные данные в таблице позволяют выбрать АКБ, дополнительную мощность выбираю равной 20% для того, чтобы учесть снижения емкости АКБ в процессе эксплуатации за счет старения и погодных условий. [2, 41, 48, 85]

Для определения необходимого времени работы АКБ будет справедливо следующее выражение: [7]

$$E = T \cdot I + 20\%, \quad (3.1)$$

где E - А·ч, T – время работы АКБ, ч., I – сила тока, А.

С полученными данными выбираем варианты АКБ (таб.3.4) и строим график отражающий зависимость времени автономной работы при значениях потребляемой мощности с различным АКБ (рис. 25).

Таблица 3.4 - Варианты марки АКБ

№ п/п	Тип АКБ
1	PS-12260
2	PS-12180
3	PS-12120

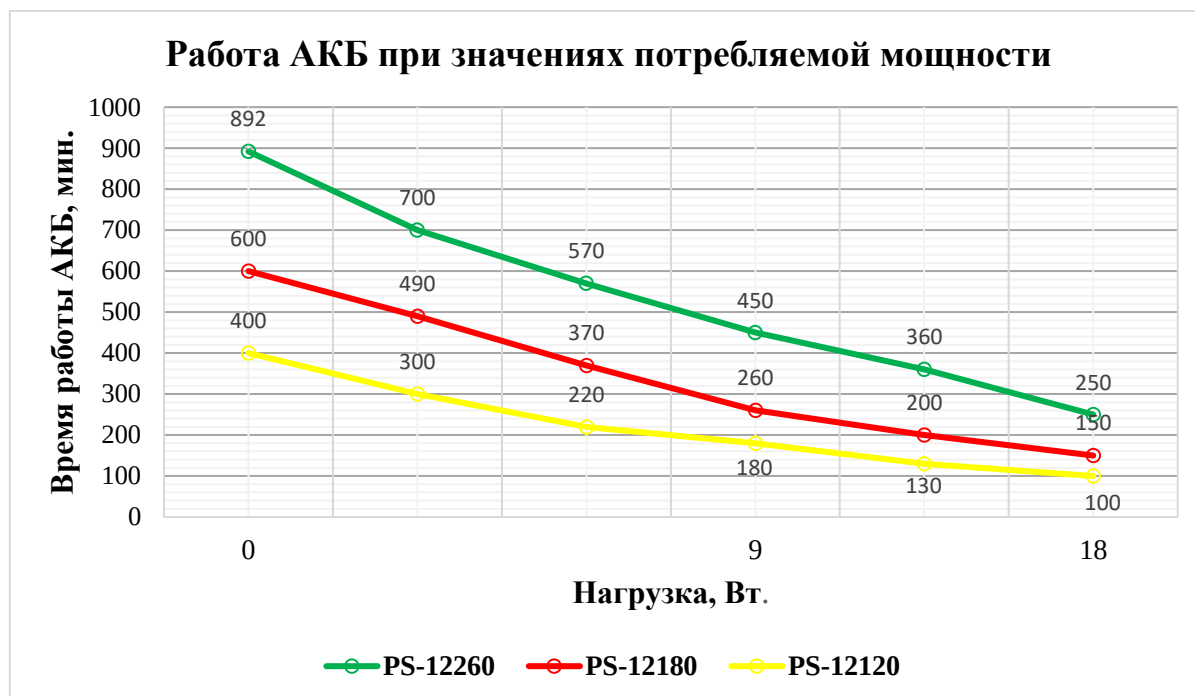


Рисунок 25 - Зависимость времени автономной работы при значениях потребляемой мощности с различным АКБ.

На рисунке 25 видно, что для обеспечения времени автономной работы равной 892 минутам при общей суммарной мощности системы 28 Вт для оптимальной работы системы подходит АКБ типа PS – 12260.

Литий - самый легкий из металлов, имеет самый большой электрохимический потенциал и обеспечивает самую большую плотность энергии [2]. Аккумуляторы с литиевыми металлическими электродами способны обеспечить и высокое напряжение, и превосходную емкость.

Время заряда всех Li-ion аккумуляторов при начальном зарядном токе I_3 , численно равном номинальному значению емкости аккумулятора составляет около 3 ч:

$$I_3 = QH, \quad (3.2)$$

Полный заряд на аккумуляторе достигается при напряжении равном верхнему порогу и при уменьшении тока заряда до уровня, равного примерно 3 % начального значения. Общее время заряда делится на две стадии:

- напряжение на аккумуляторе растет при почти постоянном начальном токе заряда до достижения верхнего порога напряжения, аккумулятор заряжается примерно на 70 % своей емкости;

- напряжение на второй стадии остается почти постоянным, а ток начинает уменьшаться до тех пор, пока не достигнет вышеуказанных 3 %.

Li-ion аккумуляторы заряжаются током при температуре от 5 до 45 °C. Оптимальная температура при заряде от 15 до 25 °C

Во время проведения эксперимента использовались приборы для измерения напряжения и силы тока (цифровой мультиметр), для измерения освещенности использовался люксметр. Измерение данных проводились в течении светлого времени суток на протяжении 2 часов с интервалом 15-20 мин, полученные данные занесены в таблицу 3.5. [2, 41, 48, 85]

Таблица 3.5 Экспериментальные данные, полученные при заряде АКБ(PS-12260) от ФЭП 28 Вт (TPS-936M)

t, мин	Uзар, В	I, А	E, лк	P, Вт	Uфэп, В
0	12,5	1,25	823	15,25	18,25
15	12,6	1,28	825	15,62	19,2
45	13,1	1,25	826	15,38	19,94
75	13,32	1,22	823	16,10	21,5
90	13,58	1,25	826	15,38	20,97
120	14	1,26	825	16,80	21,8

Результаты исследования зависимостей напряжения на зажимах АКБ при заряде от ФЭП мощностью 28 Вт в течении времени представлены на рисунке 26.

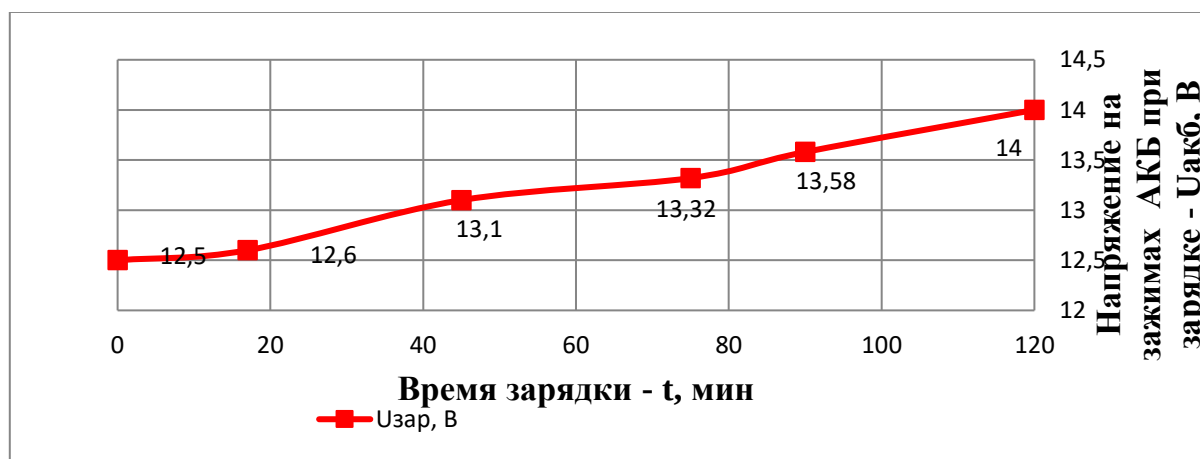


Рисунок 26 - Зависимость напряжения на зажимах АКБ при заряде от ФЭП мощностью 28 Вт в течении времени.

Для ФЭП мощностью 28 Вт напряжение на зажимах АКБ в процессе заряда повысилось на 14,75%: с 12,5 В до 14 В (рисунок 26).

Результаты исследования тока заряда АКБ от времени при изменении освещенности поверхности ФЭП представлены на рисунке 27.

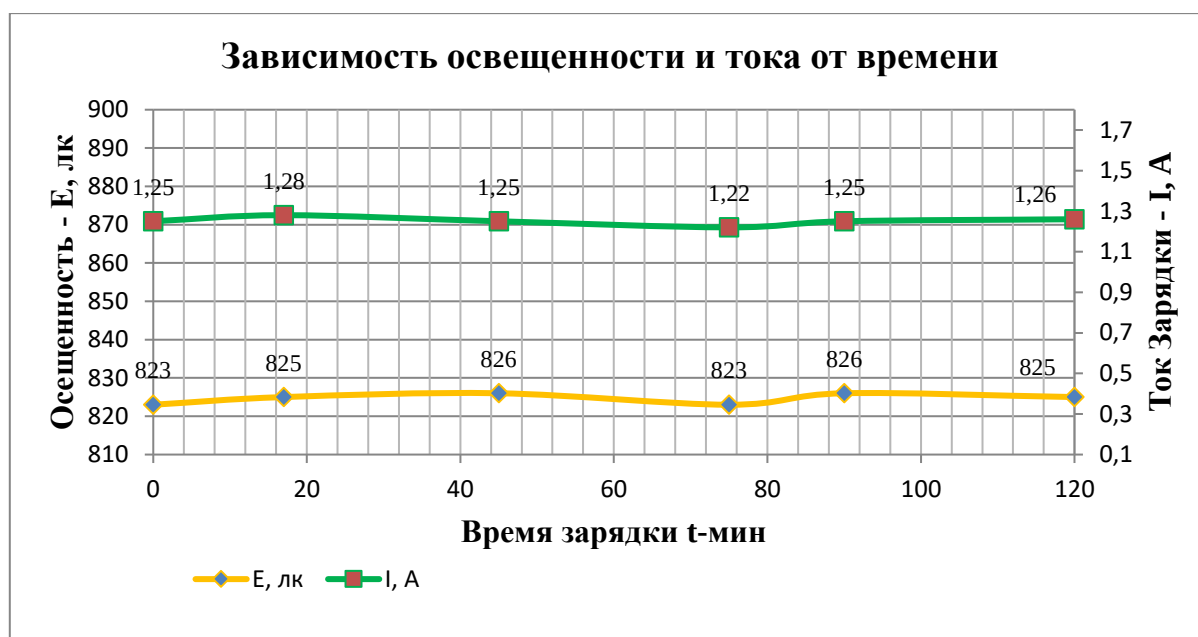


Рисунок 27 - Зависимости тока заряда АКБ от времени при изменении освещенности поверхности ФЭП мощностью 28 Вт

Из рисунка видно что средний ток заряда АКБ от ФЭП мощностью 28 Вт составляет 1,08 А.

Потребляемая энергия видеосветоловушкой от АКБ, находится по уравнению:

$$W = P \cdot t, \quad (3.3)$$

где P – потребляемая мощность видеосветоловушкой в течение времени t , Вт;

t – время работы видеосветоловушки, ч.

Полученные расчетные данные занесем в таблицу 3.6

Таблица 3.6 – Результаты расчета энергии, полученной АКБ (PS-12120) от ФЭП (TPS-936M) 28 Вт на различных интервалах времени

Интервал времени	Длина интервала	Энергия с накоплением
t , мин	$t_{\text{инт}}$, ч	$W\Sigma$, Вт·ч
0--15	0,25	4,81

Продолжение таблицы 3.6

15--45	0,5	12,56
45--75	0,5	19,43
75--90	0,25	22,75
90--120	0,5	27,71

По полученным данным таблицы построим график накопления энергии АКБ в ходе зарядки от ФЭП (рис.28)

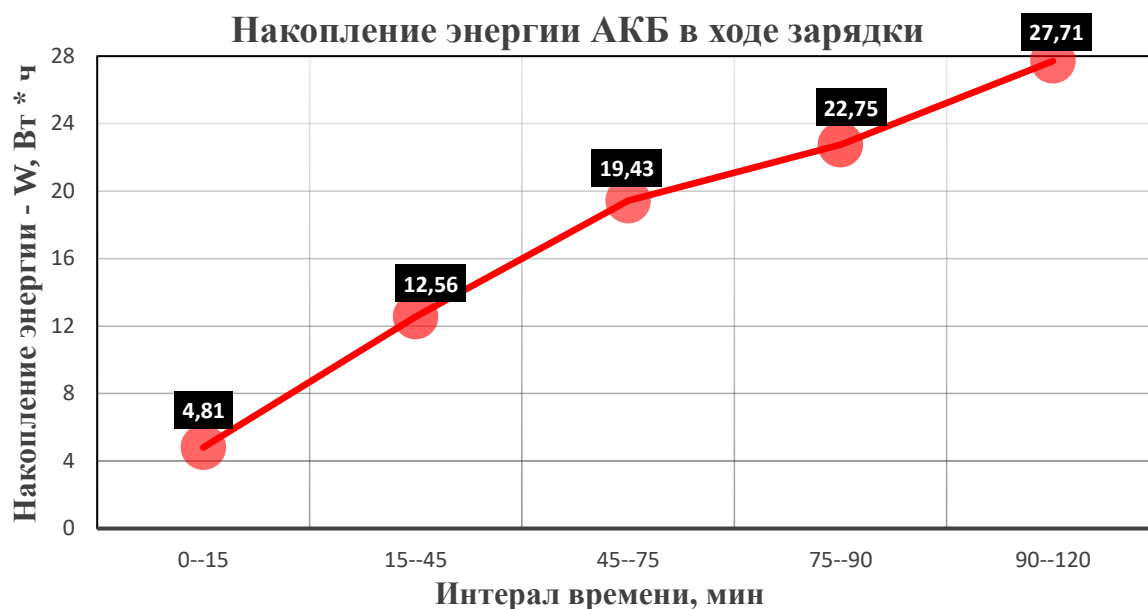


Рисунок 28 - Накопление энергии АКБ в процессе заряда от ФЭП

За 120 минут АКБ при заряде от ФЭП мощностью 28 Вт получила энергии 27,71 Вт·ч. При этом среднее значение энергии, передаваемой от ФЭП к АКБ за 1 минуту, составило соответственно 0,23 Вт·ч.

Таким образом, ФЭП способна обеспечить АКБ необходимым количеством энергии [41, 48, 85].

Исследование АКБ при работе видеосветоловушки

Режимы работы АКБ в системе характеризуют следующие показатели:

- напряжение на зажимах АКБ;
- ток, потребляемый видеосветоловушкой.

По полученным данным, напряжения и значениям разрядного тока, рассчитываются мощность и энергия, потребляемые видеосветоловушкой (см. таб. 3.7).

При проведении исследований принимались во внимание следующие требования к режиму работы системы АКБ. К ним относятся диапазон напряжений и токов, при которых обеспечивается нормальная работа системы видеонаблюдения и светодиодов, величина энергии, которую должна потребить видеосветоловушка за 24 час. [2, 41, 48, 85]

При анализе результатов измерений также учитывалось, что емкость АКБ зависит от скорости разряда. Номинальная емкость определяется емкостью, которую отдает аккумулятор при 20-часовом разряде до напряжения 1,75 В на каждой ячейке. Для 12-вольтового аккумулятора, содержащего шесть ячеек, это напряжение равно 10,5 В. При расчете времени работы аккумулятора при токе разряда, отличном от 20-часового, реальная емкость его будет отличаться от номинальной. [2, 41, 48, 85]

Таблица 3.7 Экспериментальные данные, полученные при разряде АКБ на видеосветоловушке

t, мин	U, В	I, мА	P, Вт
0	13,2	285	5,68
60	13,01	273	5,41
120	12,98	262	5,13
180	12,95	254	5,0
240	12,82	240	4,76
300	12,77	220	4,55
360	12,67	198	4,2
420	12,57	150	4,15
480	12,54	124	3,7
600	12,47	111	3,4
660	12,44	97	2,82
780	12,35	89	2,37
1080	12,29	72	2,20
1200	12,25	69	2,05
1320	12,25	68	1,98
1440	12,24	65	1,93

Результаты исследований зависимости напряжения на зажимах АКБ и потребляемого видеосветоловушкой тока от времени приведены на рис. 29.

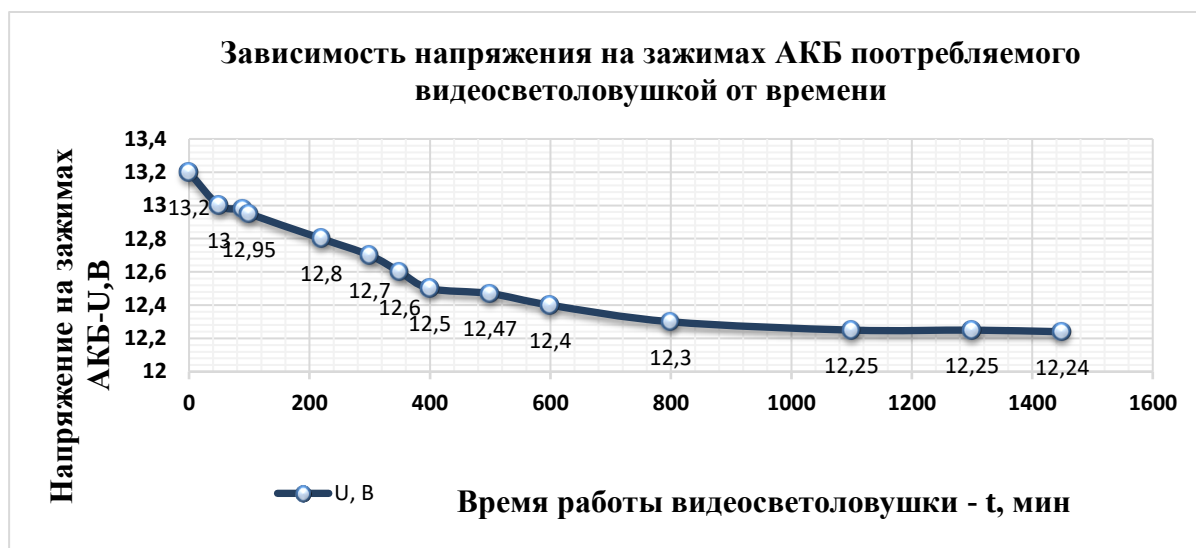


Рисунок 29 - Зависимости напряжения на зажимах АКБ потребляемого видеосветоловушкой от времени

За 1440 минут (24 часа) работы АКБ напряжение на видеосветоловушке понизилось на 6,78 %: с 13,13 В до 12,24 В.

Результаты исследования изменения мощности АКБ и энергии, потребляемой светодиодами в процессе рабочего цикла (24 часа) приведены на рисунке 30.

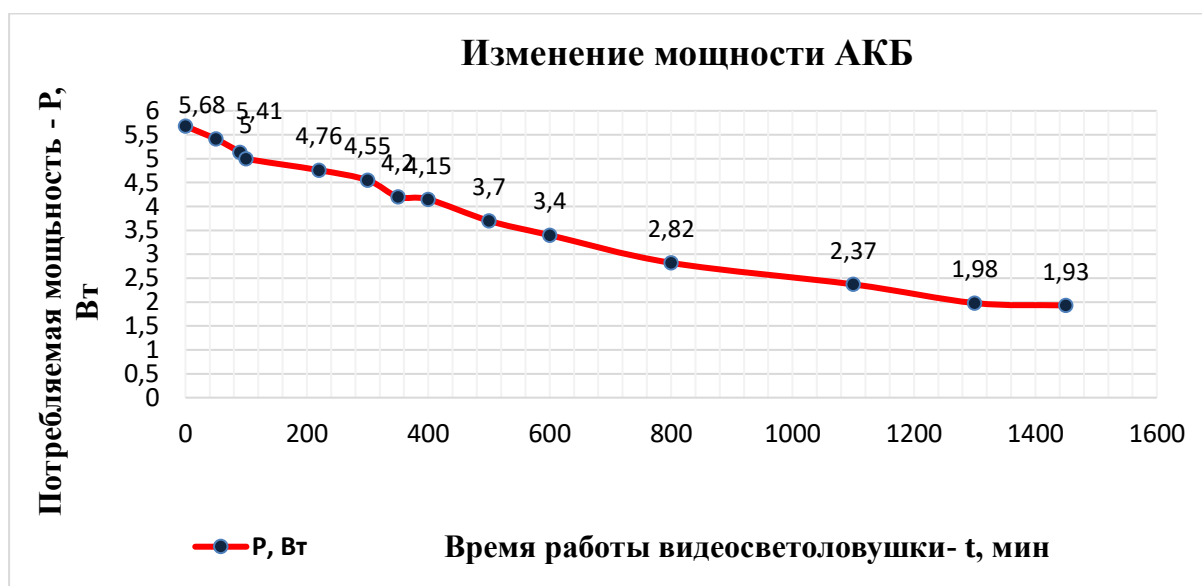


Рисунок 30 – Изменения мощности АКБ в рабочего цикла

Таким образом, выбранная АКБ обеспечивает необходимую мощность для работы видеосветоловушки, а количество энергии, потребляемой видеосветоловушкой, не превышает запасенной энергии.

