

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

**ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ
АНТРОПОГЕННЫХ РИСКОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК
В ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМАХ**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

**ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ
АНТРОПОГЕННЫХ РИСКОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК
В ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМАХ**

Монография

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2024

© О. К. Никольский, Л. В. Куликова,
Д. О. Суринский, В. В. Фараносов,
Ю. Д. Шлионская, 2024
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

ISBN 978-5-98346-161-1

УДК 632.8

ББК 44.9

Рецензенты:

профессор, заведующий кафедрой «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» (г. Барнаул), доктор технических наук А. А. Багаев;

профессор, заведующий кафедрой «Электрооборудование и энергосбережение», ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева» (г. Орел), доктор А. Н. Качанов;

доцент, директор Инженерно-технологического института, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» (г. Тюмень), кандидат технических наук Н. Н. Устинов

Экспертная система диагностирования и оптимизации антропогенных рисков электроустановок в человеко-машинных системах : монография / О. К. Никольский, Л. В. Куликова Д. О. Суринский [и др.]. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2024. – 60 с. – URL: <https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/nikolskiy.pdf>. – Текст : электронный.

Монография является продолжением изданной в 2021 году монографии «Электрофизические методы защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)» и содержит ряд новых вопросов, не рассмотренных ранее, в частности, вопросы, связанные с применением экспертных систем в задачах моделирования и оценки защитных мероприятий от вредителей (насекомые, грызуны, птицы) на объектах АПК.

Монография предназначена для научных работников, преподавателей, магистрантов, аспирантов электротехнологических направлений АПК.

Текстовое (символьное) электронное издание

© О. К. Никольский, Л. В. Куликова, Д. О. Суринский,

В. В. Фараносов, Ю. Д. Шлионская, 2024

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | Стр. |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| ГЛАВА 1. Проблема защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)..... | 6 |
| ГЛАВА 2. Системно-функциональный анализ установок для борьбы с вредителями в АПК на основе электрофизического метода..... | 18 |
| ГЛАВА 3. Разработка и исследование установок электрофизического метода борьбы с вредителями в АПК..... | 27 |
| ГЛАВА 4. Разработка, исследование и производственные испытания систем защиты объектов АПК от вредителей | 29 |
| ГЛАВА 5. Применение экспертных систем в задачах моделирования и оценки защитных мероприятий от вредителей (насекомые, грызуны, птицы) на объектах АПК..... | 32 |
| ГЛАВА 6. Перспективные направления использования систем защиты объектов сельского хозяйства от вредителей (насекомые, грызуны, птицы) с использованием электрофизических методов..... | 50 |
| Список литературы | 52 |

ВВЕДЕНИЕ

Монография является продолжением темы «Электрофизические методы защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)», но имеет самостоятельное значение. Оно заключается в том, что совокупность производственных площадок сельскохозяйственного объекта, объединенных общей производственной целью, рассматривается как система, имеющая единый рискообразующий фактор – «вредители», управление которым возможно только через воздействие на все элементы, входящие в систему защитных мероприятий.

Такой подход к управлению может быть основан с применением экспертных систем в задачах моделирования и оценки защитных мероприятий от вредителей при анализе эффективности методов и средств защиты, моделируемых методами неопределенности с учетом свойств защищаемого объекта, влияющих на производственный процесс и на системный показатель в целом.

Именно требование управления рискообразующими факторами привело к понятию системы защитных мероприятий с применением экспертных систем, включающей все процессы, обеспечивающие защиту сельскохозяйственного объекта от вредителей.

Затронута такая проблема, как риск потери урожая в сельскохозяйственном производстве, но только в порядке специфичной для отрасли задачи защиты от вредителей.

Предпринята попытка доказательства применения расчета интегрального значения потери урожая на основе вероятностных оценок опасных событий с последующим анализом исходов и направление его на оценку ущерба предприятия от действия вредителей, позволяющее в расчетах и в анализе эффективности связать этот показатель с существующими нормативными требованиями (например, в виде требования СНИП и ГОСТ). Это понятие позволило в оценке эффективности перейти от безотносительной экономии энергии к энергоемкости получаемого при использовании энергии результата, являющегося сравнимым показателем, имеющим минимум. Приведены выражения, позволяющие показатели эффективности защитных мероприятий связать с экономическими показателями производства.

Следует, однако, отметить, что изложенный в книге материал не является завершенным по указанной теме - «Электрофизические методы защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)». Не затронуты, вопросы информационного обеспечения предлагаемых методов,

учета влияния биологических объектов на предложенную методику и организационных форм реализации снижения эколого-эпидемиологических рисков в отрасли. Это связано с тем, что каждый из указанных аспектов представляет собой важную для отрасли проблему, требующую специального рассмотрения. Приведенные в тексте рисунки служат иллюстрацией излагаемого материала.

Монография посвящена вопросам использования устройств на основе электрофизических методов борьбы с вредителями в АПК (насекомые, грызуны, птицы). Приведены теоретические материалы по определению основных конструктивных и технологических параметров устройств на основе электрофизических методов борьбы с вредителями в АПК, смоделированы процессы защитных мероприятий на объектах АПК, а также рассмотрены результаты лабораторных и производственных устройств электрофизической защиты объектов АПК от насекомых вредителей.

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

ГЛАВА 1. Проблема защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)

В настоящее время территории городов и их окраины служат местом обитания не только людей и домашних животных, они так же являются местом обитания многочисленных видов диких птиц. В населенных пунктах и в их близи сформировалась специфическая фауна птиц. Основными её особенностями являются ограниченное количество видов и большое количество особей. Это связано с тем, что немногие виды птиц смогли приспособиться к специфическим условиям жизни в городе. Однако те, которые смогли приспособиться, нашли на территории города благоприятную среду для быстрого и массового размножения. Численность птиц-синантропов в крупных городах достигает десятков и сотен тысяч особей [19].