В результате выполненных исследований обоснована возможность независимой работы установки видеосветоловушки, оснащенными 33 светодиодами каждая и системой видеонаблюдения, с одной АКБ емкостью 26А·ч.

3.3 Экспериментальные исследования режимов работы ФЭП

Исследованием ФЭП, как источника питания, является выявления условий, при которых применение солнечных батарей будет оправдано.

При прямом соединении ФЭП к АКБ, ФЭП работает при напряжении, равном напряжению АКБ в данный момент. Соответственно, его рабочая точка может быть довольно далеко от оптимальной поэтому производители выбрали напряжение модуля в максимальной точке равным 17В и мощностью 28Вт. [9]

ФЭП должен иметь необходимый запас по напряжению для возможности заряда АКБ при пониженной освещенности, под пылью и нагретыми на солнце. В условиях, когда ФЭП нагревается до 40-45 градусов, ее мощность снижается на 15-17%. [9]

Известно, что, для заряда АКБ напряжением 12В необходимо довести ее напряжение до 14,5В (или даже до 15В при заряде при низких температурах). Напряжение солнечного модуля в реальных условиях оказывается ниже, чем 17В:

- во-первых, при нагревании ФЭП его напряжение снижается примерно на 0,5В;
- во-вторых, существуют потери напряжения в соединительных проводах, редко, когда уровень освещенности равен 1000 Лк.

Все это приводит к тому, что реальное напряжение на модуле снижается, и в действительности оно оказывается очень близко к требуемым 14,5В. [9, 41, 48]

Исследований ФЭП проводилось с мая по сентябрь в течении светлого времени суток, на протяжении 16 часов с интервалом времени снятия показаний 30-60 мин., цифровым мультиметром для измерения напряжения, а освещенность на поверхности ФЭП в ходе эксперимента измерялась люксметром типа LX-101. Данные занесены в таблицу 3.8, и по полученным данным с приборов измерения построена вольтамперная характеристика рисунок 31. По полученным значениям тока и напряжения рассчитывались мощность (см. таб.3.9), вырабатываемая ФЭП и построен график зависимости изменения мощности в течении времени от условий освещенности на поверхности ФЭП (рис.32). [132] [15,14,19,21,17]

Таблица 3.8 Экспериментальные данные ФЭП с интервалом времени.

t, мин	U, В	I, А	E, лк
0	12,5	1,25	823
30	12,6	1,28	825
60	13,1	1,25	826
120	13,32	1,22	823
150	13,58	1,25	826
210	14,34	1,28	875
270	15,01	1,58	890
300	15,5	1,57	893
360	14,5	1,34	896
420	14,3	1,35	896
480	14,3	1,48	897
540	13,2	1,25	823
600	13,8	1,28	825
660	14,2	1,35	841
720	14,3	1,37	840
780	14,5	1,28	846
840	13,7	1,26	826
900	11,7	1,15	805
960	11,3	1,12	800

Из таблицы видно, что при незначительных изменениях погодных условий, т.е. хождением облаков меняется освещенность на поверхности ФЭП соответственно меняются показания напряжения и тока.

По полученным данным таблицы 3.8 построим вольтамперную характеристику ФЭП.

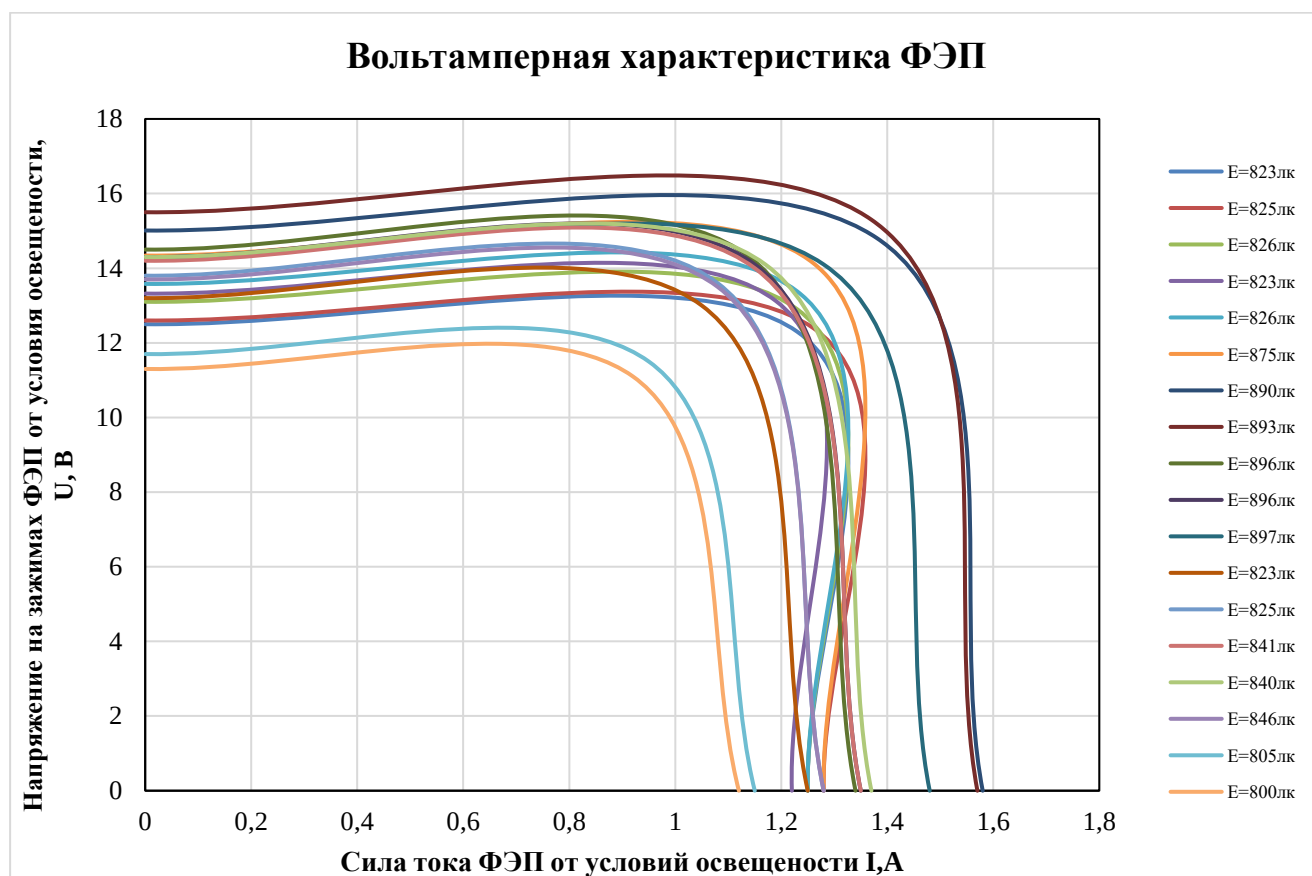


Рисунок 31 - Вольтамперная характеристика ФЭП

На рисунке 31 показано семейство вольтамперных характеристик фотоэлектрического преобразователя TPS-936M при различных уровнях освещенности и температуре воздуха от 25°C до 30°C. При изменении интенсивности излучения ВАХ, выявлено, что интенсивность солнечного излучения оказывает влияние на величину выходного тока, а температура – на выходное напряжение фотоэлектрического преобразователя [9, 41, 48].

Мощность, вырабатываемая ФЭП равна:

$$P = U \cdot I, \quad (3.4)$$

Таблица 3.9 Расчетная мощность ФЭП с интервалом времени

t, мин	P, Вт	E, лк
0	15,6	823
30	16,1	825
60	16,3	826
120	16,25	823
150	16,9	826
210	18,3	875
270	23,7	890
300	24,3	893
360	19,4	896
420	19,3	896
480	21,2	897
540	16,5	823
600	17,6	825
660	19,7	841
720	19,59	840
780	18,56	846
840	17,2	826
900	13,4	805
960	13,3	800

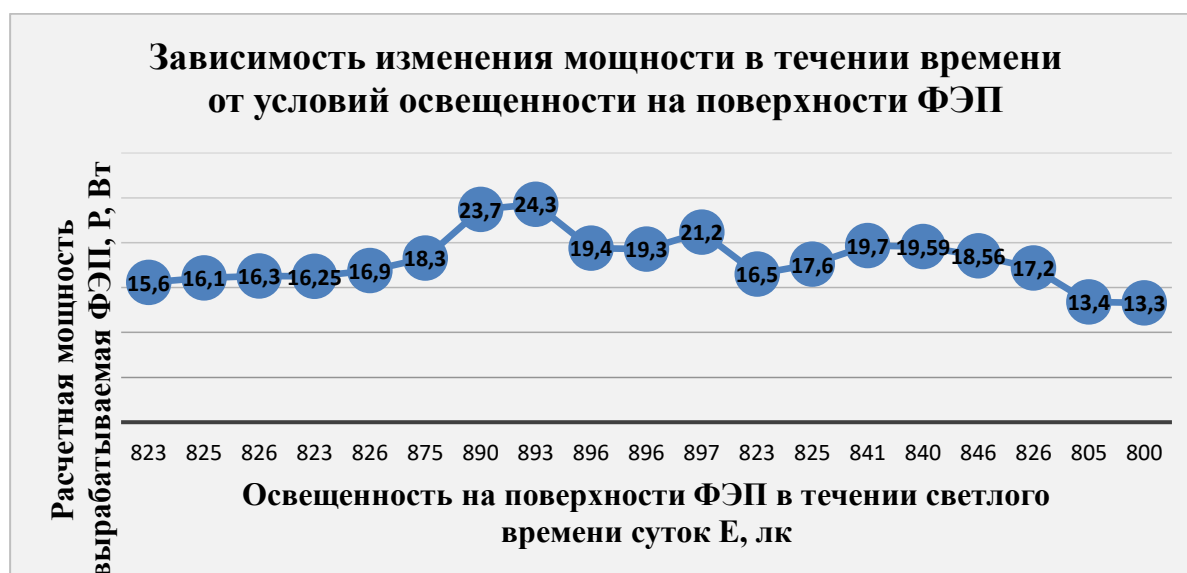


Рисунок 32 Зависимости изменения мощности в течении времени от условий освещенности на поверхности ФЭП

Из рисунка 32 видно, что выходная мощность ФЭП зависит от интенсивности солнечного излучения. Таким образом, выбранная ФЭП обеспечивает необходимую мощность для работы системы видеонаблюдения в светлое время суток и подзарядки АКБ [2, 9, 41, 48].

Выводы по главе

1. Исследование интернет-трафика и видеосигнала показывает, что при снижении скорости интернет-трафика происходит уменьшение скорости передачи видеосигнала, соответственно будет происходить ухудшение качества получаемого видеосигнала, но так как одновременно происходит запись на HDD на источнике записанное видео будет высокого качества

2. Режим работы видеосветоловушки обеспечивается за счет взаимодействия функциональных блоков, включающих: аккумуляторную батарею типа PS – 12260 емкостью 26 А·ч, фотоэлектрический преобразователь типа TPS-936М мощностью 28 Вт, светоловушку со светодиодами типа XSL-355-3E, объединенными в группы по 33 шт. и видеокамеры типа W11A с видеорегистратором марки - RL-A4-100.

3. Для устойчивого проведения исследований режимов работы функционирования видеосветоловушки и оценки эффективности улавливания насекомых целесообразно использование экспериментальной установки, оснащенной разработанной конструкцией видеосветоловушки, альтернативными комплектами составляющих функциональных блоков и измерительной аппаратурой.

4. Выходная мощность ФЭП зависит от интенсивности солнечного излучения. Таким образом, выбранная ФЭП обеспечивает необходимую мощность для работы системы видеонаблюдения в светлое время суток и подзарядки АКБ.

4 Технико-экономическая эффективность внедрения видеосветоловушки с применением химической защиты растений от насекомых вредителей

Для того чтобы решить, какие факторы можно считать несущественными в том или ином случае, необходимо хорошо разобраться в исследуемой задаче. Довольно большое число деталей приходится опускать даже при чисто словесном биологическом описании. Еще больше деталей опускают при построении математических моделей биологических явлений, но за счет этого все, что включается в модель, может быть описано очень точно. В то же время следует учесть, что сложные экологические системы могут быть связаны с таким огромным количеством биологически существенной информации. Кроме того, больших успехов можно добиться с помощью существующих в настоящее время методов обработки данных на больших электронных вычислительных машинах.

Очень трудно технологические решения одной области перевести для сельского хозяйства. Логическая схема таких решений, часто бывает похожей друг с другом. При этом, нужно детально рассматривать возможность разъяснения смысла элементов технологического решения так, чтобы была вероятность применить его в задачах абсолютно другого по характеру значения. Это дает наибольшую потенциальность осуществления математического метода, а именно:

1. провести анализ математических решений для определения количества насекомых-вредителей;
2. провести расчет биологической эффективности через смертность насекомых-вредителей, снижение поврежденности;
3. провести расчет хозяйственно-экономической эффективности, в виде увеличения урожайности;

4. провести расчет экономической эффективности на проведение с применением видеосветоловушки [41].

4.1 Определения количества насекомых-вредителей с помощью математических решений

Все живые существа рождаются, растут, стареют, происходят непрерывные изменения и превращения, и в конце концов умирают, иными словами, все они всегда вовлечены в какие-то динамические процессы развития во времени. Изменение во времени обычно приводит непосредственно к выводу дифференциальных уравнений [4, 35, 55, 64, 65].

Живые существа с их саморегуляцией, способностью к приспособлению, целенаправленной активностью и сложными схемами поведения труднее втиснуть в рамки общих математических законов.

Под популяцией обычно подразумевается совокупность определенного *числа* индивидуумов (возможно, различающихся по возрасту и полу), а не совокупность результатов измерений какого-либо физического признака. Очевидно, что число организмов в популяции представляет собой лишь один аспект в бесконечном многообразии биологического материала. Тем не менее эта величина служит важным ключом к пониманию поведения всей группы в целом и предоставляет широкие возможности для математического исследования. Во многих биологических работах исследуются такие проблемы, как развитие и эволюция видов, конкуренция между видами, влияние факторов окружающей среды, распространение эпидемий и т. д. Ни одно из этих исследований не может быть сколько-нибудь точным, если оно не начинается с построения некоторой достаточно приемлемой математической модели рассматриваемой популяции. Здесь, как и всегда, приходится идти на компромисс между двумя крайностями: очень простую модель легко построить математически, но она слишком нереалистична, чтобы ей можно было доверять, а с очень сложной моделью,

которая значительно ближе к реальной действительности, очень трудно оперировать и ее очень трудно объяснить [4, 35, 55, 64, 65].

Процесс размножения.

Для одного вида (случая $j = 1$) незамысловатого процесса размножения, при возможности появления новой особи в интервале времени Δt равной n особей, и функцией имеющей вид βX . То вероятность рождения будет равна $\beta n \Delta t$:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \beta x(x-1) \frac{\partial P}{\partial x} \quad (4.1)$$

при начальном уравнении:

$$P(x, 0) = x^a. \quad (4.2)$$

Для решения дифференциального линейного уравнения с частными производными (4.1) не имеет особого беспокойства для решения. Оно абсолютно без исключения определяется начальными условиями. В таком случае получим вид:

$$x^a = P(x, 0) = \Psi(1 - x^{-1})$$

Из этого следует:

$$\Psi(u) = (1 - u)^{-a} \quad (4.3)$$

Соответственно искомое примет вид:

$$P(x, t) = [1 - e^{\beta t}(1 - x^{-1})]^{-a} \quad (4.4)$$

Определив коэффициенты при x^n в формуле (4), находим решение $p_n(t)$:

$$P_n(t) = \binom{n-1}{a-1} e^{-n\beta t} (e^{\beta t} - 1)^{n-a}, \quad n \geq a. \quad (4.5)$$

Для данного случая удалось найти вероятности $p_n(t)$ в явном виде..
Так, уравнение для производящей функции моментов, и имеет вид:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \beta(e^\theta - 1) \frac{\partial M}{\partial \theta}, \quad (4.6)$$

а уравнение для производящей функции семиинвариантов $K = \log M$

$$\frac{\partial K}{\partial t} = \beta(e^\theta - 1) \frac{\partial K}{\partial \theta}, \quad (4.7)$$

в том случае если:

$$K(\theta, t) = a\theta. \quad (4.8)$$

С использованием простого разложения приравниваем коэффициенты с одинаковыми степенями θ в обеих частях равенства и получаем вид:

$$K \equiv k_1\theta + k_2\theta^2/2! + \dots. \quad (4.9)$$

Соответственно получается система простых дифференциальных уравнений.

Которые первые из них имеют вид:

$$\frac{\partial k_1}{\partial t} = \beta k_1 \quad (4.10)$$

и

$$\frac{\partial k_2}{\partial t} = 2\beta k_2 + \beta k_1. \quad (4.11)$$

Интегрирование уравнения (10) без промедления выдает решение и полученный результат подставив в уравнение (11) — уравнение, содержащее только k_2 . Таким методом в большей степени актуально обеспечит вычисление способствующее при анализе процессов вероятности перехода размера популяции [4, 35, 55, 64, 65].

Вероятность вымирания популяции.

Вымирание является исключительно важной свойственностью популяционного процесса. Вероятность вымирания популяции также предусматривается в составлении математической модели эксперимента. Возможная вероятность того, что в определенный момент времени Δt произойдет полное вымирание популяции и запишем как $p_0(t)$, то получим уравнение, которое будет иметь вид [4, 35, 41, 55, 64, 65]:

$$P_0(t) = \left\{ \frac{\mu[e^{(\beta-\mu)t} - 100]}{\beta e^{(\beta-\mu)t} - \mu} \right\}^a, \quad \beta \neq \mu. \quad (4.12)$$

в единичном варианте, когда $\beta = \mu$, это выражение преобразуется и будет выглядеть:

$$P_0(t) = \left(\frac{\beta t}{\beta t - 100} \right)^a, \quad \beta = \mu. \quad (4.13)$$

Пологая, что при $t \rightarrow \infty$ все равно случится вероятность вымирание популяции. В пределе при том, что время вероятности стремится к бесконечности, выражения (12) и (13) для случаев $\beta < \mu$, $\beta = \mu$ и $\beta > \mu$ можно представить в следующем виде:

$$\begin{cases} \lim_{t \rightarrow \infty} p_0(t) = 100, & \beta \leq \mu \\ \lim_{t \rightarrow \infty} p_0(t) = (\mu/\beta)^a, & \beta > \mu \end{cases} \quad (4.14)$$

Из этого можно сделать вывод. Вымирание популяции в любом случае произойдет, если скорость размножения не будет превышать скорости гибели популяции. Вероятность вымирания популяции будет составлять $(\mu/\beta)^a$ в том случае, когда скорость размножения будет превосходить скорость гибели [4, 35, 41, 55, 64, 65].

В математической модели возможных вероятностных элементов эксперимента с большей тщательностью, должны исследоваться [1].

В математическую модель незамысловатого процесса размножения и гибели можно добавить ряд гипотез. Основные дифференциальные уравнения останутся без изменений. Частные случаи изменения математической модели процесса размножения и гибели, зависящие от неопределенного времени достаточно осуществимы. Во время решения большинства экологических задач, процессы размножения и гибели популяции чаще всего обосновываются факторами окружающей среды, которые необусловленно меняются со временем [4, 35, 55, 64, 65].

Влияние миграции

При составлении математической модели, также включающей в себя еще такой процесс как, миграция. Такой процесс безусловно влияет на количество популяции так, как и гибель. То-есть без исключения вероятность можем предложить, как изменение скорости гибели особи в популяции за интервал времени Δt [4, 35, 41, 55, 64, 65].

Следовательно, возможная вероятность появления особи в интервале времени Δt с учетом миграции будет равна $v\Delta t$, а общее возможное появление новой особи при размножении и иммиграции будет равна $\beta n\Delta t + v\Delta t$. Как и в процессе размножения j будет равно $+100$ и -100 , только $f_{100} = \beta X + v$, а $f_{-100} = \mu X$.

Таким образом дифференциальное уравнение функции моментов имеет вид:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = [\beta(e^\theta - 100) + v(e^{-\theta} - 100)] \frac{\partial M}{\partial \theta} + v(e^\theta - 100)M \quad (4.15)$$

при условии:

$$M(\theta, 0) = e^{a\theta}. \quad (4.16)$$

Без особого труда получим решение линейного уравнения и оно будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{cases} M(\theta, t) = \frac{(\beta - \mu)^{v/\beta} [\mu(T - 100) - (\mu T - \beta)e^\theta]^\alpha}{[(\beta T - \mu) - \beta(T - 100)e^\theta]^{a+v/\beta}}, \\ T = e^{(\beta - \mu)t} \end{cases} \quad (4.17)$$

В частных случаях без особых усилий имеем представление о воздействии миграции на такие процессы как, процесс гибели и процесс размножения. Если в случае первоначального размера популяции равному нулю $a = 0$, то в случаи после определенного промежутка времени когда появится иммигрированная особь, популяция начнет увеличиваться, соответственно по этой же причине не будет полного исчезновения вида популяции, хотя в определенные периоды времени ее количество может сокращаться до нуля [4].

Подставим в формулу (17) $a = 0$ и $e^\theta = x$ то получим:

$$P(x, t) = \left(\frac{\beta - \mu}{\beta T - \mu} \right)^{v/\beta} \left[100 - \frac{\beta(T - 100)}{\beta T - \mu} x \right]^{-v/\beta}. \quad (4.18)$$

Следовательно, количество популяции имеет не положительное распределение вероятностей числа появления особей с математическим ожиданием:

$$m(t) = \frac{v}{\beta - \mu} [e^{(\beta - \mu)t} - 100]. \quad (4.19)$$

От интенсивности миграции будет зависеть размер роста популяции от времени. Согласно такому определению математическое ожидание примет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} m(t) &\sim \frac{v}{\beta - \mu} e^{(\beta - \mu)t}, & \beta > \mu \\ m(t) &= vt, & \beta = \mu \\ m(t) &\sim \frac{v}{\mu - \beta}, & \beta < \mu \end{aligned} \right\} \quad (4.20)$$

Если $t \rightarrow \infty$ то мы имеем $e^{(\beta - \mu)t} \rightarrow 0$ и $T \rightarrow 0$. Соответственно функция вероятностей (18) примет вид:

$$P(x, \infty) = \left(\frac{\mu - \beta x}{\mu - \beta} \right)^{-v/\beta}, \quad \beta < \mu. \quad (4.21)$$

Также существует вероятность, когда размножение отсутствует, т. е. $\beta = 0$. [4]

При значении когда $v \rightarrow 0$, а β и μ остаются неизменными, это показывает, что эффективность иммиграции не велико, но все же будет крайне достаточным для начала увеличения роста популяции, в том случае, когда произойдет вымирание вида. Тогда функция вероятности будет иметь вид при $v/\beta = \gamma$:

$$P(x, t) = A^\gamma (100 - Bx)^\gamma \quad (4.22)$$

где

$$A = \frac{\beta - \mu}{\beta T - \mu}, \quad B = \frac{\beta(T - 100)}{\beta T - \mu}. \quad (4.23)$$

Значение в уравнении (4.22) $\gamma \rightarrow 0$, где вероятность распределения сконцентрирована на нулевом значении [4].

Представим случай видеосветоловушки. Если количество одного вида особей попало в видеосветоловушку, то может иметь смысл, то, когда будет зафиксирована камерой и передана по беспроводному каналу связи на запоминающее устройство, и другой случай когда в видеосветоловушку не попадает ни одной особи, это говорит о том, что по каким-то причинам данной особи не находилось вблизи видеосветоловушки. Из-за этого более перспективно то распределение в котором нулевая численность не возможна. [4]

Не беря в расчет первый член уравнения (4.22) и разделив на γA^γ , получим:

$$Bx + \frac{\gamma - 1}{2!} (Bx)^2 + \frac{(\gamma + 1)(\gamma + 2)}{3!} (Bx)^3 + \dots$$

Данное уравнение будет равным $-\log(1 - Bx)$. Нормируя, это выражение получим производную логарифмическую функцию вероятности:

$$P(x, t) = \frac{\log(100 - Bx)}{\log(100 - B)}. \quad (4.24)$$

Соответственно, здесь математика и статистика в наивысшей степени служат конструктивно пригодным аппаратом, помогающим разъяснить наблюдаемые процессы [4, 35, 41].

Модель системы хищник-жертва.

Еще одна немаловажная модель требует такого же внимания. Этот случай представляется, когда один вид популяции является источником пищи для другого вида популяции – это и будет системная модель хищник-жертва. Как и ранее при составлении математической модели размножения и гибели допускается гипотеза о том, что вид популяции, обозначенный жертвой, имеет какую-то, скорость размножения, а гибель вида популяции пропорциональна количеству хищника и к примеру, будет равна $\mu_1 n_2$, Скорость гибели хищника равна μ_2 , а скорость количественного размножения популяции жертвы равна $\beta_2 n_1$, следовательно, функциональные выражения движения популяции будут иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dn_1}{dt} &= \beta_1 n_1 - \mu_1 n_1 n_2 \\ \frac{dn_2}{dt} &= \beta_2 n_1 n_2 - \mu_2 n_2 \end{aligned} \right\} \quad (4.25)$$

Запишем соотношения уравнения (4.25) и получим вид

$$\frac{dn_1}{dn_2} = \frac{(\beta_1 - \mu_1 n_2)n_1}{(\beta_2 n_1 - \mu_2)n_2},$$

далее проинтегрируем это уравнение:

$$f(n_1, n_2) \equiv -\mu_2 \log n_1 + \beta_2 n_1 - \beta_1 \log n_2 + \mu_1 n_2 = \text{const}. \quad (4.26)$$

При разных значениях выразим это уравнение $f(n_1, n_2) = \text{const}$ [4], точки равновесия имеют вид:

$$n_1 = \frac{\mu_2}{\beta_2} (1 + \xi), \quad n_2 = \frac{\beta_1}{\mu_1} (1 + \eta) \quad (4.27)$$

где ξ и η —малые величины. Полученные выражения вставим в уравнение (4.26) и получим неопределенное количество эллипсов:

$$\mu_2 \xi^2 + \beta_1 \eta^2 = \text{const.} \quad (4.28)$$

Данная форма кривой будет преобладать в точке равновесия, при удалении от точки равновесия кривые будут терять форму эллипса [4].

Имея тот факт равновесия, который показывает, что изменения количества популяции обязаны происходить с движением точки (n_1, n_2) . Точка проходит рядом с конкретным контуром семейства $f(n_1, n_2) = \text{const}$, и при более внимательном рассмотрении дифференциалов видно то, что кривые эллипса проходят в направлении против часовой стрелки [4].

Подытожив систему модели хищник-жертва, то возможность ее применения только для определенных частных случаев. При том допущении, что популяции особи жертвы достаточно велика, а сущность вымирания популяции данной особи хищников мала, то незначительные колебания существенно будут влиять на нее, когда точка особи хищников будет находится на самом маленьком расстоянии, а значит колебание будет наибольшим. [4]

Следовательно, в данном случае математической модели можно использовать такие процессы как, размножения и гибели, для того, чтобы получить приблизительное значение возможности вымирания особи на этом уровне цикла [4, 35, 41].

Определение количества роста насекомых от времени

Из всего изложенного выше должно быть ясно, что существует множество, приемлемых для построения и анализа процессов, происходящих в популяциях. В большинстве случаев это пока довольно элементарные и чрезмерно упрощенные процессы, однако они указывают направление более реалистичных исследований.

В природе численность большинства живых существ действительно способна увеличиваться в геометрической прогрессии, однако рост популяций в достаточной мере сдерживают такие факторы, как борьба за существование, болезни, естественная гибель и уничтожение хищниками, или применение устройств, препятствующих их нормальному биологическому развитию, т.е. использование видеосветоловушки для мониторинга и применение химических средств для их уничтожения. Обычно если популяция начинает развиваться в среде с достаточным количеством пищи и при относительно небольшом количестве хищников, то сначала ее численность растет очень быстро. С течением времени запасы пищи истощаются, перенаселенность приводит к условиям, менее благоприятным для выживания, плодовитость снижается и смертность увеличивается. При определенных условиях достигается равновесное состояние и численность популяции становится более или менее постоянной. Очевидно, что очень важно знать точное соотношение между численностью популяции в различные моменты времени и скоростями размножения и гибели [4, 35, 41].

В нашем случае требуется определить количество популяции насекомых на одном гектаре засеянных полей, для применения защитных мероприятий. При этом следует учесть такие факторы как: интенсивность роста популяции – K_1 ; влияние миграции – K_2 ; вымирания популяции – K_3 ; погибших от естественного врага (хищника) – K_4 . Следовательно уравнение будет иметь вид

$$C = K_1 - K_2 - K_3 - K_4. \quad (4.29)$$

Где:

$$K_1 = P(x, t) = [1 - e^{\beta t}(1 - x^{-1})]^{-a},$$

$$K_3 = P_0(t) = \left(\frac{\beta t}{\beta t - 100}\right)^a$$

$$K_2 = P(x, \infty) = \left(\frac{\mu - \beta x}{\mu - \beta} \right)^{-v/\beta}$$

$$K_4 = f(n_1, n_2) \equiv -\mu_2 \log n_1 + \beta_2 n_1 - \beta_1 \log n_2 + \mu_1 n_2 = \text{const.}$$

Во-первых, удобно рассматривать численность популяции n -штук как непрерывную переменную, что вполне допустимо, если n довольно велико. Во-вторых, рассматривается непрерывное время t -сутки, а не дискретные поколения. Допуская, что средняя скорость роста популяции при благоприятных условиях составляет m -штук · сутки, на один вид, так что за время dt численность популяции увеличивается на $mndt$. Это означает, что $dn = mndt$. Поэтому изменение численности популяции описывается дифференциальным уравнением

$$\frac{dn}{dt} = mn, \quad (4.30)$$

решение такого уравнения имеет вид

$$n = Ce^{mt}, \quad (4.31)$$

где C — штук, число видов в начальный момент времени $t = 0$. Экспоненциальный рост непрерывной популяции в непрерывном времени, описываемый формулой (4.31), эквивалентен геометрической прогрессии для дискретной численности популяции в предположении дискретной смены поколений.

На основании такого примера построим по формуле (4.31) график роста популяции насекомых в зависимости мониторинга ситуации по развитию насекомых и времени действия для применения химического метода борьбы. [41].

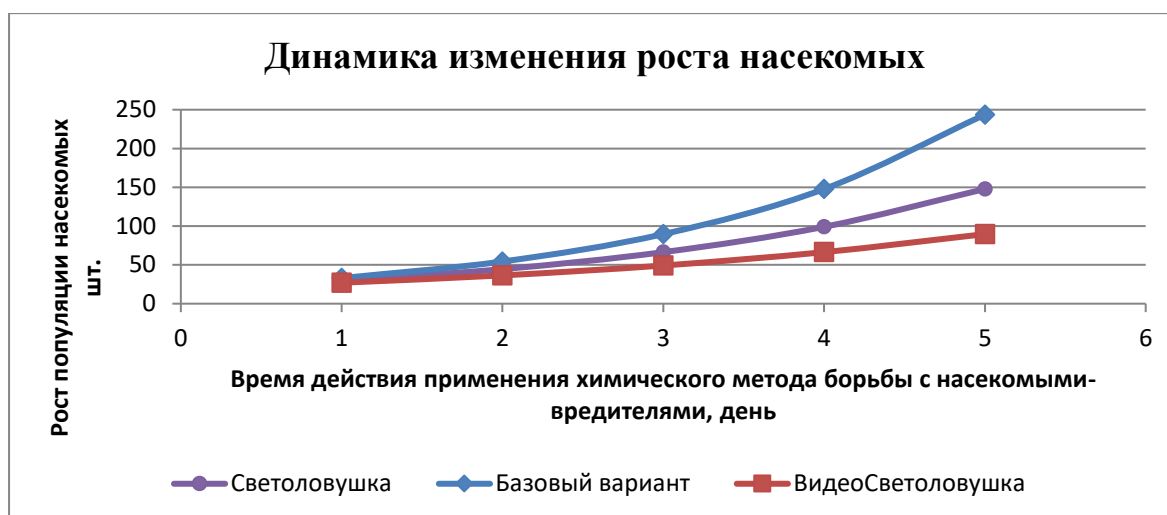


Рисунок 33 - Динамика изменения роста насекомых

4.2 Определение биологической эффективности применения химических средств защиты растений

Соответственно если снизить время созревания популяции, с применением интегрированного метода борьбы с насекомыми-вредителями, можем получить снижение количества насекомых [27, 42, 62, 72].

Приведем пример: известна скорость роста популяции насекомых-вредителей, которая равна 10 насекомых в час, если в это время не принимать меры по борьбе с насекомыми, то их численность будет расти геометрически, для одного гектара численность насекомых за пять дней может возрасти в 1200 раз, в первый день было 240 насекомых, то на конец пятого дня будет составлять $S=288000$ особей.

Расчет биологической эффективности определяется процентом смертность насекомых-вредителей, снижение поврежденности растений и определяется по формуле Аббота:

$$\mathcal{E}б = \frac{A-B}{A} \cdot 100\%, \quad (4.32)$$

Где A – численность насекомых-вредителей во время мониторинга, B – численность насекомых-вредителей после применения химического метода [27, 42, 62, 72].

Численность насекомых-вредителей определим из отношения количества насекомых во время мониторинга, уравнение запишем в следующем виде:

$$A = \frac{C \cdot Kt}{100}, \quad (4.33)$$

где C – количество насекомых в момент времени, Kt – коэффициент времени мониторинга насекомых-вредителей.

Рассчитаем коэффициент времени мониторинга насекомых-вредителей до применения химикатов по формуле:

$$Kt = \frac{t_{\text{ип}} \cdot 100}{t_{\text{б}}}, \quad (4.34)$$

где $t_{\text{ип}}$ – Время используемый вариант мониторинга насекомых-вредителей, $t_{\text{б}}$ – базовый вариант времени до внесения химикатов [27, 42, 62, 72].

Для расчета биологической эффективности рассмотрим три варианта определения насекомых вредителей.

Таблица 4.1 Исходные данные для определения биологической эффективности с применением мониторинга насекомых вредителей.

№ п/п	Показатель	Базовый вариант (визуальный осмотр полей)	Применение светоло- вушки	Применение видео светоловушки
1	Время мониторинга насекомых- вредителей до применения химикатов $t, \text{ч}$	120	72	48

Окончание таблицы 4.1

2	Численность насекомых-вредителей после применения химикатов, В	72922	18144	2420
3	Количество насекомых на 1 га Засеянных полей размноженных в течении 5 суток, С	288000		

Расчетные данные занесем в таблицу 4.2

Таблица 4.2 Расчетные данные биологической эффективности

№ п/п	Показатель	Базовый вариант (визуальный осмотр полей)	Применение светоловушки	Применение видео светоловушки
1	Коэффициент времени Кт,	120	60	40
2	Численность насекомых-вредителей от времени, А	345600	172800	115200
3	Биологическая эффективность Эб, %	78,9	89,5	97,9

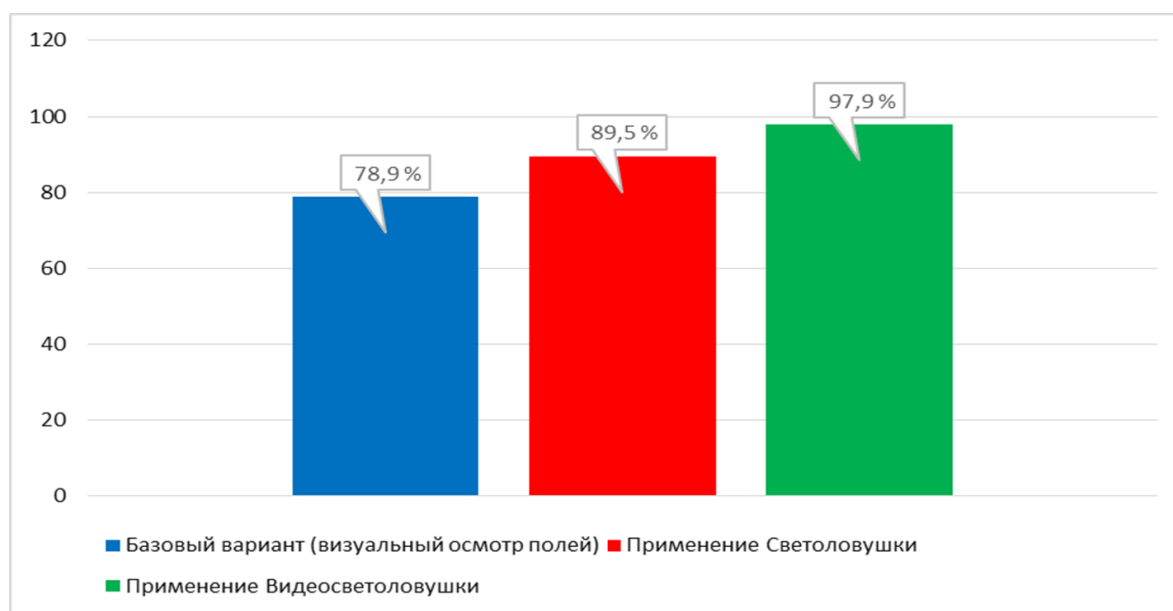


Рисунок 34 - Биологическая эффективность применения химикатов по борьбе с насекомыми-вредителями, при различных методах мониторинга.

Биологическая эффективность применения химического метода зависит от их токсичности и времени внесения, для вредных организмов. В большой степени эта зависимость связана с качеством обработок, а также обусловлена препаративной формой, нормой расхода, сроком и способом применения химиката, степенью и равномерностью нанесения препарата на вредные организмы и защищаемые растения, метеорологическими условиями, смачиваемостью и прилипаемостью препарата, удерживаемостью его частиц на обрабатываемой поверхности. Из таблицы 4.2 видно, что вовремя применив химический метод борьбы с насекомыми биологическая эффективность применения видеосветоловушки увеличилась на 19% относительно базового варианта, и на 8,4% относительно варианта с применением светоловушки для мониторинга насекомых-вредителей [27, 42, 62, 72].

4.3 Определение хозяйственно-экономической эффективности

Хозяйственно-экономическая эффективность применения химического метода должна находиться в прямой зависимости от биологической эффективности. Однако на ее показатели могут влиять и другие факторы – непосредственное действие препарата на растения, срок проведения обработок (до или после нанесения повреждений), влияние на опылителей, агроклиматические условия и т.п. Если же обработка проведена с опозданием, после того, как вредители нанесли значительный вред или погибли пчелы и был нарушен процесс опыления цветков, то, несмотря на высокую биологическую эффективность, хозяйственно-экономическая эффективность применения может быть незначительной [43, 74].