Синантропными птицами называют диких птиц, которые постоянно обитают в соседстве с человеком или нашли благоприятные условия гнездования на территории населенных пунктов и их окрестностей. Многие сферы жизни синантропных птиц напрямую связаны с деятельностью человека, так питание синантропов носит антропогенный характер, т.к. в их рацион обычно входят семена культурных растений и всевозможные пищевые отходы [20].

В каждом регионе преобладают разные виды пернатых, но есть закономерности, характерные для всей территории России. Практически везде основными представителями синантропные являются домовые воробьи и сизые голуби. В центральной части страны в этот список можно смело занести серую ворону. При перемещении в сторону запада численность ворон заметно уменьшается. В районах Прикарпатья и на Западной Украине встретить представителей этого семейства становится сложнее, однако в этих краях жизнь осложняют грачи и галки. Грачи массово оккупируют городские парки и скверы и загрязняют почву до такой степени, что растения замедляют свой рост, а то и вовсе погибают. В приморских городах основным представителем синантропов являются чайки.

Чем так привлекает город все эти семейства птиц? Сизый голубь - близкий родственник скалистого голубя. Раньше этот вид обитал в горах, город со своими высотками ассоциируется с горами, что для голубей практически родная среда. Высокая смертность голубей, связанная с несоответствием новой среды обитания устоявшимся привычкам, компенсируется интенсивностью размножения [21].

Город является привлекательным местом для воробьев, так же как и для голубей. В мегаполисах воробьи могут под гнезда приспособить дома, другие строения. Причем в обживании городской среды воробьи обгоняют голубей. Ученые всё чаще находят гнезда воробьев в местах нехарактерных для данного вида. Более того, птицы обосновываются малочисленными группами, которые изолированы одна от другой. Такое поведение характерно для пребывания в естественной среде. Серые вороны всегда предпочитали лесные опушки, так как на деревьях они вили гнезда, а пищу добывали на открытой местности. Городская среда с ее декоративными насаждениями, парковыми площадками, кладбищами похожа на естественные условия их обитания ворон, поэтому и привлекает их.

Несмотря на биологические расхождения, в период освоения территорий городов в поведении этих видов отчетливо просматриваются сходные реакции. Предки всех этих особей относятся к мигрантам, то есть в зимнее время они улетали на юг. Однако современные нынешние голуби, воробьи и вороны оседлы: они неохотно снимаются с насиженных мест и необходимости стараются не покидать территорию города. В настоящее время представители пернатых обитают в городах, и их плотность во много раз превышает характерную для естественной среды обитания [23].

Все виды синантропных птиц разделяют на 3 группы по приближенности к местам проживания человека:

1. Облигатные синантропы – виды полностью связанные с населенными пунктами гнездовыми и кормовыми интересами. К ним принадлежат сизый голубь, домовый воробей и ласточка касатка (деревенская ласточка).

2. Факультативные гнездящиеся синантропы – виды селящихся в естественных биотопах и в населенных пунктах. Это- скалистый голубь, черный и белопопый стрижи, удод, малый пестрый дятел, ворона, скворец обыкновенный, полевой воробей, трясогузка белая, большая синица, обыкновенная и сибирская горихвостки, воронок (городская ласточка).

3. Факультативные не гнездящиеся синантропы – виды, не заселяющие населенные пункты, но тесно связанные с ними кормовыми интересами. К их числу относятся орел могильник, коршун, ворон, грач, галка даурская, сорока обыкновенная, сорока голубая, свирель [26].

Надо отметить, что не все из названных видов встречаются везде и повсеместно, и проявляют себя как представители строго определенной группы [27].

Принципиальным отличием выше перечисленных видов от остальных особей является плотность поселений, которая существенно превышает аналогичные показатели в естественной среде. Большая плотность несет определенные угрозы, так как массовое скопление пернатых создает благоприятный микроклимат для размножения блох, клещей и многих других вредных насекомых. По мнению специалистов, каждая вторая особь пернатых является потенциальным переносчиком опасной инфекции орнитоз, которой могут заразиться и люди, контактировавшие с птицей. Возбудителем инфекции является хламидия пситтации, имеющая промежуточный статус между бактерией и вирусом.

Нередко синантропные птицы выступают переносчиками возбудителей птичьего гриппа, бруцеллёза и других серьезных заболеваний. Многие виды кровососущих насекомых обитают на теле пернатых. К примеру, полевой воробей может быть распространителем бактериальных, вирусных и гельминтозных болезней, имеющих характерную природную очаговость. Воробьи с лету попадают в закрытые торговые павильоны, где при непосредственном контакте с продуктами питания увеличиваются риск порчи продуктов и заражения инфекциями.

Не менее важной проблемой остается птичий помет. Эта проблема затрагивает не только эстетическую составляющую. Во-первых, экскременты пернатых- субстрат, являющийся благоприятной средой для размножения и распространения опасных инфекций. А во-вторых, этот субстрат приводит в негодность облицовочные поверхности.

Синантропные представители городской фауны оказывают негативное влияние на состояние парковых зон и лесных массивов, расположенных в черте города и в непосредственной близости к ней. Городские птицы агрессивны к другим птицам и вытесняют их с территорий парков и скверов. Поэтому планирование и проектирование природных ландшафтов общественного значения неразрывно связано с изучением численности и её регулированием.

Кроме этого, следует принимать во внимание всевозможные сбои в работе жилищных, коммунальных служб, компаний-авиаперевозчиков, связанные с повышенной активностью пернатых. Размер нанесенного ущерба этим компаниям исчисляется миллионами рублей. Гнездование птиц на линиях электропередач так же наносит огромный ущерб. С одной стороны такое соседство может закончиться коротким замыканием и отключением

линии, а с другой лесным пожаром, так как загоревшееся гнездо может упасть на землю, что и вызовет пожар.