Хозяйственную эффективность определяют путем сравнения урожая обработанных участков полей, но с разными сроками внесения химикатов за счет мониторинга насекомых-вредителей:

$$\text{Эб} = \text{Ум} - \text{Уб}. \quad (4.35)$$

Где Уб – урожай зерновых при базовом внесении химикатов кг/га, Ум – урожай зерновых с внесением химикатов при использовании устройств для мониторинга насекомых-вредителей кг/га.

На зерновых культурах пробы берут с площадок размером 0,25 м². Каждую пробу убирают и взвешивают вместе с соломой в поле, после чего из нее отбирают пробный сноп, который взвешивают и помещают в марлевый мешок для подсушивания и обмолота. Необходимо иметь в виду, что хозяйственная эффективность определяется не только количеством продукции, но и ее качеством [43, 74].

Основными показателями, характеризующими экономическую эффективность средств борьбы, с насекомыми являются: величина дополнительного урожая в денежном выражении, условный чистый доход.

Чистый доход мероприятия (руб/га) устанавливают по разности между стоимостью прибавки сельскохозяйственной продукции с учетом ее качества и затратами на применение химикатов, включая и расходы на уборку, перевозку дополнительной продукции, полученной в результате проведения защитных мероприятий [43, 74].

В качестве результативных показателей предлагается использовать урожай с учетом его качества в натуральной и стоимостной оценках, затраты на 1 га посева, себестоимость 1 кг продукции, годовой экономический эффект, затраты труда на производство 1 кг продукции на участках, обработанных пестицидами с различными методами мониторинга насекомых [43, 74].

Стоимость защищенного урожая с учетом изменения качества продукции в варианте с применением мониторинга, в сравнении с базовым определяется как разность в стоимости урожая на участках:

$$Ц_{су} = Ц \times У_m - Ц \times У_b, \quad (4.36)$$

где $Ц_{су}$ – стоимость сохраненного урожая с учетом изменения качества всей продукции, руб./га, $Ц$ – цена реализации урожая с учетом качества продукции руб.

В состав затрат на проведение мероприятий по защите растений входят: стоимость химикатов; затраты на проведение обработки, включающие расходы на заработанную плату; амортизацию средств механизации [43, 74].

Расходы на пестициды слагаются из стоимости (цена приобретения):

$$С_p = Ц_p - Р_p, \quad (4.37)$$

где Cn – стоимость химиката на единицу работы (1 га) руб., Cn – цена химиката, руб./кг, Pn – расход химиката, кг/га.

В связи с тем, что в настоящее время применяются химикаты в основном с малыми нормами расхода (0,1 – 1 кг, л/га), затраты на подвоз препаратов можно не учитывать, они составляют всего 7 – 10 коп/час.

Расходы на заработную плату определяются в соответствии с действующим положением с.-х. предприятия, нормами выработки, тарифными ставками, расценками, включая возможные надбавки за классность, доплату за вредные условия труда и др.

$$\sum Z = \frac{[Z_t (1 + K_v + K_n) \times K]}{W}, \quad (4.38)$$

где $\sum Z$ – общая сумма расходов по заработной плате на проведение мероприятий по защите растений, руб./га, Z_t – тарифная ставка за выполнение нормы определенного вида работ (трактористу на опрыскивание при подвозе воды, рабочим по приготовлению рабочей жидкости и т. д.), руб., K_v – коэффициент доплаты за вредные условия труда, K_n – коэффициент доплат, премий, надбавок, W – технически обоснованная норма выработки на определенном виде работ (га/ч), K – обобщенный коэффициент для учета в издержках по заработной плате на отпуска и начисления по социальному страхованию.

Затраты на амортизацию определяются по всем видам машин, используемых при опрыскивании (трактор, опрыскиватель, машины для подвоза воды и т. д.) по формуле:

$$A = \frac{C_a \times N_a}{100 - T \times W_r}, \quad (4.39)$$

где C_a – стоимость машины (руб.), N_a – норма амортизационных отчислений от балансовой стоимости машины, T – загрузка машины (ч), W_r – производительность агрегата (га/час).

Затраты на текущий ремонт и техобслуживание машин, на уборку, транспортировку, доработку сохраненного (дополнительного) урожая определяются аналогично [43, 74].

Условный чистый доход от проведенных мероприятий по защите растений определяется разностью стоимости сохраненного урожая и суммы всех затрат на его получение:

$$\text{Чд} = \text{Цсу} - E, \quad (4.40)$$

где Чд – условный чистый доход, руб./га, Цсу – стоимость сохраненного урожая с учетом повышения качества всей продукции, руб./га, E – затраты на мероприятия по защите растений, руб./га.

Затраты на мероприятия по защите:

$$E = C_p + \sum Z + A + Z_{ту}, \quad (4.41)$$

где $Z_{ту}$ – Затраты на текущий ремонт и техобслуживание машин, на уборку, транспортировку, доработку сохраненного урожая.

Норма рентабельности защитных мероприятий исчисляется, как процентное отношение условного чистого дохода к затратам, связанным с получением сохраненного урожая.

$$P = \frac{\text{Чд}}{E} \times 100, \quad (4.41)$$

Таблица 4.3 Данные для расчёта хозяйственно-экономической эффективности

№ п/п	Показатель	Базовый вариант (визуальный осмотр полей)	Применение светоло- вушки	Применение видео светоловушки
1	Урожай зерновых без внесения химикатов на 2016г. кг/га,	2880		
2	Урожай зерновых при внесении химикатов в разное время на 2016г кг/га,	3190	3231	3312
3	Цена реализации урожа с учетом качества продукции Ц, руб.	8,45		
4	Цена химиката, Цп, руб./кг.	942		
5	Расход химиката, Рп, кг/га	1		
6	Тарифная ставка за выполнение нормы Зт, руб.	62,5		
7	Коэффициент доплаты за вредные условия труда, Кв	1		
8	Коэффициент доплат, премий, надбавок, Кн	1,3		
9	Технически обоснованная норма выработки на определенном виде работ W ,га/ч.	4		
10	Обобщенный коэффициент, К	1,39		
11	Стоимость машины Са, руб.	250000		

Продолжение таблицы 4.3

12	Норма амортизационных отчислений H_a , %.	13,5
13	Загрузка машины T , ч.	8
14	Производительность агрегата W_r , га/час	4,7

Расчетные данные занесем в таблицу 4.4

Таблица 4.4 Расчетные данные хозяйственно-экономической эффективности

№ п/п	Показатель	Базовый вариант (визуальный осмотр полей)	Применение светоловушки	Применение видео светоловушки
1	Хозяйственную эффективность, Эб , кг/га.	310	351	432
2	Стоимость сохраненного урожая с учетом изменения качества всей продукции, Цсу , руб./га.	2620	2966	3650
3	Стоимость химиката на единицу работы 1 га Сп , руб	941		
4	Общая сумма расходов по заработной плате на проведение мероприятий по защите растений, $\sum Z$, руб./га	72		
5	Затраты на амортизацию определяются по всем видам машин, используемых при опрыскивании A , руб.	541		

Окончание таблицы 4.4.

6	Затраты на текущий ремонт и техобслуживание машин, на уборку, транспортировку, доработку Зту, руб.	760	912	1140
7	Условный чистый доход, ЧД, руб./га.	306	500	956
8	Затраты на мероприятия по защите растений, Е, руб./га.	2344	2466	2694
9	Норма рентабельности защитных мероприятий, Р, %	13,1	20,3	35,5

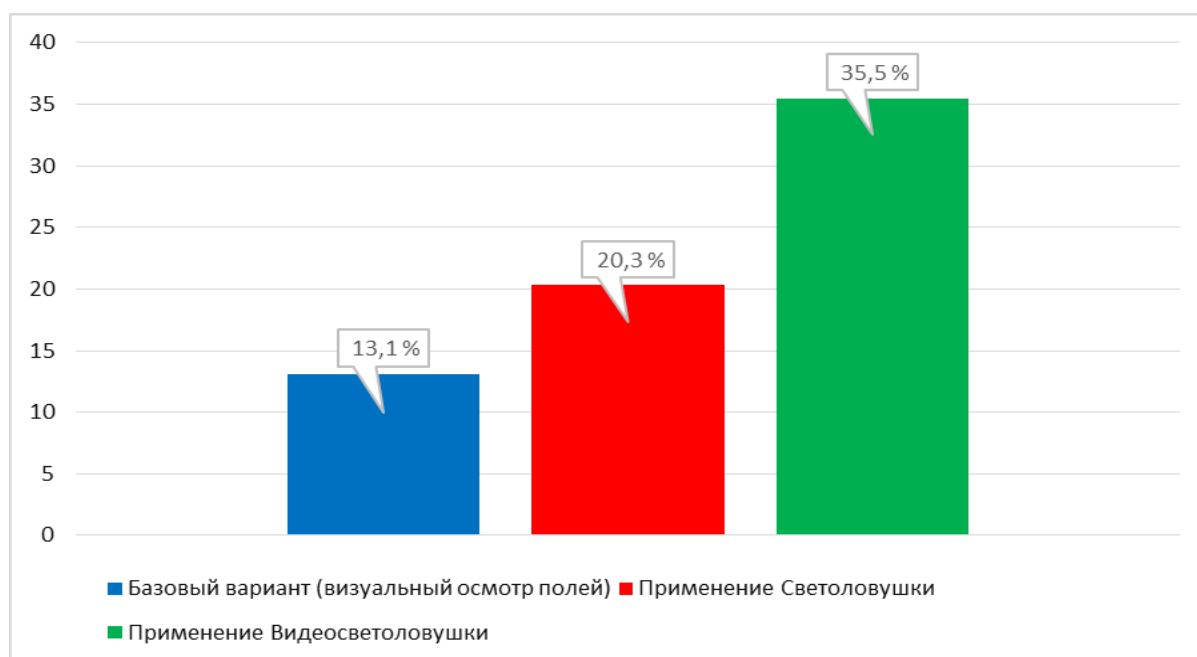


Рисунок 35 - Норма рентабельности защитных мероприятий

Как видно из расчетов хозяйственно-экономической эффективности с своевременным внесением химикатов, количество урожая увеличилось в зависимости от базовой и составляет 122 килограмм с одного гектара, условный чистый доход составляет 956 рублей с гектара, норма рентабельности защитных мероприятий от базовой составляет 22,4%.

4.4 Технико-экономическая эффективность от внедрения видеосветоловушки

Экономический эффект от использования видеосветоловушки обусловлен снижением потерь урожая за счет проведения мониторинга, позволяющего своевременно применять целенаправленные защитные мероприятия [36, 43, 48].

Капитальные вложения исчисляются из трудовых затрат на изготовление и монтаж установок, транспортно-заготовительных и стоимости комплектующих расходов установок для мониторинга насекомых-вредителей.

Капитальные вложения определим по формуле:

$$K = C_{д св} + ТЗР + C_{з.тр.} \quad (4.42)$$

где $C_{д св}$ – стоимость комплектующих, руб.

ТЗР – транспортно-заготовительные расходы, руб.

$C_{з.тр.}$ – затраты труда на изготовление и монтаж установок, руб.

Транспортно-заготовительные расходы определяются в процентах от стоимости комплектующих материалов и изделий:

$$ТЗР = C_{д св} \cdot \frac{\mu_{тр}}{100} \quad (4.43)$$

где $\mu_{тр}$ – процент транспортно- заготовительных расходов.

Тарифная оплата труда зависит от трудоемкости работ и часовой тарифной ставки персонала:

$$ТО_{тар} = T_{ем} \cdot \tau_{ч} \quad (4.44)$$

где $T_{ем}$ – трудоемкость работ, необходимых для изготовления и монтажа установок, чел.ч.;

$\tau_{ч}$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб/ чел.ч.

Затраты на оплату труда при изготовлении и монтаже установок определяются по формуле:

$$C_{з\ tr} = TO_{тар} \cdot \alpha_{п} \cdot \alpha_{доп} \cdot \alpha_{отч} \quad (4.45)$$

где $\alpha_{п}$ – коэффициент, учитывающий премии по фонду оплаты труда, принимается в размере 1,2... 1,4; $\alpha_{доп}$ – коэффициент, учитывающий размеры дополнительной оплаты труда, принимается в размере 1,12...1,16; $\alpha_{отч}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на все виды страхования, принимается 1,39 [36, 43, 48].

Себестоимость применения светоловушки и видеосветоловушки определим по формуле:

$$C_{вс} = I_a + I_{рем} + I_{зп} + I_{пр} \quad (4.46)$$

где I_a – амортизационные издержки, руб; $I_{рем}$ – издержки на ремонт и обслуживание, руб; $I_{зп}$ – издержки на заработную плату обслуживающего персонала с начислениями, руб; $I_{пр}$ – прочие издержки, руб. [36, 43, 48].

Амортизационные издержки определяем по формуле:

$$I_a = \frac{K \cdot N_a}{100} \quad (4.47)$$

где N_a – норма амортизационных отчислений по оборудованию.

Издержки на ремонт и обслуживание находим по выражению:

$$I_{\text{рем}} = \frac{K \cdot N_p}{100} \quad (4.48)$$

где N_p – норма отчислений на ремонт и обслуживание оборудования, %.

Издержки на заработную плату обслуживающего персонала с начислениями определим по выражению:

$$I_{\text{зп}} = T_{\text{год}} \cdot \tau_{\text{ч}} \cdot \alpha_{\text{п}} \cdot \alpha_{\text{доп}} \cdot \alpha_{\text{отч}} \quad (4.49)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая трудоемкость работ, чел.ч.

Прочие затраты определяют укрупнено по выражению:

$$I_{\text{пр}} = (0,05 \dots 0,1) \cdot (I_{\text{а}} + I_{\text{рем}} + I_{\text{зп}}) \quad (4.50)$$

Приведенные затраты – это показатель сравнительной экономической эффективности капитальных вложений, применяемый при выборе лучшего из вариантов решения технических и хозяйственных задач [9,39,55,61].

Приведенные затраты найдем по выражению:

$$ПЗ = C_{\text{вс}} + E_{\text{н}} \cdot K \quad (4.51)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений $E_{\text{н}}=0,15$.

Расчет прибыли (условно-годовой экономии) от использования проектируемого варианта видеосветоловушки в системе мониторинга насекомых-вредителей:

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = (П_{\text{проект}} - П_{\text{баз}}) \cdot Ц_{\text{п}} - K + Д_{\text{д}} \quad (4.52)$$

Где $P_{\text{проект}}$ – количество сохраненной продукции при использовании проектируемого варианта, кг;

$P_{\text{баз}}$ – количество сохраненной продукции при использовании базового варианта, кг;

K – разовая себестоимость применения видеосветоловушки в проектируемом варианте, руб;

$D_{\text{д}}$ – дополнительный доход за счет снижения зараженности зерна побочными микроорганизмами. Достигает 1...5 % при рациональном использовании технических мероприятий, направленных на снижение зараженности;

$C_{\text{п}}$ – стоимость продукции, руб/кг.

$$D_{\text{доп}} = 0,03 \cdot (P_{\text{проект}} - P_{\text{баз}}) \cdot C_{\text{п}} \quad (4.53)$$

Количество сохраненной продукции определим по формуле:

$$P_{\text{сохран}} = P \cdot S \cdot k \quad (4.54)$$

В соответствии коэффициент, учитывающий получение товарной продукции с учетом потерь от насекомых вредителей принят равным 0,7. При проведении мониторинга этот коэффициент может быть принят равным 0,95.

Чистая прибыль – часть балансовой прибыли предприятия, остающаяся в его распоряжении после уплаты налогов, сборов, отчислений, обязательных платежей в бюджет [36, 43, 48].

$$\text{ЧП} = \text{Э}_{\text{г}} - \text{Н}_{\text{пр}} \quad (4.55)$$

где $H_{\text{пр}}$ – налог на прибыль, руб.

$$H_{\text{пр}} = \Xi_{\text{г}} \cdot \frac{H_{\text{нал}}}{100} \quad (4.56)$$

где $H_{\text{нал}}$ – норма налогообложения прибыли, %

Срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для осуществления проекта определяется как отношение капитальных вложений к приросту годовой прибыли:

$$T_0 = \frac{K}{\text{ЧП}} \quad (4.57)$$

где K – капитальные вложения на реализацию проекта, руб.; ЧП – чистая прибыль предприятия, руб.

Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяется как отношение прироста прибыли к капитальным вложениям:

$$\Xi_0 = \frac{\text{ЧП}}{K} \quad (4.58)$$

Технико-экономические показатели с использованием видеосветоловушек проведен на засеваемых полях общей площадью 120 га, Тюменской области.

Таблица 4.5 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей использования видеосветоловушки

№	Показатель	Условное обозначение	Применение светоловушки	Применение видео светоловушки
1	Затраты на комплектующие: проектируемый вариант	$C_{д\text{вс}}$	4660	19950
2	Процент транспортно – заготовительных расходов	$\mu_{тр}$	5%	5%
3	Трудоемкость работ, необходимых для изготовления и монтажа установок, чел/ч.	$T_{ем}$	2	2
4	Часовая тарифная ставка рабочего, руб.	$\tau_ч$	62,5	62,5
5	Норма амортизационных отчислений по оборудованию, %	H_a	67,7%	16.7%
6	Норма отчислений на ремонт и обслуживание оборудования, %	H_p	1% (при сезонной работе)	1% (при сезонной работе)
7	Годовая трудоемкость работ, чел/ч: проектируемый вариант	$T_{год}$	75	50
8	Расчетная площадь, га	S	120	120
9	Норма налогообложения прибыли, %	$H_{нал}$	20	20

Расчетные данные технико-экономической эффективности от внедрения видеосветоловушки занесем в таблицу 4.6

Таблица 4.6 – Последовательность расчета технико-экономических показателей использования светоловушек

№	Показатель	Ед. измерения	Вариант	
			Применение светоловушки	Применение видеосветоловушки
1	Капиталовложения K , в том числе:	руб	5127	126212
	Транспортно-заготовительные расходы ТЗР	руб	233	997,5
	Затраты на оплату труда при изготовлении и монтаже установок $C_{з.тр}$	руб	234	282,17
2	Себестоимость применения $C_{вс}$, в том числе:	руб	13507	11893,09
	Амортизационные издержки I_a	руб	3471	3545,35
	Издержки на ремонт и обслуживание $I_{рем}$	руб	15,21	212,30
	Издержки на заработную плату обслуживающего персонала $I_{зп}$	руб	8757	7054,25
	Прочие затраты $I_{пр}$	руб	1228	1081,19
3	Приведенные затраты ПЗ	руб	14279	15077,54
4	Количество сохраненной продукции $P_{сохр}$	кг	40041	49248
Экономический эффект проектируемого варианта				
5	Прибыль (условно-годовая экономия) от использования вариантов мониторинга насекомых-вредителей, Эг	руб	38431	
6	Налог на прибыль $H_{пр}$	руб	76486	
7	Чистая прибыль с использованием установки на общей площади засеваемых полей $ПР_ч$	руб	305945	
8	Срок окупаемости капитальных вложений T_0	лет	0,07	

Окончание таблицы 4.6

9	Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений $\mathcal{E}_0$	-	14,4
---	--	---	------

Коэффициент эффективности капитальных вложений показывает рентабельности проекта. Проект является эффективным, если его коэффициент эффективности не меньше заданного норматива (E_n). $\mathcal{E}_0 = 14,4 > E_n = 0.15$ Выполнение данного условия говорит о рентабельности проекта [36, 43, 48].

4.5 Энергетический анализ производства продукции растениеводства

При снижении энергоемкости продукции растениеводства стоит первоочередная задача энергетического анализа производства продукции растениеводства всесторонний анализ технологического процесса. Причем не только на предмет энергоэффективности используемых оборудования и машин, но и на предмет эффективности использования почвы, удобрений, средств защиты растений, производимых видов продуктов и их сортов, а также множества других факторов, в той или иной степени влияющих на конечный урожай, а значит и на энергоемкость [12].

Уровень урожайности определяет будущий уровень энергетических затрат. Выбор низкого уровня урожайности приводит к недобору продукции, при этом не будут реализованы потенциальные возможности сортов и природных факторов. В этом случае при возможно низких общих энергетических затратах энергоемкость продукции может оказаться высокой. Высокая урожайность потребует больших дополнительных энергетических затрат, что приведет к удорожанию технологического

процесса в производстве продукции, но возможно с низкой энергоемкостью. [29].