Пернатые наносят непоправимый вред сельскому хозяйству, уничтожая урожай на полях и в садах. Сельскохозяйственные сооружения стали облюбованными местами обитания птиц. Различные сараи, навесы, амбары и склада, фермы и тока являются местом отдыха и гнездования птиц. Зерноперерабатывающие предприятия и элеваторы – источники корма для синантропных птиц. Этому способствует обилие и доступность пищи [28].

Синантропные птицы также как грызуны и насекомые наносят колоссальный урон продукции сельского хозяйства. Они вредят созревшему урожаю, выклеивают посевы, а остатки их жизнедеятельности способствуют развитию бактерий и порче продукции. Для складов продуктов питания и зернохранилищ птицы являются самой опаснейшей проблемой, такой же, как мыши или крысы. Кроме всего этого птицы являются потенциальными переносчиками возбудителей птичьего гриппа, бруцеллёза, пастереллёза и других заболеваний. Заражение домашней птицы приведет к увеличению падежа особей, что негативно скажется на доходах предприятия.

В настоящее время на рынке представлено множество универсальных устройств для отпугивания птиц, но может ли быть универсальность быть гарантом успеха в вопросе защиты производственных цехов и складов готовой продукции?

Каждый объект, который требует защиты от синантропных птиц, является уникальным и требует системного подхода в плане выбора

Проблема продовольствия и обеспечение населения полноценным питанием – главная задача любого государства, которая включает в себя не только производство и переработку, но и сохранение запасов, прежде всего зерна и продуктов его переработки (муки, крупы и т.д.), а также мясной, молочной и других видов продукции. Выпуск доброкачественной продукции хлебной и пищевой промышленности возможен только в том случае, если на предприятии строго соблюдаются правила приемки, хранения и переработки сырья, а также налажен постоянный и регулярный санитарно-гигиенический контроль, в том числе и за грызунами.

При производстве и хранении сельскохозяйственной продукции существует ряд проблем, в том числе связанных с ущербом, приносимым грызунами – вредителями. Потери, наносимые грызунами, исчисляются тоннами испорченной продукции, которые в денежном эквиваленте достигают нескольких сотен миллионов рублей в масштабах страны.

По результатам научных исследований отмечено, что крыса способна выбирать себе пищу по свежести и по вкусу; способна адаптироваться к любым природным изменениям; способна угадывать и обходить ловушки; ее организм способен привыкать к различным ядохимикатам.

Сведения об ущербе, причиняемом крысой, не ограничиваются только порчей и уничтожением пищевых продуктов. Помимо вреда, наносимого сельскохозяйственной продукцией, крысы могут наносить вред также технологическому оборудованию и электроподстанциям, находящихся в зоне их обитания, вплоть до полного вывода их из строя. Крысы наносят немалый экономический ущерб, перегрызая изоляцию электрокабелей и электропроводки, уничтожая продукты питания и причиняя вред продукции промышленного назначения.

Причины повреждения серой крысой материалов и технических изделий [29].

1. Прогрызание ходов и отверстий на пути к пище, воде и убежищам.

Одна из самых распространенных причин повреждений, большая часть которых возникает именно в результате желания зверька преодолеть препятствия на пути к жизненно важным для него объектам. Известно, что добираясь до пищи, крысы повреждают тару и упаковку, прогрызают отверстия в полу и стенах складов, зернохранилищ, животноводческих построек.

2. Гнездостроительная деятельность. Серая крыса использует в качестве гнездового материала все, что имеется поблизости: бумагу, ткани, войлок, пенопласт, пленку и т. д. В эксперименте серые крысы в качестве гнездового материала использовали изоляцию проводов, резину, пенопласты, тонкую проволоку. При отсутствии или недостатке естественных материалов повреждения, связанные с гнездостроением усиливаются, особенно в период размножения, так как у беременных самок наблюдается повышение грызущей активности [30].

3. Необходимость стачивания резцов. У серой крысы недельный прирост верхних резцов составляет 2,4 мм, нижних – 3,45 мм. Твердость эмали на резцах – 5,0..5,5 единицы по шкале Мооса. Для сравнения укажем, что твердость свинца по шкале – 1,5 единицы, цинка – 2,5, железа – 4,5, кварца – 7 единиц. Естественно, что такой интенсивный прирост резцов вызывает у зверьков потребность грызть окружающие предметы, чтобы стачивать зубы.

4. Повреждение материалов в результате повышенной активности. При возникновении стрессовых ситуаций в период резкого возрастания

численности, когда нарушается структура популяций и усиливается конкуренция за корм и убежища, возрастает и грызущая активность зверьков и увеличивается вероятность нанесения повреждений [31].

5. Повреждение материалов в результате интенсивного исследовательского поведения. Повреждения серые крысы наносят при исследовании новых объектов. Грызение одной особи может также возбуждать грызущую активность у других зверьков. В эксперименте показано, что при знакомстве с новой обстановкой крысы грызли пол и стены, особое внимание обращая на стыки и углы, т. е. места, где удобно начинать грызть [32].

По данным исследований, ущерб от серой крысы в США составляет 300 млн долларов в год, Англия ежегодно теряет 15 млн фунтов стерлингов, Франция - 15 млн франков, Индия - 700 млн рупий. На Кубе, только в провинции Вилла-Клара крысы и домовая мышь причиняют ежегодный ущерб в 80 тыс. песо. В России эти показатели не меньше и достигают порядка 20 млрд. рублей.

Для оценки ущерба от крысы берутся сведения по следующим параметрам: 1) ежедневный пищевой рацион зверька в весовых категориях;

2) средняя стоимость продуктов;

3) плотность крыс на единицу площади;

4) годовая и сезонная динамика численности.

Было посчитано, что если в среднем в населенных пунктах на объектах обитает 1 крыса на 1000 м^2 , то на площади в $1\,000\,000 \text{ м}^2$ живет 1000 крыс. За 1 день зверек съедает 60 г продуктов, за 1 год - 21 кг 900 г. За год 1000 крыс съедают 219000 кг (условно 22 т). Стоимость этих продуктов - 20 коп. \times 22000 кг = 4400руб. Оценить экономический ущерб от крыс, обитающих по всей России, можно только с большими допущениями, поскольку реальная площадь всех строений очень изменчива и не поддается точному учету даже при анализе всей доступной справочной литературы. Жилые помещения и другие постройки занимают не менее 10 млрд м^2 . Следовательно, если на 1 млн м^2 площади крысы уничтожают в год 22 т продуктов, то на 10 млрд м^2 они способны уничтожить 220 000 т продуктов.

В местах повышенной концентрации крыс экономический ущерб, приносимый ими, может быть во много раз выше. По подсчетам тех же авторов, на одном из мясокомбинатов площадью $970\,000 \text{ м}^2$ жили 9000 крыс. По расчетным данным, при исключительном питании мясом дневная норма для крыс может снижаться до 30 г. Соответственно за год один зверек съедает

10 кг 900 г мясных продуктов (для удобства авторы снизили цифру до 10 кг). 9000 крыс, живущих на мясокомбинате, за год съедают 90 т мясных продуктов, и при минимальной стоимости их в 1 р. 50 коп. за 1 кг убыток в денежном выражении составляет 135000 руб. ежегодно. Переведя данные цены 2014 года ущерб составит 18000000 руб. ежегодно.

По данным был оценен также ущерб, причиняемый серой крысой в портах, площадь которых составляет около 49 млн м². Ориентировочная численность крыс в них - 2 особи на 1000 м², Соответственно на этой площади может обитать 98 тыс. крыс, съедающих там в год 2146 т 200 кг продуктов на сумму около 500 тыс. руб.

Экономический ущерб, причиняемый серой крысой за год в Западной Сибири, оценивается в миллионы рублей. Им были учтены стоимость съеденной и испорченной сельскохозяйственной продукции, испорченных промышленных товаров, а также затраты на проведение работ по борьбе с пасюком. В результате наблюдений, экспериментов, сбора и анализа данных автор установил, что ежегодно в Томской и Тюменской области крысами приводилось в негодность 0,1% площади полов, числа кормушек и другого оборудования животноводческих ферм: в среднем зверьки наносили ущерб в 1,8 коп. на одно животное. Ежегодные потери от порчи крысами промышленных товаров, по исследованию в Томске, составляют в среднем 0,27 коп. на одного жителя. За год один зверек поедает и приводит в негодность в среднем 9,8 кг продуктов и кормов на сумму 78,4 коп.

Нами были изучены материалы по экономическому ущербу, наносимому серой крысой в Сибири и на Дальнем Востоке. Так, в Иркутске на базе молочных продуктов крысами был поврежден теплоизоляционный слой холодильной камеры стоимостью 150 тыс. руб. Они прогрызали отверстия в стенах холодильных камер, тем самым вызывали большой расход электроэнергии для поддержания нужной температуры. Здесь же они грызли блоки сливочного масла и сыра. Работники базы отмечают, что эти зверьки выбирают продукты высшего качества. В бочках с полуфабрикатами сыра они выгрызают содержимое, оставляя сверху тонкую корочку, и при внешнем осмотре замечается только отверстие в сыроподобной массе.

В животноводческих помещениях, по данным, только в свинарниках крысы ежегодно уничтожают 500 тыс. т кормов на сумму в 75 млн руб. Общие ежегодные убытки от них в животноводстве эти авторы оценивают в 157,6 млн руб.

Кроме того, что крысы поедают пищевые продукты, большое количество их они загрязняют своей мочой и калом. Оценить удельный вес таких продуктов очень трудно. Имеются сведения, что один зверек выделяет в год 25 тыс. катышков кала и 20 - 30 мл мочи за сутки. По данным исследователей, одна крыса загрязняет мочой до 1000 зерен крупы в сутки.

Сведения об ущербе, причиняемом серой крысой, не ограничиваются только порчей и уничтожением пищевых продуктов. Так, 20% пожаров в США вызваны замыканиями, произошедшими из-за повреждения этим грызуном кабеля. Из-за повреждения кабеля и узлов автоматической сигнализации крысами в Японии на длительное время нарушалось движение электропоездов. Известно, что в г. Ахваз (Иран) крысы повредили линии связи в подземных коммуникациях, в результате чего в течение нескольких дней во многих учреждениях и жилых домах не работала телефонная связь. Приводятся сведения о повреждении зверьками проводов в самолетах, что может повлечь за собой воздушную катастрофу.

Значительный ущерб крысы причиняют в подземных сооружениях. В канализации сотни нор, сделанных ими в стенках коллекторов, приводят к быстрому разрушению коллекторов, утечке сточных вод и к обвалам. Присутствие зверьков в шахтах представляет еще большую опасность, так как они повреждают изоляцию проводов, упаковку и оболочку взрывчатых устройств.

Во время обследования шахт Донбасса неоднократно отмечали поврежденные крысами оболочки детонаторов и погрызы в ящиках на складах взрывчатых веществ. Ущерб от повреждений серой крысой носит и косвенный характер: например, повреждения герметической упаковки на приборах, хранящихся на складе, приводят к порче последних. Поселяясь в животноводческих помещениях, крысы прогрызают многочисленные отверстия в полу, и находящийся здесь скот ломает ноги, проваливаясь в дыры; аварии на подстанциях приводят к остановке работы на предприятиях и т.д. [33].

Грызунов разных видов объединяют общие признаки: высокая плодовитость, прожорливость, умение адаптироваться практически к любым условиям, острый слух, хорошо развитый нюх. Они четко различают запахи, что помогает отыскивать пищу на довольно большом расстоянии. Благодаря развитым органам чувств крысы и мыши свободно ориентируются в пространстве, быстро запоминают детали зданий, куда поселяются.