Комплекс технологических операций по уходу за растениями разрабатывается с учетом способов подготовки почвы и посева, сроков прохождения основных фаз развития, погодных и почвенных условий, степени засоренности сорными растениями и их видов, прогноза развития основных болезней и насекомых-вредителей культуры. Дается биологическое обоснование каждому мероприятию (пахота, прикатывание, до- и послевсходовое боронование, междурядные обработки, подкормки, применение химикатов против сорняков, болезней и вредителей и др.). Тем самым обосновывается выбор химикатов с указанием норм расхода, сроков, способов и кратности их применения и с учетом экологических требований [51].

На основании ГОСТ Р 54195-2010 показатели энергоэффективности отражают отношение полезного эффекта использования топливно-энергетических ресурсов к затратам энергоресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта. Показатель энергоэффективности, представляющий собой отношение затрат энергии к единице произведенной продукции или выходу удельного энергопотребления [42].

Определение стоимости энергоресурсов, перенесенной в себестоимость продукции определяется следующим алгоритмом расчетов:

1. Энергоемкость выпущенной продукции [31, 48]

$$\text{ВРП} = \frac{V_{\text{н.п}} + V_{\text{эл.эн}} + V_{\text{тепла}}}{\Sigma(\text{В}_{\text{прод.}} - \text{Затр})}, \quad (4.59)$$

где, V_i – годовое потребление всех видов энергии на нужды производства в сельском хозяйстве, т.у.т; $\Sigma(\text{В}_{\text{прод.}} - \text{Затр})$ – стоимость выпущенной продукции, тыс. руб. [31, 48].

2. Стоимость условного топлива определяется как: [31, 48]

$$C_{УТ} = \frac{Z_{\Sigma V_i}}{\Sigma V_i}, \quad (4.60)$$

где, $Z_{\Sigma V_i}$ – Затраты на потребление всех видов энергии на нужды производства в сельском хозяйстве, тыс.руб. [31, 48]

3. Определение удельного расхода продукции производства нефтепродуктов:

$$Q_{нп} = \frac{V_{нп}}{V_{вп}}, \quad (4.61)$$

где, $V_{нп}$ – потребление продукции производства нефтепродуктов на нужды производства в растениеводстве, МДж; $V_{вп}$ – объем выпущенной продукции, тонн. [31, 48]

4. Определение удельного расхода электроэнергии:

$$Q_{эл.эн} = \frac{V_{эл.эн}}{V_{вп}}, \quad (4.62)$$

где, $V_{эл.эн.}$ – потребление электроэнергии на нужды производства в растениеводстве, кВт·ч. [31, 48]

5. Определение удельного расхода тепловой энергии:

$$Q_{тепла} = \frac{V_{тепла}}{V_{вп}}, \quad (4.63)$$

где, $V_{тепла}$ – потребление тепловой энергии на нужды производства в растениеводстве, Гкал. [31, 48]

6. Определение энергетической составляющей в себестоимости производства продукции растениеводства:

$$\text{ЭСП} = \frac{Z_{vi}}{\text{ГП}} \cdot 100\%, \quad (4.64)$$

где, Z_{vi} – финансовые затраты на потребление i -го вида энергии на нужды производства в сельском хозяйстве, тыс.руб. [31, 48]

7. Энергетическая эффективность новой технологии в сравнении с базовой:

$$K_3 = \frac{\sum Q_{6i}}{\sum Q_{н.т.i}}, \quad (4.65)$$

где, $\sum Q_{6i}$, $\sum Q_{н.т.i}$ – суммарные удельные энергозатраты по новой и базовой технологиям [31, 48].

Расчет энергоемкости производства растениеводства (см. таб.4.8) полностью отражают энергообеспечения производства на примере предприятия АО ПЗ «Учхоз ГАУ Северного Зауралья».

Таблица 4.7 – Данные для расчета продукции производства растениеводства АО ПЗ «Учхоз ГАУ Северного Зауралья»

Объем энергии на нужды производства в растениеводстве	При использовании базовой технологии на 1 га	При использовании новой технологии на 1 га.
потребление продукции производства нефтепродуктов на нужды производства в растениеводстве, $V_{нп} - \text{МДж}$	5049,1	

Окончание таблицы 4.7

потребление электроэнергии на нужды производства в растениеводстве, $V_{эл.эн.} - \text{кВт}\cdot\text{ч}$	46,89	
потребление тепловой энергии на нужды производства в растениеводстве, $V_{тепла} - \text{Гкал}$	0,063	
объем выпущенной продукции, $V_{ВП} - \text{тонн}$	3,190	3,312
стоимость выпущенной продукции, $B_{выр} - \text{руб.}$	26990	27986

Таблица 4.8 – Энергоемкость производства растениеводства на примере АО ПЗ «Учхоз ГАУ Северного Зауралья»

Показатель	Энергоемкость продукции базовой технологии, на один гектар	Энергоемкость продукции новой технологии, на один гектар	Отклонения %
Энергоемкость продукции т.у.т/тыс.руб	0,04		
Уд. расход ГСМ, МДж/т	1582,8	1524,1	-0,59
Уд. расход электроэнергии кВт·ч/т	14,7	14,15	-0,005
Уд. расход тепловой энергии Гкал/т	0,02	0,06	+16,03
Коэффициент энергетической эффективности	1,03		

Рассмотренные направления инновационного развития могут быть реализованы на практике при условии полноценного и своевременного финансирования, прежде всего за счет государственной поддержки науки и производства, связанного с инновациями.

Улучшение экономических показателей показывает:

- уменьшение затрат ТЭР на 3-4% на 1 га, а всех затрат по всему технологическому циклу возделывания зерновых культур на 9-15%;

· высокая производительность труда, своевременное выполнение полевых работ снижение затрат на приобретение и эксплуатацию сельскохозяйственной техники [31, 48].

Выводы по главе

1. При рассмотрении анализа математических решений для определения количества насекомых-вредителей было выявлено, что следует учитывать такие факторы как: интенсивность роста популяции, влияние миграции, вымирания популяции, погибших от естественного врага (хищника).

2. Биологическая эффективность применения химикатов зависит от их токсичности и времени внесения, для вредных организмов. Из приведенных расчетов выявлено, что вовремя применив химикаты, биологическая эффективность с мониторингом видеосветоловушки увеличилась на 19% относительно базового варианта, и на 8,4% относительно варианта с применением светоловушки для мониторинга насекомых-вредителей

3. Хозяйственно-экономическая эффективность с своевременным внесением пестицидов, показывает увеличения количества урожая в зависимости от базовой и составляет 122 килограмм с одного гектара, норма рентабельности защитных мероприятий от базовой составляет 22,4%.

4. Техничко-экономические показатели использования видеосветоловушки показывают, что чистая прибыль с использованием видеосветоловушки составляет 305945 рубля, а срок окупаемости от капитальных вложений составляет 0,07 года.

5. Экономико-энергетическая оценка производства с использованием энергетических эквивалентов показала, что возможность перехода от стоимостных к энергетическим показателям позволяет проводить энергоэкономическую оценку производства.

6. Вместе с тем, данные расчеты не учитывают того, что рост затрат на защиту растений в ресурсосберегающем земледелии наблюдается только на первом этапе внедрения таких систем, в дальнейшем потребность в химикатах значительно уменьшается.

Заключение

1. Эффективным использованием энергоресурсов являются новейшие технологии для управления производством.

2. Использование беспроводного канала связи системы видеонаблюдения позволяют создавать новые устройства, соответствующие требованиям к автономным электрооптическим преобразователям для проведения мониторинга и не уступающие по характеристикам известным аналогам.

3. Предложенная методика расчета позволяет выбирать основные конструктивные параметры светоловушек для эффективного улавливания насекомых при проведении мониторинга. Для расчета основных конструктивных параметров видеосветоловушки создана программа для ЭВМ «Energy Calculator».

4. Рациональный режим работы видеосветоловушки обеспечивается за счет согласования условий взаимодействия функциональных блоков, включающих: аккумуляторную батарею типа PS – 12260 емкостью 26 А·ч, фотоэлектрический преобразователь типа TPS-936М мощностью 28 Вт, светоловушку со светодиодами типа XSL-355-3E, объединенными в группы по 33 шт. и видеокамеры типа W11A с видеорегистратором марки - RL-A4-100.

5. Электрофизический метод определения динамики роста насекомых их видов, количества, позволяет уменьшить расход химикатов и топлива на проведение защитных мероприятий

6. Хозяйственно-экономическая эффективность с своевременным внесением химикатов, показывает увеличения количества урожая зерна в сравнении с базовым вариантам и составляет 122 килограмма с одного гектара.

7. Техничко-экономические показатели использования видеосветоловушки, на примере АО ПЗ «Учхоз ГАУ Северного Зауралья», показывают, что чистая прибыль составляет 305945 рубля, а срок окупаемости от капитальных вложений составляет 0,07 года.

8. Экономико-энергетическая оценка производства с использованием энергетических эквивалентов показала, уменьшение затрат ТЭР на 3-4% на 1 га, а всех затрат по всему технологическому циклу возделывания зерновых культур на 9-15%; что дает возможность перехода от стоимостных к энергетическим показателям и позволяет проводить энергоэкономическую оценку производства.

9. Использование современных информационных технологий контроля насекомых в поле позволило снизить энергоемкость производства растительной продукции.

Список литературы

1. Агафонов, В. А. Инновационное развитие агропромышленного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности российской федерации / В. А. Агафонов, К. А. Новожилов, И. В. Савчук // Инновационное развитие агропромышленного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Тюмень, 20 декабря 2021 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. – С. 7-12. – EDN LSFXTT.

2. Александров, В. И. Кислотно-свинцовые герметичные необслуживаемые аккумуляторы / В. И. Александров, А. А. Кошель, И. В. Савчук // Современная наука: проблемы и перспективы: сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 28 октября 2017 года. – Ставрополь: Центр научного знания "Логос", 2017. – С. 3-6. – EDN YNLHSX.

3. Анащенко, С. М. Анализ методов мониторинга насекомых вредителей / С. М. Анащенко, И. В. Савчук, Д. О. Суринский // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 29 марта 2019 года. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 625-630. – EDN SKLNMU.

4. Бейли Н. Т. Дж. Математика в биологии и медицине / пер. с англ. Коваленко Е.Г; под ред. Биологической литературы. – М.: изд. Мир, 1970. – 327с. (гл.1 стр. 9-27, гл. 2 стр. 32-58, гл.8 стр.174-200)

5. Беленов В.Н. Анализ влияния вариантов размещения электрооптических преобразователей на качество защиты садовых растений

/ В.Н. Беленов, В.С. Газалов // Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве. - Зерноград, 2003. - Вып. 3. - С. 30-33.

6. Беленов В.Н. Импульсное излучение в системе защиты садовых растений / В.Н. Беленов, В.С. Газалов // Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве. - Зерноград, 2003. -Вып. 3.-С. 33-38.

7. Беленов В.Н. Электрооптический преобразователь защиты садовых растений / В.Н. Беленов, В.С. Газалов // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: 2-я Российская науч. –практ. конф. – Ставрополь, 2003.-56 с.

8. Боголюбов А.С. Изучение лесных беспозвоночных. (2 часть: травяной ярус, кроны, воздушная среда). – М.: «Экосистма», 2001. – 12с.

9. Бордина, Н.М. Моделирование вольт-амперных характеристик солнечных элементов и солнечных батарей [Текст] / Н.М. Бордина, В.А. Летин. – М.: Информэлектро, 1986. – 62 с.

10. Бондаренко Н. И., Громыко Г. Г., Сугаков В. Г. Химические источники тока. / Учеб. пособие для вузов инженерных войск. / Под ред. В. Г. Сугакова. – Кстово: НВВИКУ, 2005. 60-150 с.

11. Баранов, Д. С. Анализ методов мониторинга насекомых-вредителей с использованием технологий энергосбережения / Д. С. Баранов, И. В. Савчук, Д. О. Суринский // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 29 марта 2019 года. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 638-644. – EDN FXPFTV.

12. 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 // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые

вызовы и решения: Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 29 марта 2019 года. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 631-638. – EDN XFCEWN.

13. Газалов В.С. Анализ эффективности источников – аттрактантов электрооптических установок защиты растений на базе аддитивного смешения цветов излучения / В.С. Газалов; Азово-Черномор. гос. агроинж. акад. — Зерноград, 1998. - 19 с. - Деп. в ВИНТИ 23.06.98, №1909-B98.

14. Газалов В.С. Воздействие излучения электрооптических установок для борьбы с насекомыми-вредителями на садовые растения / В.С. Газалов; Азово-Черномор. гос. агроинж. акад. - Зерноград, 1998. - 7с. - Деп. в ВИНТИ 19.08.98, №2615-B98.

15. Газалов В.С. Влияние яркости источника аттрактанта на эффективность привлекающего воздействия на насекомых-вредителей / В.С. Газалов, Н.М. Симонов // Всесоюз. науч.- производ. совещание по применению оптического излучения в с.-х. производстве при выполнении Продовольственной программы: Тез. докл. - Львов, 1984. - С. 12.

16. Газалов В.С. Вероятностное моделирование элементарной операции распределения потоков излучения в системе «Электрооптическая установка — крона дерева как объект с многократными отражениями» / В.С. Газалов, Д.В. Кочетов; Азово-Черномор. гос. агроинж. акад. - Зерноград, 1999. — 24 с. — Деп. в ВИНТИ 19.08.99, №2681-B99.

17. Газалов В.С. Установки электрофизической защиты садов от насекомых вредителей / В.С. Газалов // Рациональная электрификация сельского хозяйства. - М., 1984. - С. 6-9.

18. Газалов В.С. Исследование акустических параметров установок электрофизической защиты растений от насекомых-вредителей / В.С. Газалов, А.Г. Куприенко, Л.Г. Щербасева // Повышение эффективности

использования средств электрификации технологических процессов в сел. хоз-ве. — Краснодар. - 1993. - Вып.321(349). — С. 84-95.

19. Газалов В.С. Требования к схеме электрооптической установки защиты растений и расчет переходных процессов в ней / В.С. Газалов, А.Г. Куприенко, Л.П. Щербаева; Азово-Черномор. гос. агроинж. акад. — зерноград, 1997. - Деп. во ВНИИТЭИагропроме 10.10.97, №3011-В97.

20. Газалов В.С. Повышение эффективности электрооптических установок защиты растений путем увеличения яркости аттрактантов / В.С. Газалов; Азово-Черномор. гос. агроинж. акад. - зерноград, 1998. — 7с. — Деп. в ВИНТИ 23.06.98, №1910-В98.

21. Газалов В.С. Установки электрофизической защиты садов от насекомых вредителей / В.С. Газалов // Рациональная электрификация сельского хозяйства, М., 1984.- С. 33-43.

22. Еромченко, В. В. Технология мониторинга насекомых-вредителей с передачей данных по беспроводному каналу связей / В. В. Еромченко, И. В. Савчук, Д. О. Суринский // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 29 марта 2019 года. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 649-657. – EDN SMPBSI.

23. Иванова Г.С., Ничушкина Т.Н. Проектирование программного обеспечения: учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. 104 с., ил.

24. Карпов В.Н. Введение в энергосбережение на предприятиях в АПК// СПбГАУ. – 1999 – С. 6-50.

25. Клейменов Е., Вредное ультрафиолетовое излучение, М., 2007.- 73с.

26. Ковров Б.Г. О возможности применения поляризованного света для привлечения насекомых / Б.Г. Ковров, А.С. Мончадский // Энтомологическое обозрение. - 1963. - Т.42, № 1.

27. Коваленко Н.Я., Агирбов Ю.И., Серова НА. Экономика сельского хозяйства: Учебник для студентов высших учебных К56 заведений / Н.Я. Коваленко, Ю.И. Агирбов, НА. Серова и др. - М.: ЮРКНИГА, 2004.-384 с.

28. Климин, А. А. Применение СВЧ-излучения для борьбы с насекомыми и вредителями / А. А. Климин, С. С. Гилева, И. В. Савчук // Инновационное развитие агропромышленного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Тюмень, 20 декабря 2021 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. – С. 75-81. – EDN PQGGKV.

29. Куликова, Л. В. Энергетический анализ производства продукции растениеводства / Л. В. Куликова, Д. О. Суринский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(96). – С. 176-179. – EDN DAYNNJ.

30. Марандин, А. И. Особенности конструктивных параметров устройств для борьбы с насекомыми-вредителями / А. И. Марандин, Д. О. Суринский // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: Сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14–18 марта 2022 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 108-116. – EDN QAQPTS.

31. Савчук, И. В. Снижение энергоёмкости продукции производства с использованием энергосберегающих мероприятий / И. В. Савчук // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 154-157. – EDN OOLMEA.

32. Савчук, И. В. Перспективные направления использования светодиодных ламп для мониторинга популяций насекомых в рамках комплексного подхода к борьбе с вредителями / И. В. Савчук, Н. И. Смолин // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5(53). – DOI 10.51419/202125522. – EDN SQVIMV.

33. 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. – EDN GDVTGF.

34. Савчук, И. В. Повышение эффективности электрофизического метода борьбы с насекомыми-вредителями в АПК / И. В. Савчук // Агропродовольственная политика России. – 2020. – № 5. – С. 36-40. – EDN SFPSLN.

35. Савчук, И. В. Электрофизический метод борьбы с вредителями древесины / И. В. Савчук, Н. Г. Архипов // Инновационные технологии в лесохозяйственной, деревообрабатывающей промышленности и прикладной механике: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 20 октября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 132-134. – EDN HTSBNW.

36. Савчук, И. В. Дистанционный мониторинг вредителей леса / И. В. Савчук, Н. И. Квашнин // Инновационные технологии в лесохозяйственной, деревообрабатывающей промышленности и прикладной механике: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 20 октября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 140-143. – EDN WVXALW.

37. Савчук, И. В. Возможность использования гибридных накопителей энергии для обеспечения качества напряжения в системах электроснабжения / И. В. Савчук, П. Н. Шадеркин // E-Scio. – 2022. – № 9(72). – С. 303-309. – EDN TCMRKC.

38. 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. – EDN ZYNNZU.

39. Савчук, И. В. Теоретический анализ расчета конструктивных параметров и технические решения применения видеосветоловушек для мониторинга насекомых вредителей / И. В. Савчук, Д. О. Суринский // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2019: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 23–26 сентября 2019 года / Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2019. – С. 1438-1441. – EDN ATVKNM.

40. 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. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-69-6-51-56. – EDN ZXGIDU.

41. Савчук, И. В. Параметры и режимы энергосберегающей видеосветоловушки для мониторинга численности и вида насекомых-вредителей с передачей сигнала по беспроводному каналу связи: специальность 05.20.02 "Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени кандидата

технических наук / Савчук Иван Викторович. – Тюмень, 2018. – 127 с. – EDN XMCJPV.

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

43. Савчук, И. В. Определение эффективности применения видеосветоловушки / И. В. Савчук, Д. О. Суринский // Современные научно-практические решения в АПК: Сборник статей всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 08 декабря 2017 года. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – С. 27-34. – EDN YQQGMU.

44. 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. – EDN YТОКJN.

45. Савчук, И. В. Общие принципы и методы исследования насекомых-вредителей. 7 / И. В. Савчук, Д. О. Суринский // Агропродовольственная политика России. – 2017. – № 3(63). – С. 70-73. – EDN YLFLTТ.

46. Савчук, И. В. Описание и создание программы ЭВМ для расчета основных конструктивных параметров видеосветоловушки / И. В. Савчук, Д. О. Суринский, В. С. Юдин, А. С. Винокуров // Проблемы современной науки. – 2017. – № 28. – С. 46-53. – EDN ZHRVIB.

47. Суринский, Д. О. Применение экспертных систем в задачах моделирования и оценки защитных мероприятий от вредителей (насекомые, грызуны, птицы) на объектах АПК / Д. О. Суринский, Л. В. Куликова, К. И. Филимонов // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 2(56). – DOI 10.51419/202132243. – EDN QYINXM.