Все эти качества очень мешают человеку бороться с вредителями. Крысы и мыши - очень умные существа, в которых сильно развит инстинкт самосохранения. И к мероприятиям по их отпугиванию и уничтожению нужно подходить со всей серьезностью.

1.1 Теоретические основы синтеза рациональных систем защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)

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

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

Вредители наносят человечеству экономический ущерб, поедая посевы, деревянные постройки и другие предметы, изготовленные из материалов растительного происхождения [34].

Существует множество систем мероприятий по защите объектов АПК от вредителей и болезней. Они предусматривают применение в определенной последовательности мер борьбы, направленных на сдерживание размножения наиболее опасных видов вредителей и болезней. Системы мероприятий включают профилактические (агротехнические, селекционные, карантинные) и истребительные (химические, биологические, физико-механические) методы борьбы, взаимно дополняющие друг друга. Эти системы совершенствуют в направлении ограничения использования химических средств защиты и более широкого применения биологического и других методов борьбы, достаточно эффективных против вредителей и болезней и вместе с тем безопасных для человека, полезных животных, растений и окружающей среды в целом. Так системы мероприятий, предназначенные для коллективного и приусадебного садоводства и огородничества, принято называть календарями работ по защите от насекомых-вредителей и болезней плодовых, ягодных, овощных и цветочных культур [35].

Все выше перечисленные методы обладают рядом недостатков. Одной из основных проблем перечисленных методов является и то, что не достаточно хорошо определено время необходимого использования данных методов [36].

Перечисленные недостатки отсутствуют при использовании электрофизического метода защиты. Однако недостаточная изученность

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

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

Интегрированная система защиты растений предполагает специальную тактику применения истребительных средств. По данным мониторинга, проведенного с использованием электрофизического метода определяется возможность и время применения одного из перечисленных методов защиты растений. Химические средства защиты применяются лишь тогда, когда численность насекомых-вредителей превышает экономический порог вредоносности, то есть, когда затраты на защиту урожая окупаются его прибавкой или компенсацией потерь. Для разработки интегрированной системы борьбы требуются длительные исследования, более глубокий экологический и экономический анализы, чем для химической борьбы [37].

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

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

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

1.2 Нормативные требования энерго- и ресурсосбережения и повышение энергоэффективности в АПК

Федеральным Законом №261-ФЗ установлены конкретные законодательные нормы повышения энергоэффективности в Российской Федерации. Целью федерального закона является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности. [38]

Уменьшение энергозатрат путем улучшения энергоэффективности позволяет снизить энергоемкость выпускаемой продукции.

В Российской Федерации издан ряд стандартов, которые направлены на повышение энергоэффективности энергопотребления и энергосбережения. Нормативные показатели энергоэффективности устанавливаются на основе достижения экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий. ГОСТ Р 51749-2001 определяет виды и типы энергопотребляющего оборудования, и показатели его энергетической эффективности [39].

Цель стандарта ISO 50001:2011 заключается в предоставлении компаниям структурированного и всеобъемлющего руководства по оптимизации процесса потребления энергетических ресурсов и системному управлению данным процессом. Необходимость снижения нагрузки на окружающую среду вызвана увеличением отходов и выбросов. Для уменьшения негативного влияния на окружающую среду принимаются более строгие требования к энергетической эффективности. В целях повышения энергоэффективности многие иностранные предприятия внедряют систему энергоменеджмента на основе международного стандарта ISO 50001:2011. Данный стандарт в значительной степени совпадает с европейским стандартом EN16001:2009, который принят в большинстве стран Европы и основан на методологии PDCA (Plan-Do-Check-Act). На этапе планирования стандарт

предполагает идентификацию характеристик энергопотребления предприятия, основных показателей, характеризующих энергоэффективность законодательных и других требований, целевых показателей.

По своей структуре требования вышеуказанных европейских стандартов аналогичны требованиям ISO 14001:2004 и OHS 18001:2007. Суть внедрения этих требований стандартов в том, что, исходя из собственных возможностей, потребностей и целей организация сама определяет конкретные планы действий.

ГЛАВА 2. СИСТЕМНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УСТАНОВОК ДЛЯ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ В АПК НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА

2.1 Системно-функциональный анализ установок для борьбы с насекомыми на основе электрофизического метода

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

Интегрированная система защиты растений предполагает специальную тактику применения истребительных средств. По данным мониторинга, проведенного с использованием электрофизического метода определяется возможность и время применения одного из перечисленных методов защиты растений. Химические средства защиты применяются лишь тогда, когда численность насекомых-вредителей превышает экономический порог вредоносности, то есть, когда затраты на защиту урожая окупаются его прибавкой или компенсацией потерь. Для разработки интегрированной системы борьбы требуются длительные исследования, более глубокий экологический и экономический анализы, чем для химической борьбы [40].

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

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

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

Светоловушки завоевали важное место при исследовании фенологии, интенсивности лёта и сравнительной численности многих видов и групп насекомых, особенно имеющих практическое значение [41].

Автоматизация вылова при помощи аспирационной установки и использование ламп ультрафиолетового света значительно повысили эффективность этого метода и расширили область практического применения ловушек для насекомых, которые оказались весьма удобными для скоростных обследований, вылова и даже очистки территории от вредных в сельскохозяйственном, медицинском и ветеринарном отношении видов [42].

Существует большое разнообразие конструкций световых ловушек [43]. Классификация световых ловушек представлена на рис. 1.

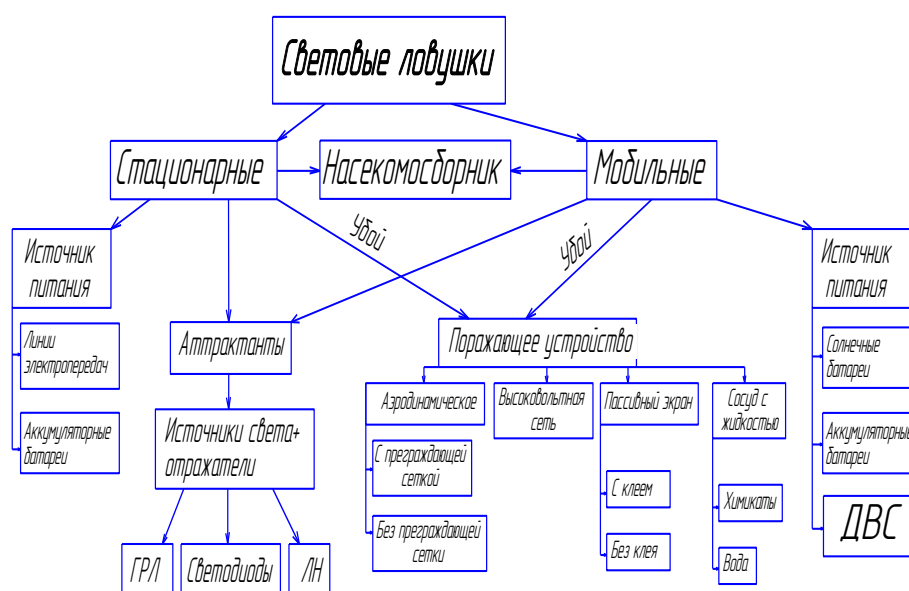


Рисунок 1 - Классификация световых ловушек

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

Разработанная классификация светоловушек основана на следующем ряде основных признаков:

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

Световые ловушки могут выполняться с различными аттрактантами, которые выполняют одну и ту же функцию, но выбор которых косвенно диктуется источником питания и областью действия ловушки. Опытным путем установлено, что наилучшим аттрактантом для насекомых являются источники света с УФ волновым спектром [44].

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

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

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

На практике используются следующие поражающие устройства:

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

Установки с аэродинамическим поражающим органом отличаются тем, что между источником оптического излучения и насекомосборником устанавливается вентилятор, всасывающий вместе с воздушным потоком насекомых, летящих на аттрактант [45].

Эффективность у высоковольтной сети во много раз больше, чем у пассивного экрана. Значительный эффект дает использование аэродинамического поражающего при отлове мелких подвижных насекомых. Крупные насекомые дробятся лопастями вентилятора. Для избегания этого используют сетки, располагаемые перед вентилятором. Однако это приводит к ослаблению воздушного потока. Несмотря на это, аэродинамические поражающие органы являются наиболее перспективными для электрооптических установок, служащих для сигнализации вылета насекомых и непосредственной борьбы с ними [46].

Мобильные световые ловушки нецелесообразно выполнять, используя высоковольтную сетку, поскольку переносные установки из-за трудоемкости обслуживания используются только лишь как сигнализаторы лета насекомых-вредителей [47]. При поражающем органе в виде высоковольтной сетки значительная часть насекомых, прилетевших на аттрактант, сгорает.

Для повышения эффективности световых ловушек идут либо по пути увеличения мощности источников (ЭСЛП-500 с лампой мощностью 500 Вт конструкции института прикладной физики АН МССР), либо применяют несколько маломощных источников (установка «Ротонда» конструкции Биологической лаборатории ВСХИ) [48]. Выбор источников-аттрактантов производился сравнением их привлекающего действия. Однако рост количества выловленных насекомых отстает от увеличения мощности, что ведет к дополнительному расходу электроэнергии и усложнению эксплуатации установок.

При наличии в садовых массивах линий электропередачи напряжением 0,38 кВ изготавливают стационарные установки. Сеть стационарных установок может запитываться от автономных источников питания (аккумуляторных батарей, передвижных электростанций). При отсутствии линий электропередачи изготавливают переносные установки, питание которых осуществляется по кабельной линии от средств передвижения (аккумуляторных батарей, генераторов машин, тракторов) [49].

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

Электрооптические преобразователи с пассивными экранами работают следующим образом. Насекомые, устремляясь к источнику оптического излучения, ударяются о пассивные экраны, теряют устойчивость полета и попадают в насекомосборник. Из различных модификаций такого типа электрооптических преобразователей наиболее удачной оказалась ловушка типа «Пенсильвания», рекомендованная Департаментом земледелия и Энтомологическим обществом США в качестве стандартной. Установка состоит из четырех пассивных экранов, насекомосборника и одной 15-ваттной ультрафиолетовой лампы. В нашей стране Московским заводом «Эмитрон» выпускались аналогичные установки типа ЭСЛУ-3. К установкам этого типа относятся также ловушки ЭС-ЛУ-8ЭП конструкции ВСХИ, ЭСЛ-15Э конструкции АЧИМСХ, ЭФИ-2 конструкции института прикладной физики АН МССР, ЭСЛ-15А конструкции АЧИМСХ [50].

Первые установки содержали источники оптического излучения с расположенными под ними сосудами с жидкостью. Насекомые, устремляясь к источнику оптического излучения, попадали в сосуд и погибали. Однако из-за несовершенства такого устройства эти установки не получили широкого распространения [51].

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

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

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

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

Среди наиболее острых проблем, связанных с внедрением ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, особое место занимают вопросы организации системы защиты растений [52].

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 [53].

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

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

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

Применение данной видеосветоловушки позволит более точно и качественно провести анализ насекомых-вредителей, а также и полезных видов. Через беспроводной канал связи выявить в какое время суток, и какие летающие насекомые более активны. Агропромышленные предприятия смогут в кратчайшие сроки предпринять меры по борьбе с насекомыми-вредителями [54].