48. Суринский, Д. О. Создание и использование устройств защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы) на основе

электрофизического метода борьбы: Методические рекомендации / Д. О. Суринский, И. В. Савчук. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – 76 с. – ISBN 978-5-98346-107-9. – EDN OEBABS

49. Суринский, Д. О. Тенденции развития электрофизического метода защиты растений от насекомых-вредителей / Д. О. Суринский, И. В. Савчук, Е. А. Басуматорова, А. И. Марандин // Безопасность в электроэнергетике и электротехнике: Всероссийская студенческая научная конференция, посвященная 90-летию УГПИ-УдГУ, Ижевск, 23 апреля 2021 года. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2021. – С. 17-21. – EDN RRPFOQ.

50. Суринский, Д. О. Электрофизические методы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей - грызунов: Методические рекомендации / Д. О. Суринский, Ю. В. Глазунов, С. В. Егоров. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – 22 с. – ISBN 978-5-98346-106-2. – EDN BHANLB.

51. Суринский, Д. О. Расчет энергосберегающих мероприятий при защите объектов АПК от вредителей / Д. О. Суринский // Инновационные решения в строительстве, природообустройстве и механизации сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 02 июня 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 104-108. – EDN JRSCCN.

52. Суринский, Д. О. Экспериментальные исследования отпугивания синантропных птиц на объектах АПК / Д. О. Суринский, И. В. Савчук, Е. А. Басуматорова, О. В. Чурсин // Безопасность в электроэнергетике и электротехнике: Всероссийская студенческая научная

конференция, посвященная 90-летию УГПИ-УдГУ, Ижевск, 23 апреля 2021 года. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2021. – С. 6-10. – EDN UNBUFC.

53. Суринский, Д. О. Теоретические аспекты расчета основных конструктивных параметров электроотпугивателя птиц / Д. О. Суринский, И. В. Савчук, О. В. Чурсин // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 5(47). – DOI 10.51419/20215508. – EDN UYWWAE.

54. 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. – EDN SUOZHE.

55. 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. – EDN ACGGJQ.

56. 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 // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2019: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 23–26 сентября 2019 года / Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2019. – С. 1577-1581. – EDN QQDDUH.

57. Суринский, Д. О. Методика расчета основных геометрических параметров светоловушки / Д. О. Суринский, И. В. Савчук // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Сборник

докладов XIV Международной научно-практической конференции, Великие Луки, 11–12 апреля 2019 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 297-304. – EDN CGQVJC.

58. 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. – EDN CIQBIU.

59. Суринский, Д. О. Применение интегрированного способа защиты растений от насекомых-вредителей / Д. О. Суринский, И. В. Савчук // 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, Тюмень, 23–24 октября 2014 года. Том 2. – Тюмень: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", 2014. – С. 198-202. – EDN WEQKCF.

60. 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. – EDN RDNTGL.

61. Черепанов, К. С. Электрофизические методы борьбы с вредителями в АПК (насекомые, грызуны, птицы) / К. С. Черепанов, Д. О. Суринский // ДОСТИЖЕНИЯ МОЛОДЕЖНОЙ НАУКИ для агропромышленного комплекса: Сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых,

Тюмень, 14–18 марта 2022 года. Том Часть 4. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 845-852. – EDN KBVNUU.

62. Чернышев В.Б. Экология насекомых. Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996 – 304 с.

63. Чернышов В.Б. Об использовании кварцевых ламп для сбора и изучения насекомых / В.Б. Чернышов // Зоол. журнал. - 1960. - Т. 39.

64. Чернышов В.Б. Время лета различных насекомых на свет / В.Б. Чернышов // Зоол. журнал. - 1961. — Т.40, № 7.

65. Чернышов В.Б. Влияние погоды на лет насекомых на свет в Средней Азии / В.Б. Чернышов, П.П. Богуш // Зоол. журнал. - 1973. — Т. 52, вып. 5-С. 700-708.

66. Чернобровина С.М. Электрофизический способ защиты растений / С.М. Чернобровина. - Кишинев, 1969. - 178 с.

67. Чернобровина С.М. Предварительные результаты применения электроприборов в садах Молдавии / С.М. Чернобровина, М.И. Жигальцева // Изв. АНМССР. - 1962. - № 9. - С. 68-75.

68. Шадеркин, П. Н. Энергетический анализ в сельском хозяйстве / П. Н. Шадеркин, И. В. Савчук // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России: сборник трудов национальной научно-практической конференции, Тюмень, 01–03 ноября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 189-193. – EDN ZTBRUL.

69. Штерншис М.В., Биологическая защита растений – М.: «Колос» 2004 – 20с.

70. Шабает Е.А. Повышение эффективности привлечения комаров электрооптическим преобразователем с изменяющейся цветностью излучения для подкормки рыбы/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

71. Шванвич Б.Н. Поляризованный свет и зрение насекомых / Б.Н. Шванвич. - М.: Мир, 1970.
72. Штерншис М.В., Биологическая защита растений – М.: «Колос» 2004 – 20с.
73. Щербаева Л.П. Совершенствование электротехнологии защиты садов от насекомых-вредителей устройствами на основе электрооптических преобразователей/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.
74. Юдаев И. В. Энергосбережение в сельском хозяйстве / Гордеев А. С., Огородников Д. Д // Учебное пособие – М.: «Лань» 2014 – С. 221-255
75. Юревич, Е.В. Построение математической модели комбинированного приемника солнечного излучения с голографическим концентратором [Текст] / Е.В. Юревич, С.В. Губин // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – № 5(82). –С. 56-60.
76. Юдин, В. В. Использование солнечной энергетики для сельскохозяйственного сектора / В. В. Юдин, И. В. Савчук // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России: сборник трудов национальной научно-практической конференции, Тюмень, 01–03 ноября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 194-198. – EDN GJZQOI.
77. Юдин, В. В. Анализ взаимосвязи продовольственной безопасности и энергетики сельского хозяйства / В. В. Юдин, И. В. Савчук // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России: сборник трудов национальной научно-практической конференции, Тюмень, 01–03 ноября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 199-204. – EDN PYNCBB.

78. Патент № 2751839 С1 Российская Федерация, МПК А01М 19/00, А01М 23/38. Электроконтактная ловушка летального воздействия на грызунов с оптической приманкой: № 2020106691: заявл. 12.02.2020: опубл. 19.07.2021 / Д. О. Суринский, А. В. Козлов, В. В. Юркин [и др.]. – EDN QVKBWQT.

79. Патент на полезную модель № 190268 U1 Российская Федерация, МПК А01М 1/04. Светоловушка для мониторинга насекомых: № 2019107091: заявл. 12.03.2019: опубл. 25.06.2019 / Д. О. Суринский, И. В. Савчук, В. В. Юркин. – EDN LJYJKP.

80. Патент на полезную модель № 190558 U1 Российская Федерация, МПК А01М 1/04. Видеосветоловушка для мониторинга насекомых: № 2019108563: заявл. 25.03.2019: опубл. 03.07.2019 / И. В. Савчук, Д. О. Суринский, В. В. Юркин. – EDN MSLHBC.

81. Патент на полезную модель № 146666 U1 Российская Федерация, МПК А01М 1/00. Светоловушка для мониторинга насекомых: № 2014116485/13: заявл. 23.04.2014: опубл. 20.10.2014 / Д. О. Суринский, И. В. Савчук, В. В. Юркин, О. О. Крикун; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Государственный аграрный университет Северного Зауралья". – EDN TPWCZZ.

82. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016617195 Российская Федерация. Energy Calculator: № 2016610636: заявл. 28.01.2016: опубл. 28.06.2016 / И. В. Савчук, Д. О. Суринский, С. И. Мельник. – EDN DSUIRA.

83. Savchuk, I. Calculation of crop production using integrated plant protection against pests / I. Savchuk, A. Marandin, D. Surinskij // E3S Web of Conferences: Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019, Moscow, 20–22 ноября 2019 года. Vol. 164. –

Moscow: EDP Sciences, 2020. – P. 06008. – DOI 10.1051/e3sconf/202016406008. – EDN AWFWSM.

84. Surinsky, D. M. Theoretical aspects of the calculation the main design parameters of the electric bird repeller / D. M. Surinsky, I. V. Savchuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21 июня 2021 года. – Ussurijsk, 2021. – P. 032110. – DOI 10.1088/1755-1315/937/3/032110. – EDN OUCGAC.

85. Pv-based energy-saving electro-optical converter development / D. O. Surinskiy, I. V. Savchuk, E. V. Solomin, A. A. Kovalyov // 19th international scientific geoconference SGEM 2019: Conference proceedings, Albena, 30 июня – 06 2019 года. Vol. 19 ISSUE 4.1. – Albena: Общество с ограниченной ответственностью СТЕФ92 Технолоджи, 2019. – P. 427-434. – DOI 10.5593/sgem2019/4.1/S17.054. – EDN QKCBMU.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Карты распространения и развития наиболее значимых вредных объектов в Тюменской области

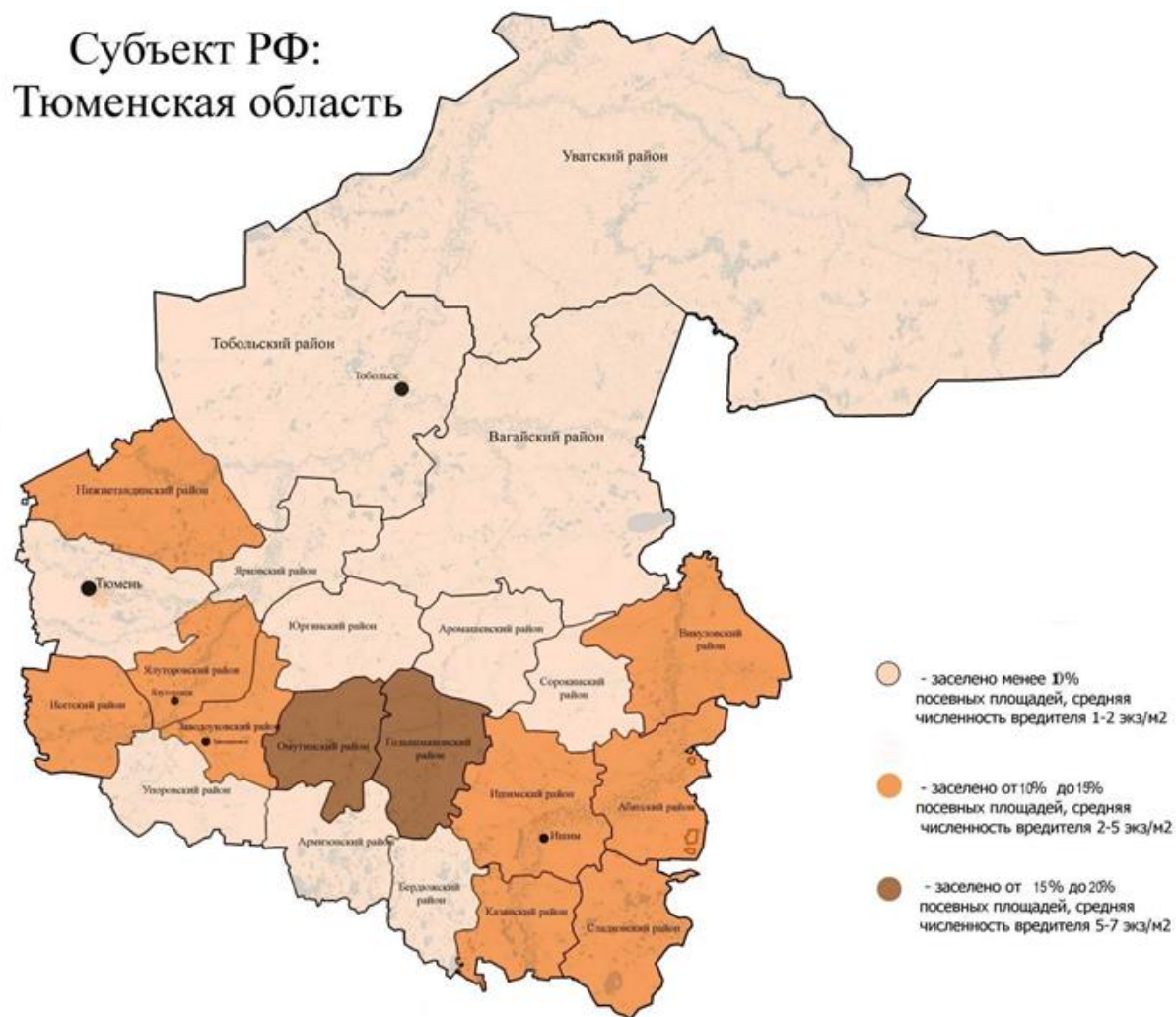
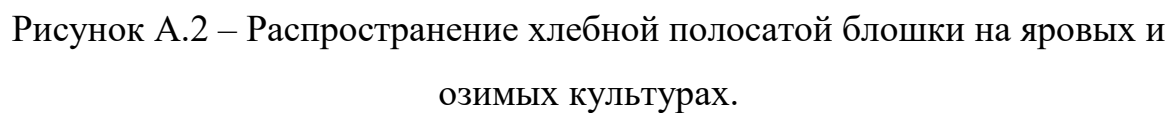


Рисунок А.1 – Распространение нестандартных саранчовых



Субъект РФ:
Тюменская область

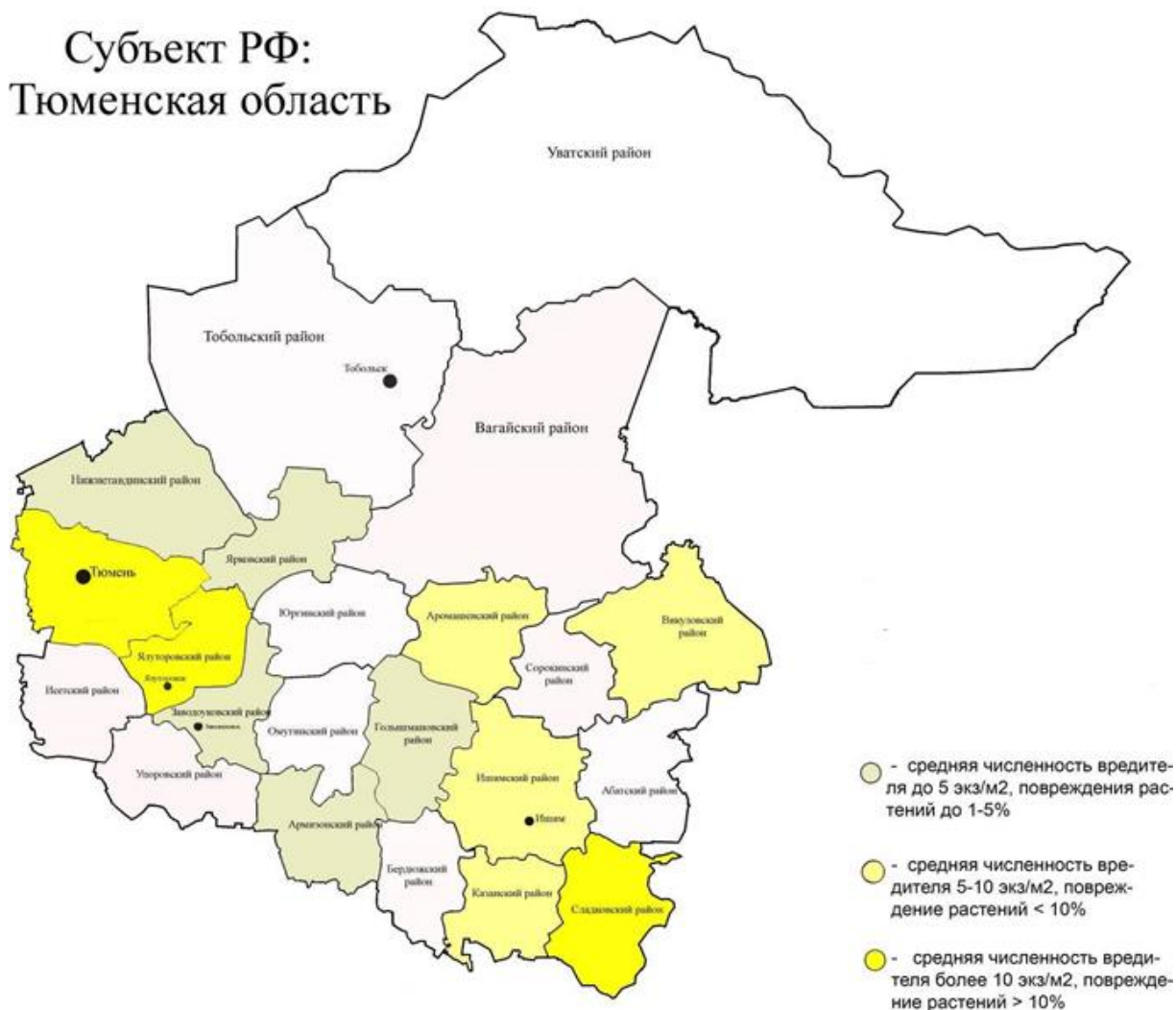


Рисунок А.3 – Распространение злаковых мух на яровых и озимых культурах.

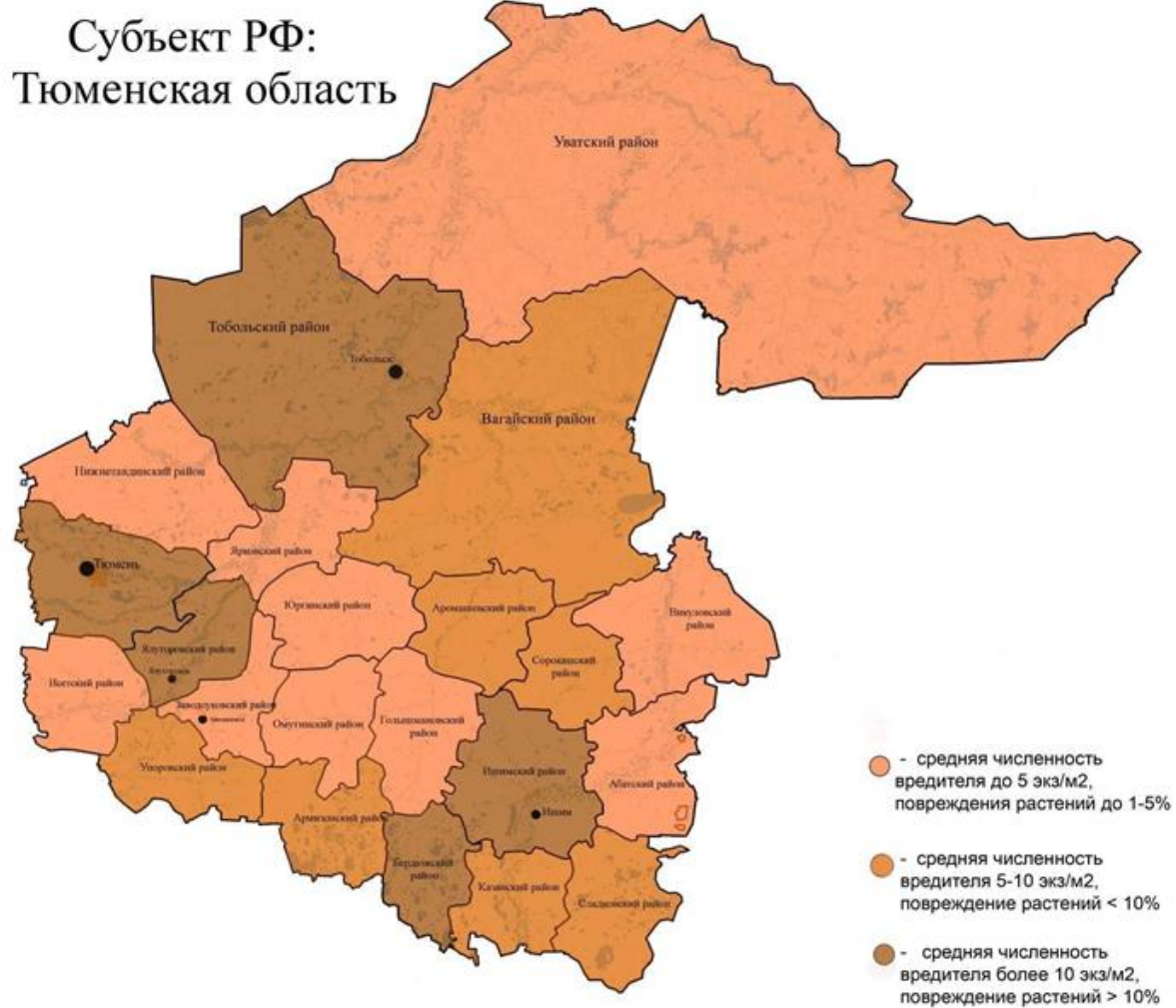
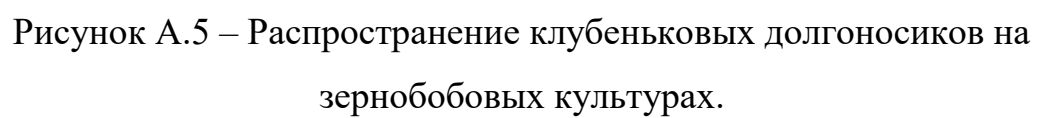


Рисунок А.4 – Распространение трипсов на яровых и озимых культурах.