2.2 Системно-функциональный анализ установок для борьбы с грызунами на основе электрофизического метода

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

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

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

Анализ технических характеристик устройств для борьбы с грызунами, выпускаемых как отечественными, так и зарубежными производителями, позволяет сделать вывод, что ультразвуковые отпугиватели имеют различные размеры; имеют различные виды питания; различную потребляемую

мощность; работают в интервале рабочих температур от -10 до +40 0С и относительной влажности воздуха до 98%, способны защищать площадь от 60 до 350 м², диапазон рабочих частот составляет 5-100 кГц, звуковое давление до 105 Дб, потребляемая мощность от 4 до 15 Вт. Также следует заметить, что они обладают относительно невысокой стоимостью. Однако производимые конструкции ультразвуковых отпугивателей имеют существенный недостаток. Они не способны обеспечить надежную защиту объекта от проникновения грызунов в течение длительного периода. Это обусловлено тем, что грызуны обладают способностью привыкания к раздражителю (ультразвуку). И при неоднократном попадании под воздействие ультразвука перестают на него реагировать.

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

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

Популярность электрической дератизационной системы объясняется тем, что:

- правильно спроектированная и смонтированная электрическая дератизационная система избавляет здание от грызунов и не дает заселиться в новое здание;
- отсутствует необходимость регулярных закладок ядов с образованием трупов павших зверьков;
- грызуны не погибают, а уходят с охраняемого объекта;

- исход грызунов с оборудованных объектов не приводит к увеличению численности популяций на соседних, не оборудованных объектах;
- отсутствует неприятный запах павших зверьков и сами павшие зверьки;
- привыкания грызунов к воздействию системы нет;
- при своей работе электрическая дератизационная система не создает промышленных помех [55].

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

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

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

2.3 Системно-функциональный анализ установок для борьбы с птицами на основе электрофизического метода

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

Не маловажными факторами остаются дороговизна и воздействие ультразвука на человека. Последнее обстоятельство вынуждает отказываться от применения этого средства в непосредственной близости от людей [56].

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

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

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

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

Наиболее перспективным является метод отпугивания синантропных птиц с использованием технических средств, разрабатываемых на основе электронно-ионной технологии. По назначению данные технические устройства принадлежат к охранно-отпугивающим. Таким устройством является электрический отпугиватель, представляющий собой систему, состоящую из источника высокого импульсного напряжения и системы электродов. Электроды размещаются по помещениям, которые будут защищаться от синантропных птиц, и являются электризуемыми барьерами [44].

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

Электризуемые барьеры устанавливаются на потенциальные посадочные поверхности (периметры крыш, выступающие части сооружений и др.). Барьеры выполняются в виде одиночных электродов, размещаемых на изолирующем основании [57].

К преимуществам этого метода можно отнести отсутствие эффекта привыкания и отсутствие опасности для жизни птиц, что установлено медико-биологическими исследованиями. Так же отсутствие шумов при работе и возможность использования как в светлое, так и в темное время суток увеличивают его область применения. [58]

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ В АПК

3.1 Разработка и исследование установки для борьбы с насекомыми

Эффективность интегрированной защиты растений во многом определяется качеством мониторинга численности и вида 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 [59, 63].

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

3.2 Разработка и исследование установки для борьбы с грызунами

В ФГБОУ ВПО ГАУ Северного Зауралья на кафедре «Энергообеспечение сельского хозяйства» была разработана модель электродератизатора для предотвращения проникновения грызунов на объекты АПК. [60,64]

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

3.3 Разработка и исследование установки для борьбы с птицами

Определение величины напряжения пробоя на коронно-разрядной системе электродератизатора при нахождении птицы в зоне действия установки исследовалось в зависимости от диаметра коронирующего электрода r_0 , межэлектродного промежутка h_1 и межэлектродного расстояния между коронирующим электродом и птицей – Δh , при этом радиус коронирующего электрода изменялся от $r_0=0,1$ см до $r_0=0,4$ см с шагом $\Delta r_0=0,1$ см. При изменении межэлектродного промежутка $h_1=15,20,25$ см и $\Delta h=0,5;1;1,5$ см. Замеры производились с 3-кратной повторностью. [65]

При конструировании секций электроотпугивателя птиц ставятся следующие задачи:

- Определить величину импульса отпугивающего напряжения, подаваемого на секцию ЭОП.

- Определить величину межэлектродного расстояния, учитывая параметрические особенности отпугиваемых птиц.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ АПК ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

4.1 Система защиты объектов АПК от насекомых

Результаты исследования эффективности работы однощелевой светоловушки с различной мощностью источников света – аттрактантов (с различным количеством светодиодов) представлен на рис. 2. [69,70,74,75,76,77]