Субъект РФ:
Тюменская область

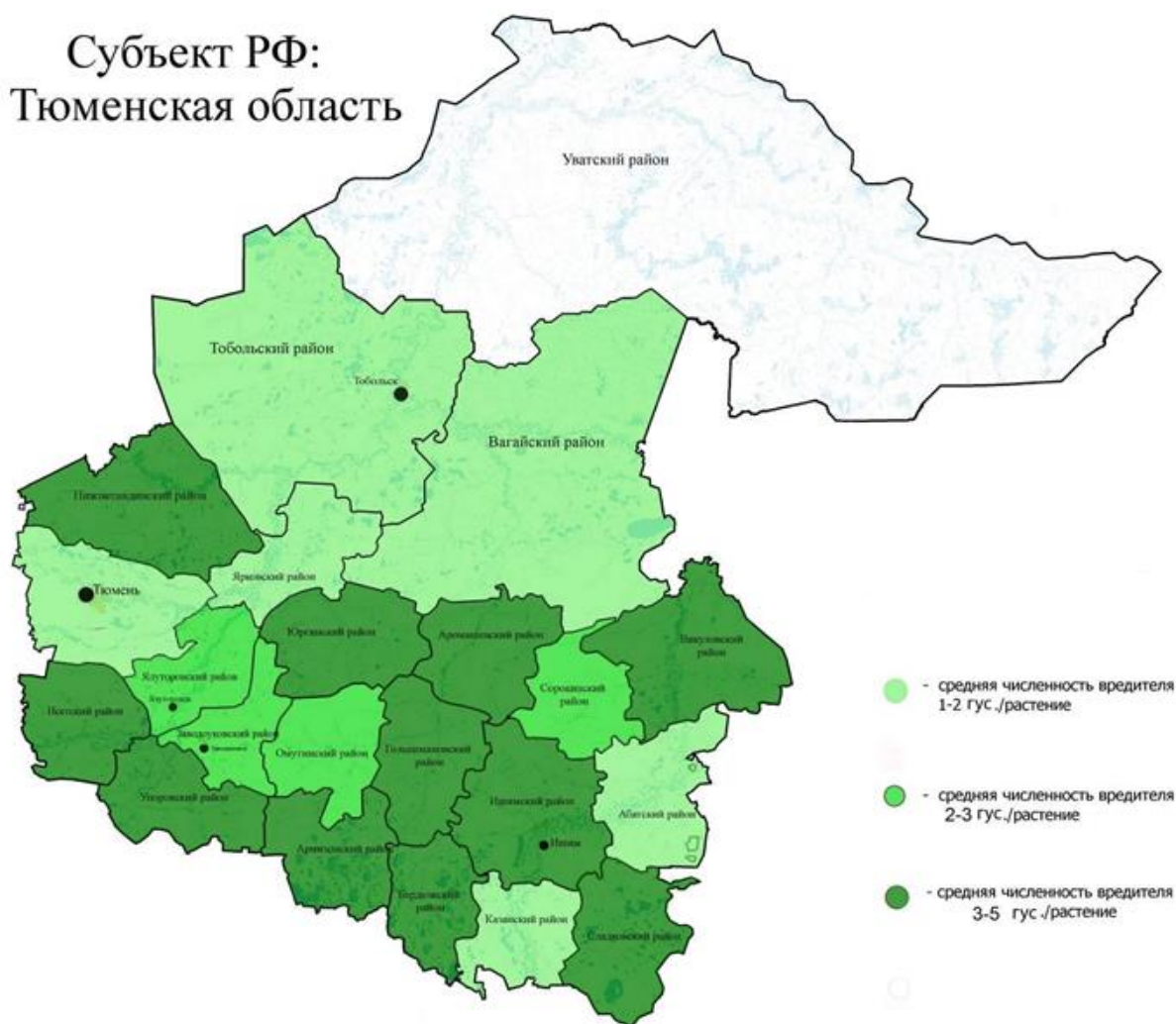
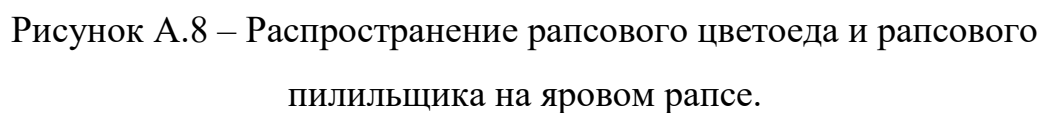


Рисунок А.7 – Распространение капустной моли на яровом рапсе.



Субъект РФ:
Тюменская область

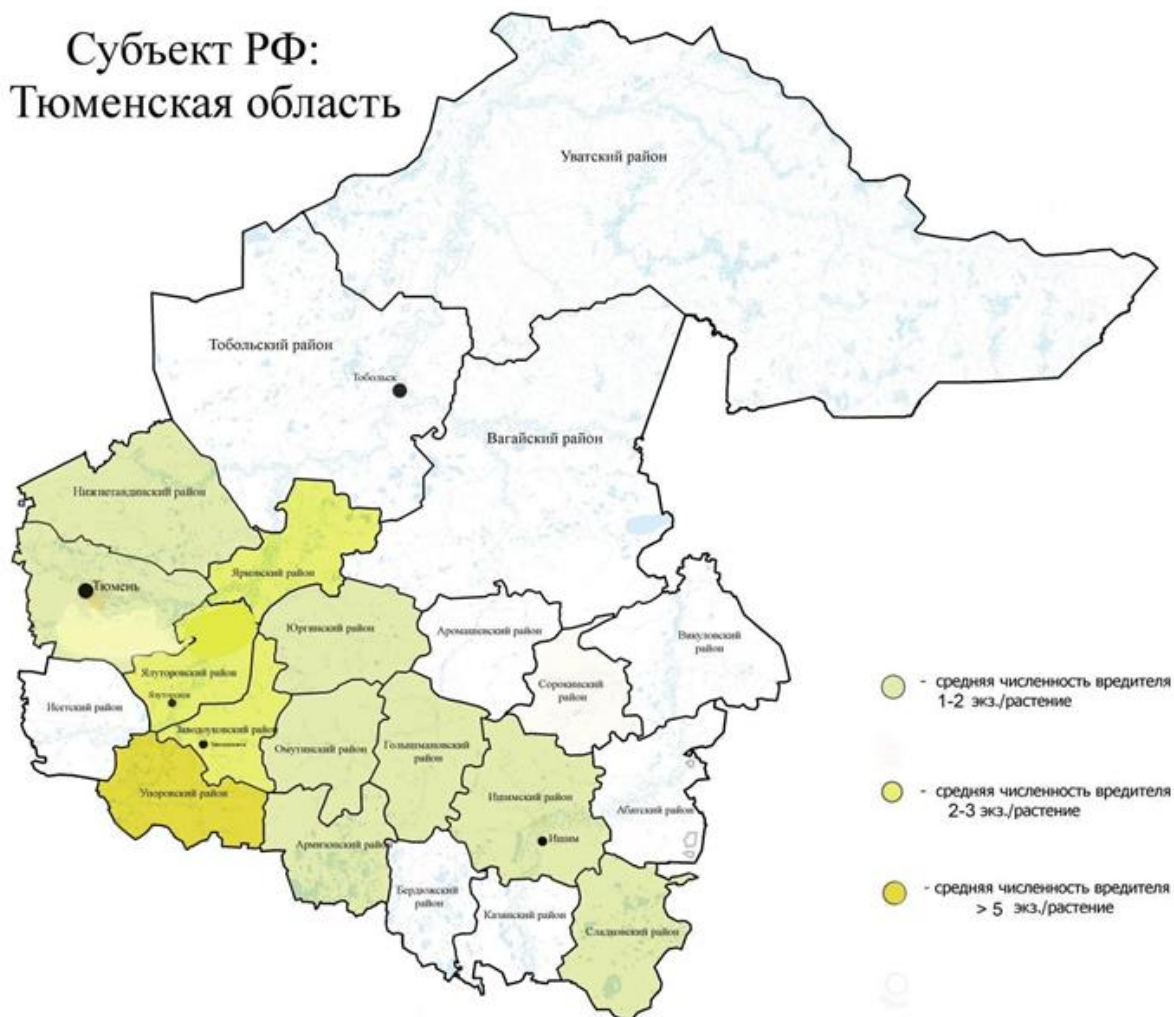


Рисунок А.8 – Распространение колорадского жука на посадках картофеля.

Таблица А.1 – Сведения об обследованных, заселенных площадях и объемах работ, проведенных по защите растений от вредителей и болезней за год

№	Вредители и болезни сельскохозяйственных культур	Посевная площадь, тыс. га	Обследовано физической площадью, тыс. га	Обследовано (в пересчете на однократное исчисление), тыс. га	Заселено (заражено) физической площади, тыс. га		Обработано СЗР всего физической площадью, тыс. га	Проведено защитных обработок			
					всего	в т.ч. с численностью выше ЭПВ		всего	Химическим методом и в баковых смесях	из общего объема биологическим методом	Агротехническим методом
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	ВСЕГО:	1169,382	270,738	839,959	175,289	28,640	96,107	230,012	230,012	26,730	12,000
2	вредители, всего		270,738	600,596	175,289	28,640	96,107	146,612	146,612	0,000	12,000
3	болезни, всего		97,203	239,363	63,999	17,800	78,970	83,400	83,400	26,730	0,000
4	ИТОГО:	1157,58	263,938	830,909	171,789	28,640	96,107	230,012	230,012	26,730	12,000
5	вредители, всего	X	263,938	593,796	171,789	28,640	96,107	146,612	146,612	0,000	12,000
6	болезни, всего	X	95,453	237,113	63,999	17,800	78,970	83,400	83,400	26,730	0,000
7	кроме того озимые культуры (сева текущего года)	11,80	6,80	9,05	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	вредители	X	6,80	6,80	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	болезни	X	1,75	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	МНОГОЯДНЫЕ ВРЕДИТЕЛИ, всего	X	97,13	212,50	46,02	0,18	0,18	0,18	0,18	0,00	12,00
11	из них, суслики	X	11,72	22,82	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	в т. ч. весна (зима)	X	5,86	5,86	3,15			0,00			
13	лето	X	11,72	11,98	1,47			0,00			
14	осень	X	4,98	4,98	3,45			0,00			
15	мышевидные грызуны, жил.нор/га	X	19,15	51,92	23,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	в т. ч. весна (зима)	X	18,10	18,10	13,25			0,00			
17	в т.ч. многолетние травы	X	16,19	16,19	12,85			0,00			
18	в т.ч. озимые зерновые	X	1,15	1,15	0,30			0,00			
19	лето	X	14,67	14,67	11,43			0,00			
20	осень	X	19,15	19,15	10,14			0,00			
21	в т.ч. многолетние травы	X	14,65	14,65	10,14			0,00			
22	в т. ч. лесополосы	X	4,50	4,50	2,30			0,00			
23	проволочники и ложнопроволочники	X	24,56	30,36	8,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
24	весна почв. раскопки		12,79	12,79	7,05			0,00			
25	вегетация		11,77	11,77	1,56			0,00			2,00
26	осень почв.раскопки		5,80	5,80	1,76			0,00			
27	саранчовые:	X	13,99	41,11	9,97	0,18	0,18	0,18	0,18	0,00	10,00
28	в т. ч. зимующий запас (весна), кубышки	X	7,18	7,18	4,90			0,00			
29	личинки	X	13,99	13,99	5,85	0,18	0,18	0,18	0,18		
30	имаго	X	13,64	13,64	9,97			0,00			
31	зимующий запас (осень), кубышки	X	6,30	6,30	3,30			0,00			10,00
32	луговой мотылек:	X	8,93	47,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	в т. ч. зимующий запас (весна), коконы	X	8,93	8,93				0,00			
34	бабочки всего		6,10	15,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	гусеницы всего		7,15	15,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	в т. ч.							0,00			

Продолжение таблицы А.1

37	бабочки перезим. ген.	X	6,10	6,10				0,00			
38	гусеницы 1 ген.	X	2,50	2,50				0,00			
39	бабочки 1 ген.	X	4,20	4,20				0,00			
40	гусеницы 2 ген.	X	5,85	5,85				0,00			
41	бабочки 2 ген.	X	4,86	4,86				0,00			
42	гусеницы 3 ген.	X	7,15	7,15				0,00			
43	бабочки 3 ген.							0,00			
44	зимующий запас (осень), коконы	X	7,92	7,92				0,00			
45	стеблевой кукурузный мотылек	X	1,40	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	в т. ч. зимующий запас (весна), гусеницы		1,40	1,40				0,00			
47	подгрызающие совки	X	9,45	9,45				0,00			
48	в т. ч. озимая совка	X	9,45	9,45				0,00			
49	прочие вредители	X	7,93	7,93	0,60			0,00			
50	ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР, всего	563,920	61,08	316,99	47,82	15,15	58,85	95,340	95,34	26,73	0,00
51	вредители, всего	X	61,08	179,71	47,82	15,15	36,49	36,49	36,49	0,00	0,00
52	болезни, всего	X	44,73	137,28	30,35	13,37	58,85	58,85	58,85	26,73	0,00
53	кроме того озимые зерновые (сева текущего года)	11,80	6,80	9,05	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	вредители	X	6,80	6,80	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55	болезни, в т. ч.	X	1,75	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
56	Вредители и болезни озимых зерновых Колосовых культур, всего	10,406	4,14	24,08	3,30	0,57	0,57	1,14	1,14	0,00	0,00
57	вредители, в т. ч.	X	4,14	17,25	3,30	0,57	0,57	0,57	0,57	0,00	0,00
58	вредная черепашка:	X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
59	пьявица:	X	2,32	4,94	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	в т. ч. личинки	X	2,02	2,62	0,40			0,00			
61	имаго	X	2,32	2,32	1,82			0,00			
62	хлебные блошки	X	4,14	4,14	3,30	0,57	0,57	0,57	0,57		
63	злаковые тли	X	1,52	1,52	0,10			0,00			
64	трипсы	X	1,09	1,09	0,59			0,00			
65	злаковые мухи, в т. ч.	X	2,59	3,09	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
66	личинки	X	2,59	2,59	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67	имаго	X	0,50	0,50	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
68	шведская	X	2,59	3,09	1,77			0,00			
69	личинки	X	2,59	2,59	1,77			0,00			
70	имаго	X	0,50	0,50	0,20			0,00			
71	озимая	X	0,85	1,25				0,00			
72	личинки	X	0,85	0,85				0,00			
73	имаго	X	0,40	0,40				0,00			
74	зерновые совки	X	1,72	1,72				0,00			
75	в т. ч. серая зерновая	X	0,86	0,86				0,00			
76	обыкн. зерновая	X	0,86	0,86				0,00			
77	прочие вредители	X	1,84	1,84	0,92			0,00			
78	болезни, в т. ч.	X	3,12	6,83	1,84	0,20	0,57	0,57	0,57	0,00	0,00
79	корневые гнили	X	0,96	0,96	0,12			0,00			
80	мучнистая роса	X	2,14	2,14	1,84			0,00			
81	бурая ржавчина	X	3,12	3,12	1,52	0,20	0,57	0,57	0,57		
82	септориоз	X	1,40	1,40	0,80			0,00			
83	гельминтоспориоз	X	0,50	0,50	0,10			0,00			
84	головневые озимых, всего, в т. ч.	X	1,10	1,10	0,00	0,00	X	X	X	X	X

Продолжение таблицы А.1

85	пыльная головня пшеницы	X	1,10	1,10			X	X	X	X	X
86	твердая головня пшеницы	X	1,10	1,10			X	X	X	X	X
87	септориоз колоса	X	0,40	0,40				0,00			
88	спорынья	X	0,75	0,75			X	X	X	X	X
89	кроме того озимые зерновые (сева текущего года)	11,80	6,80	9,05	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
90	вредители	X	6,80	6,80	3,50			0,00			
91	болезни, в т. ч.	X	1,75	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
92	корневые гнили	X	0,50	0,50	0,50			0,00			
93	бурая ржавчина	X	1,75	1,75	0,50			0,00			
94	ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР, всего	553,514	56,94	292,91	44,52	14,58	58,28	94,200	94,20	26,73	0,00
95	вредители, в т. ч.	X	56,94	162,46	44,52	14,58	35,92	35,92	35,92	0,00	0,00
96	вредная черепашка:	X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
97	пьявица:	X	10,81	21,28	5,89	0,33	0,63	0,63	0,63	0,00	0,00
98	в т. ч. личинки	X	10,47	10,47	5,89	0,33	0,63	0,63	0,63		
99	имаго	X	10,81	10,81	3,88			0,00			
100	хлебные блошки	X	36,49	36,49	27,58	0,38	7,64	7,64	7,64		
101	злаковые тли	X	27,52	27,52	13,41		0,60	0,60	0,60		
102	трипсы	X	56,94	56,94	44,52	13,87	27,05	27,05	27,05		
103	злаковые мухи, в т. ч.	X	13,35	22,77	6,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
104	личинки	X	13,35	13,35	6,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
105	имаго	X	9,42	9,42	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
106	шведская	X	13,35	22,77	6,15			0,00			
107	личинки	X	13,35	13,35	6,15			0,00			
108	имаго	X	9,42	9,42	4,80			0,00			
109	гессенская	X	0,19	0,38				0,00			
110	личинки	X	0,19	0,19				0,00			
111	имаго	X	0,19	0,19				0,00			
112	зеленоглазка	X	0,37	0,68	0,37			0,00			
113	личинки	X	0,37	0,37	0,37			0,00			
114	имаго	X	0,31	0,31	0,31			0,00			
115	яровая	X	1,16	1,61	1,16			0,00			
116	личинки	X	1,16	1,16	1,16			0,00			
117	имаго	X	0,45	0,45	0,45			0,00			
118	зерновые совки	X	10,59	10,59				0,00			
119	в т. ч. серая зерновая	X	10,59	10,59				0,00			

Продолжение таблицы А.1

120	прочие вредители	X	14,39	14,39	10,92			0,00			
121	болезни, в т. ч.	X	41,61	130,45	28,51	13,17	58,28	58,28	58,28	26,73	0,00
122	корневые гнили	X	18,90	18,90	15,14			0,00			
123	мучнистая роса	X	16,89	16,89	7,05		5,00	5,000	5,000		
124	бурая ржавчина	X	25,80	25,80	19,59	9,33	9,33	9,330	9,330		
125	септориоз	X	41,61	41,61	28,51	3,84	27,23	27,230	27,230	16,370	
126	гельминтоспориоз	X	34,24	34,24	18,52		16,72	16,720	16,720	10,360	
127	бактериозы	X	0,45	0,45	0,45			0,00			
128	фузариоз колоса	X	4,43	4,43	0,60			0,00			
129	головневые яровых, всего, в т. ч.	X	18,21	18,21	0,40	0,00	X	X	X	X	X
130	пыльная головня пшеницы	X	11,85	11,85	0,40		X	X	X	X	X
131	пыльная головня ячменя	X	6,36	6,36	0,30		X	X	X	X	X
132	твердая головня пшеницы	X	7,16	7,16			X	X	X	X	X
133	твердая головня ячменя	X	3,31	3,31			X	X	X	X	X
134	септориоз колоса	X	4,12	4,12	0,43			0,00			
135	чернь колоса	X	8,15	8,15	3,93			0,00			
136	прочие болезни	X	0,34	0,34	0,34			0,00			
137	Вредители и болезни Овса, всего	100,510	16,50	85,30	14,29	0,22	1,25	1,25	1,25	0,00	0,00
138	вредители, в т. ч.	X	16,50	41,82	14,29	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
139	пьявица:	X	4,00	7,08	0,83	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
140	в т. ч. личинки	X	4,00	4,00	0,83	0,22		0,00			
141	имаго	X	3,08	3,08	0,22	0,22		0,00			
142	хлебные блошки	X	16,50	16,50	14,29			0,00			
143	злаковые тли	X	8,28	8,28	2,10			0,00			
144	овсяный трипс	X	14,45	14,45	11,70			0,00			
145	злаковые мухи, в т. ч.	X	1,38	1,38	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
146	личинки	X	1,38	1,38	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
147	имаго	X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
148	шведская	X	1,38	1,38	0,38			0,00			
149	личинки	X	1,38	1,38	0,38			0,00			
150	зерновые совки	X	0,10	0,10				0,00			
151	в т. ч. серая зерновая	X	0,10	0,10				0,00			

Продолжение таблицы А.1

15 2	прочие вредители	X	2,31	2,31	1,53			0,00			
15 3	болезни, в т. ч.	X	13,65	43,48	10,60	0,00	1,25	1,25	1,25	0,00	0,00
15 4	корневые гнили	X	13,65	13,65	1,95			0,00			
15 5	мучнистая роса	X	4,97	4,97	1,50			0,00			
15 6	бурая ржавчина	X	11,21	11,21	4,29			0,00			
15 7	корончатая ржавчина овса	X	2,13	2,13	1,25			0,00			
15 8	септориоз	X	11,53	11,53	10,60			0,00			
15 9	гельминтоспориоз	X	5,57	5,57	1,87			0,00			
16 0	красно-бурая пятнистость	X	9,55	9,55	2,05		1,25	1,25	1,25		
16 1	фузариоз колоса	X	0,12	0,12				0,00			
16 2	головневые, всего, в т. ч.	X	7,93	7,93	4,09	0,00	0,00	0,00			
16 3	пыльная головня овса	X	7,93	7,93	4,09			0,00			
16 4	твердая головня овса	X	7,93	7,93				0,00			
16 5	прочие головневые	X	7,93	7,93				0,00			
16 6	чернь колоса	X	10,25	10,25	7,23			0,00			
16 7	Вредители и болезни Зернобобовых культур, всего	29,470	28,14	73,67	22,49	4,60	13,87	29,05 0	29,050	0,000	0,00
16 8	вредители, в т. ч.	X	28,14	40,63	22,49	4,60	13,87	14,37 0	14,370	0,000	0,000
16 9	клубеньковые долгоносики	X	12,49	12,49	9,98	0,25	0,50	0,500	0,500		
17 0	гороховая зерновка	X	0,20	0,20	0,20			0,000			
17 1	гороховая тля	X	28,14	28,14	22,49	4,60	13,87	13,87 0	13,870		
17 2	болезни, в т. ч.	X	18,62	33,04	13,29	4,43	10,25	14,68 0	14,680	0,000	0,000
17 3	гнили всходов и корней	X	2,40	2,40	0,61			0,000			
17 4	аскохитоз	X	8,66	8,66	6,44		10,25	10,25 0	10,250		
17 5	пероноспороз	X	0,61	0,61				0,000			
17 6	ржавчина	X	18,62	18,62	13,29	4,43		4,430	4,430		
17 7	мучнистая роса	X	2,75	2,75	0,60			0,000			
17 8	Вредители и болезни Многолетних трав, всего	200,78 2	10,68	18,64	7,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17 9	вредители, в т. ч.	X	10,68	12,18	7,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18 0	клубеньковые долгоносики	X	10,68	10,68	7,96			0,00			
18 1	люцерновый клоп	X	1,50	1,50	0,40			0,00			
18 2	болезни, в т. ч.	X	4,56	6,46	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Продолжение таблицы А.1

183	фузариоз	X	1,00	1,00				0,00			
184	антракноз	X	2,70	2,70				0,00			
185	аскохитоз	X	2,24	2,24	0,40			0,00			
186	мучнистая роса	X	3,20	3,20				0,00			
187	ржавчина	X	2,02	2,02	0,30			0,00			
188	бурая пятнистость	X	4,56	4,56	1,64			0,00			
189	прочие болезни	X	0,90	0,90	0,90			0,00			
190	Вредители и болезни Рапса, всего	67,533	38,81	101,13	24,97	8,49	35,36	85,303	85,30	0,00	0,00
191	вредители, всего	X	38,81	92,53	24,97	8,49	35,36	81,103	81,10	0,00	0,00
192	болезни, всего	X	6,20	8,60	4,20	0,00	4,20	4,200	4,20	0,00	0,00
193	Вредители и болезни Ярового рапса, всего	67,533	38,81	101,13	24,97	8,49	35,36	85,303	85,303	0,000	0,000
194	вредители, в т. ч.	X	38,81	92,53	24,97	8,49	35,36	81,103	81,103	0,000	0,000
195	крестоцветные блошки	X	16,79	16,79	14,70		12,00	12,000	12,000		
196	белянки	X	15,59	15,59	9,39	6,39	7,70	7,700	7,700		
197	рапсовый пилильщик	X	6,03	6,03	5,13	4,40	4,40	4,400	4,400		
198	рапсовый цветоед	X	35,73	35,73	20,10	8,49	35,36	35,360	35,360		
199	капустная моль	X	38,81	38,81	24,97	6,30	21,64	21,643	21,643		
200	прочие вредители	X	1,20	1,20	1,20			0,000			
201	болезни, в т. ч.	X	6,20	8,60	4,20	0,00	4,20	4,200	4,200	0,000	0,000
202	черная ножка	X	2,00	2,00	2,00			0,000			
203	мучнистая роса	X	2,29	2,29	0,23			0,000			
204	альтернариоз	X	6,20	6,20	4,20		4,20	4,200	4,200		
205	прочие болезни	X	0,40	0,40				0,00			
206	Вредители и болезни овоще-бахчевых Культур, всего	1,344	1,344	5,242	0,919	0,000	0,749	1,95	1,95	0,00	0,00
207	вредители, всего	X	1,344	3,338	0,839	0,000	0,749	1,949	1,949	0,00	0,00
208	вредители капусты, в т. ч.	0,749	0,749	1,498	0,749	0,000	0,749	1,949	1,949	0,00	0,00
209	крестоцветные блошки	X	0,749	0,749	0,250		0,200	0,200	0,200		
210	капустная белянка	X	0,500	0,500	0,500		0,500	0,500	0,500		
211	репная белянка	X	0,500	0,500	0,500		0,500	0,500	0,500		
212	капустная моль	X	0,749	0,749	0,749		0,749	0,749	0,749		
213	вредители столовой свеклы, вт. ч.	0,205	0,205	0,620	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Продолжение таблицы А.1

21 4	свекловичная минирующая муха	X	0,205	0,620	0,08			0,00			
21 5	вредители моркови, в т. ч.	0,205	0,205	0,520	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21 6	морковная муха	X	0,205	0,520	0,01			0,00			
21 7	вредители лука в т. ч.	0,185	0,185	0,700	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21 8	луковая муха	X	0,185	0,700				0,00			
21 9	болезни, всего	X	1,344	1,904	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22 0	болезни капусты, в т. ч.	0,749	0,749	0,749	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22 1	кила	X	0,30	0,30				0,00			
22 2	сосудистый бактериоз	X	0,30	0,30	0,10			0,00			
22 3	прочие болезни	X	0,749	0,749	0,749			0,00			
22 4	болезни столовой свеклы, в т.ч.	0,205	0,205	0,345	0,110	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22 5	церкоспороз	X	0,205	0,345	0,110			0,00			
22 6	болезни моркови, в т. ч.	0,205	0,205	0,560	0,060	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22 7	альтернариоз	X	0,205	0,560	0,060			0,00			
22 8	болезни лука и чеснока, в т. ч.	0,185	0,185	0,250	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22 9	пероноспороз	X	0,185	0,250				0,00			
23 0	ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ СОИ	0,769	0,769	2,307	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23 1	вредители, в т. ч.	X	0,769	1,538	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23 2	соевая полосатая блошка	X	0,769	0,769				0,00			
23 3	клещи	X	0,769	0,769				0,00			
23 4	болезни, в т. ч.	X	0,769	0,769	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23 5	фузариоз	X	0,769	0,769				0,00			
23 6	аскохитоз	X	0,769	0,769				0,00			
23 7	септориоз	X	0,769	0,769				0,00			
23 8	прочие болезни	X	0,769	0,769				0,00			
23 9	Вредители и болезни Картофеля, всего	9,458	9,485	15,130	7,400	0,00	9,458	16,94	16,94	0,00	0,00
24 0	вредители, в т. ч.	X	9,485	9,550	7,400	0,00	9,458	12,52	12,52	0,00	0,00
24 1	в т. ч. колорадский жук	X	9,485	9,550	7,400		9,458	12,52	12,52		
24 2	болезни, в т. ч.	X	5,58	5,58	3,00	0,00	4,42	4,42	4,42	0,00	0,00
24 3	фитофтороз	X	5,58	5,58	3,00		4,42	4,42	4,42		
24 4	черная ножка	X	1,00	1,00	0,30			0,00			
24 5	альтернариоз	X	5,50	5,50	2,20			0,00			

Окончание таблицы А.1

24 6	ризоктониоз	X	5,50	5,50	2,50			0,00			
24 7	СКЛАДСКИЕ ПОМЕЩЕНИЯ, всего:	X	548,25	548,25	X	X	X	548,25	X	0,00	X
24 8	в т. ч. ЗЕРНОХРАНИЛИЩА	X	388,24	388,24	X	X	X	388,24	X	X	X
24 9	КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩА	X	75,86	75,86	X	X	X	75,86	X	X	X
25 0	ОВОЩЕХРАНИЛИЩА	X	84,15	84,15	X	X	X	84,15	X	X	X

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Результаты исследования процесса заряда АКБ

Таблица Б.1 – Экспериментальные данные, полученные при заряде АКБ (PS-12120) от ФЭП 28 Вт (TPS-936M)

t, мин	Uзар, В	I, А	E, лк	P, Вт	Uфэп, В
0	12,5	1,25	823	15,25	18,25
15	12,6	1,28	825	15,62	19,2
45	13,1	1,25	826	15,38	19,94
75	13,32	1,22	823	16,10	21,5
90	13,58	0,3	235	4,11	20,97
120	14	1,26	825	16,80	21,8

Таблица Б.2 – Результаты расчета энергии, полученной АКБ (PS-12120) от ФЭП (TPS-936M) 28 Вт на различных интервалах времени

Интервал времени	Длина интервала	Энергия с накоплением
t, мин	t _{инт} , ч	WΣ, Вт·ч
0--15	0,25	4,81
15--45	0,5	12,56
45--75	0,5	19,43
75--90	0,25	22,75
90--120	0,5	27,71

Таблица Б.3 – Экспериментальные данные, полученные при разряде АКБ (PS-12120) на «ВидеоСветоловушке»

t, мин	U, В	I, мА	P, Вт
0	13,2	285	5,68
60	13,01	273	5,41
120	12,98	262	5,13
180	12,95	254	5,0
240	12,82	240	4,76

Продолжение таблицы Б.3

t, мин	U, В	I, мА	P, Вт
300	12,77	220	4,55
360	12,67	198	4,2
420	12,57	150	4,15
480	12,54	124	3,7
600	12,47	111	3,4
660	12,44	97	2,82
780	12,35	89	2,37
1080	12,29	72	2,20
1200	12,25	69	2,05
1320	12,25	68	1,98
1440	12,24	65	1,93

Таблица Б.4 – Энергия, полученная светодиодами светоловушки от АКБ на различных интервалах времени

Интервал времени	Длина интервала	Энергия	Энергия с накоплением
t, мин	t _{инт} , ч	W _{инт} , Вт·ч	W _Σ , Вт·ч
0-50	0,8	3,54	3,54
50-90	0,6	3,28	6,82
90-100	0,1	2,97	9,79
100-220	2	2,77	12,56
220-300	1,2	2,69	15,25
300-350	0,8	2,41	17,66
350-400	0,8	2,24	19,90
400-500	1,6	2,11	22,01
500-600	1,6	3,78	25,79
600-800	3,4	4,65	30,45
800-1100	5	6,00	36,45
1100-1300	3,4	2,08	38,53
1300-1440	2,2	1,82	40,35

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Расчет параметров фотоэлектрического преобразователя

Расчет рабочего тока производим в соответствии с данными расчета емкости аккумуляторной батареи.

Емкость батареи, требуемую для восполнения (заряда) находим по выражению:

$$Q_3 = \frac{W-k}{U} \quad (\text{Г.1})$$

Необходимый ток заряда определяем по формуле:

$$I_3 = \frac{Q_3}{t_3} \quad (\text{Г.2})$$

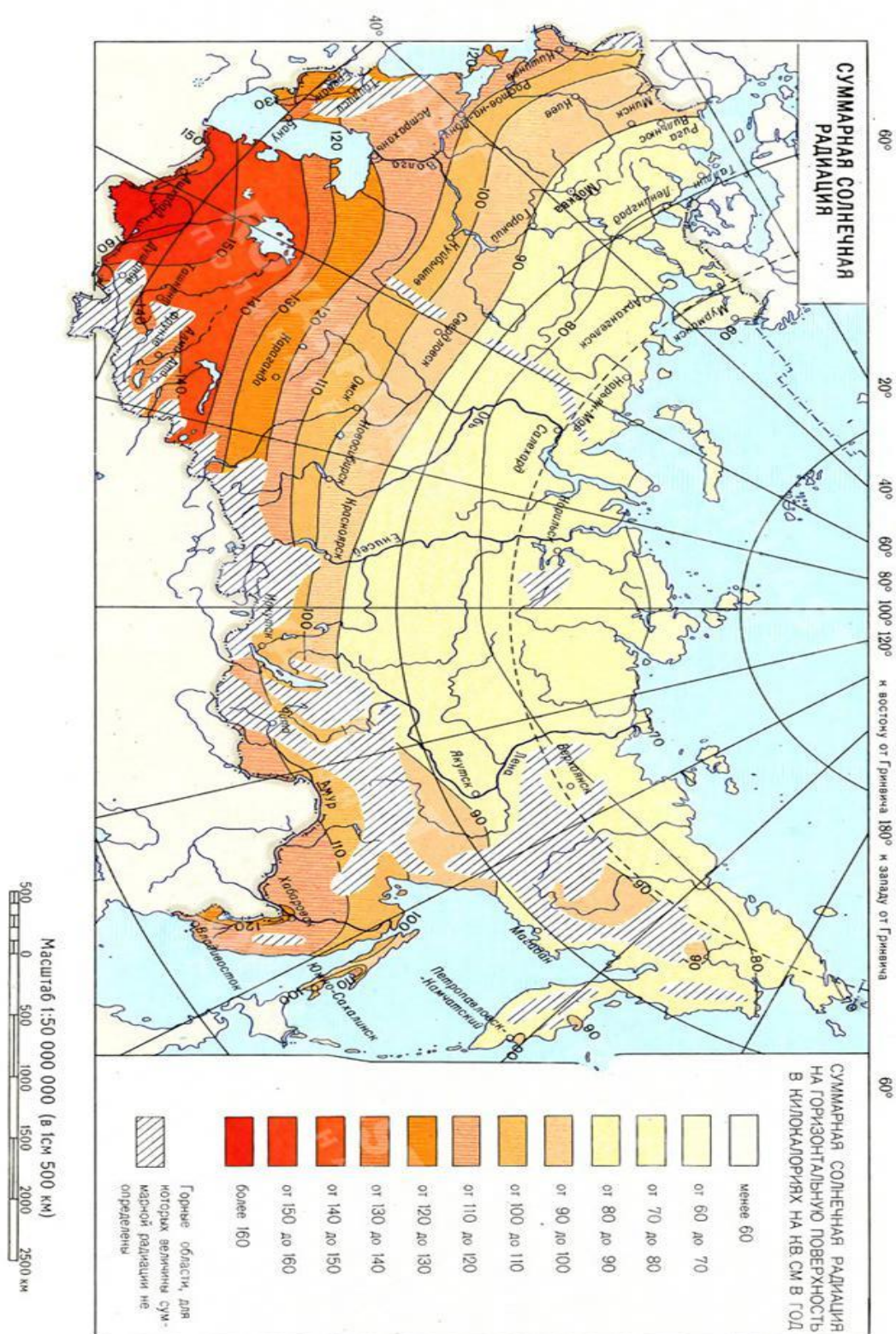
где t_3 – время заряда, ч.

Время заряда принимаем равным продолжительности светлого времени суток, в течение которого значение освещенности поверхности ФЭП близко к расчетному значению (паспортные данные ФЭП).

По полученному значению тока выбираем модель ФЭП. Рабочий ток ФЭП должен быть равен или немного превосходить рассчитанный ток заряда. В случае относительно большой мощности необходимой для питания установки, то можно увеличить мощность ФЭП при помощи их параллельного включения, но обеспечивающих одинаковое напряжение фото ЭДС.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Суммарная солнечная радиация по регионам РФ



ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

В приведённых ниже таблицах данные по соотношениям между Вт\м², Дж\см².

Интенсивность Ватт\м ²	Сумма солнечной радиации за обозначенный период времени в Дж\см ²							
	1 минута	5 минут	10 минут	20 минут	30 минут	40 минут	50 минут	60 минут
50	0.3	1.5	3	6	9	12	15	18
100	0.6	3	6	12	18	24	30	36
150	0.9	4.5	9	18	27	36	45	54
200	1.2	6	12	24	36	48	60	72
250	1.5	7.5	15	30	45	60	75	90
300	1.8	9	18	36	54	72	90	108
350	2.1	10.5	21	42	63	84	105	126
400	2.4	12	24	48	72	96	120	144
450	2.7	13.5	27	54	81	108	135	162
500	3	15	30	60	90	120	150	180
550	3.3	16.5	33	66	99	132	165	198
600	3.6	18	36	72	108	144	180	216
650	3.9	19.5	39	78	117	156	195	234
700	4.2	21	42	84	126	168	210	252
750	4.5	22.5	45	90	135	180	225	270
800	4.8	24	48	96	144	192	240	288
850	5.1	25.5	51	102	153	204	255	306
900	5.4	27	54	108	162	216	270	324
950	5.7	28.5	57	114	171	228	285	342
1000	6	30	60	120	180	240	300	360

Люксы	Интенсивность Ватт/м ²	Сумма радиации Дж/см ² /час
1,000	24	8.6
2,000	47	16.9
3,000	69	24.8
4,000	90.1	32.4
5,000	110.2	39.6
10,000	196.2	70.6
15,000	258	92.9
20,000	295.8	106.2
25,000	313.1	112.7
30,000	350.7	126.2
40,000	454.6	163.6
50,000	551.9	198.7
60,000	642.8	213.4
70,000	727.1	261.8
80,000	805.5	289.8
90,000	876.3	315.5
100,000	941.1	338.8

Размещается в сети Internet на сайте ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
<https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2023/savchuk-monitoring.pdf>
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, ИТАР-ТАСС, РГБ,
доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.
Заказ № 1186 от 13.12.2023; авторская редакция.
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-148-2



9 785983 461482