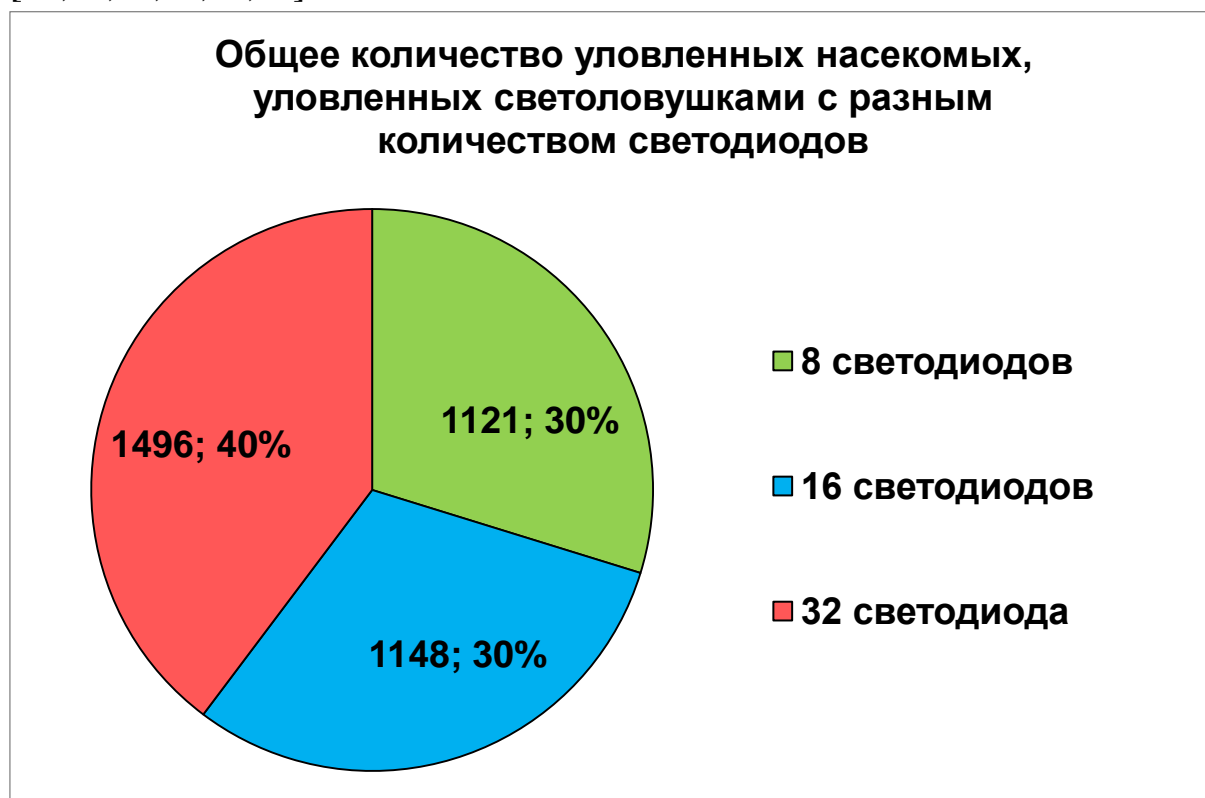


Рисунок 2 – Общее количество уловленных насекомых, уловленных светоловушками с разным количеством светодиодов

4.2 Система защиты ферм от грызунов

На основании патентного поиска было выявлено несколько патентов на технические устройства для дератизации. Наиболее интересным устройством в этой области является «Барьер электризуемый для дератизатора» [61,66,67,68,72].

Нами были проведены экспериментальные исследования по определению напряжения пробоя барьерного элемента (БЭ).

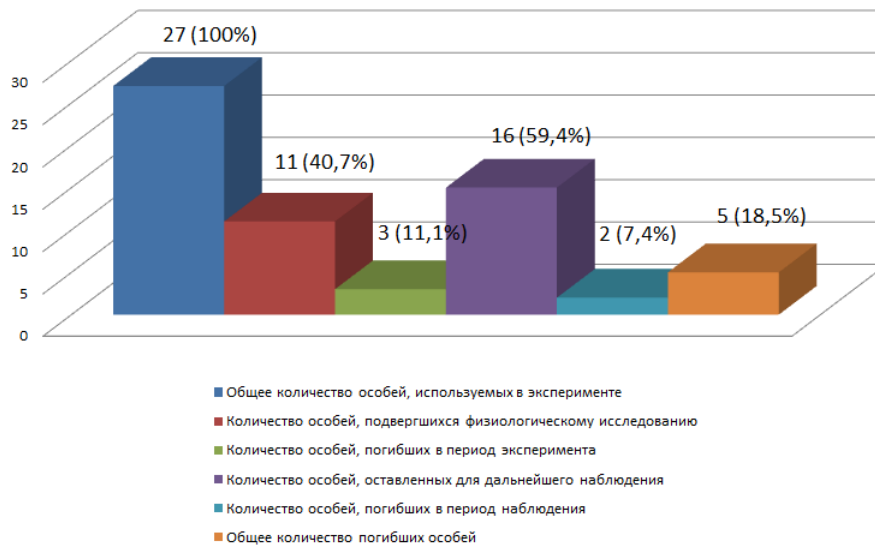


Рисунок 3 – Общие результаты экспериментальных данных

Анализ результатов влияния электрического воздействия на физиологическое состояние грызунов показал, что летальный исход наступает у грызунов при напряжении 7кВ и времени воздействия 1-2 секунды.

В результате проведенных экспериментов были получены следующие данные:

1. При подаче напряжения $U=30$ кВ на потенциальный электрод БЭ без снятия изоляции пробой отсутствовал при касании заземленного электрода (рис. 66 а).

2. При подаче напряжения $U=10$ кВ на потенциальный электрод БЭ с оголенным потенциальным электродом пробой фиксировался на расстоянии $h=5$ мм (рис. 66 б); при напряжении $U=20$ кВ – $h=20$ мм (рис. 66 в); при напряжении $U=30$ кВ – $h=45$ мм (рис. 66 г).

4.3 Система защиты объектов АПК от птиц

Эксперимент проводился в течение 25 дней непрерывной работы ЭОП. Секция ЭОП была установлена на защищаемом объекте за 3 дня до начала эксперимента, чтобы исключить испуг птицы новым объектом на месте их кормления. Количество птиц фиксировалось каждый день эксперимента в течение времени кормления на защищаемом объекте (2 часа) фото и видеосъемкой, результаты заносились в журнал эксперимента. [62,71,73]

Проведение эксперимента показало, что существует некая зависимость между длительностью отсутствия голубей на защищаемом объекте и продолжительностью отпугивающих мероприятий.

В первые пять дней работы установки от кормления на объекте отказывается 18% от общего количества стаи. К этой группе относятся наиболее пугливые и осторожные особи. В последующие дни количество особей изменяется нелинейно. Случайно увеличение количества особей обусловлено появлением птиц, прилетевших на объект впервые. Стабильный эффект отпугивания наблюдается примерно через две недели ежедневной работы установки, количество особей в этот период уменьшилось на 75%.

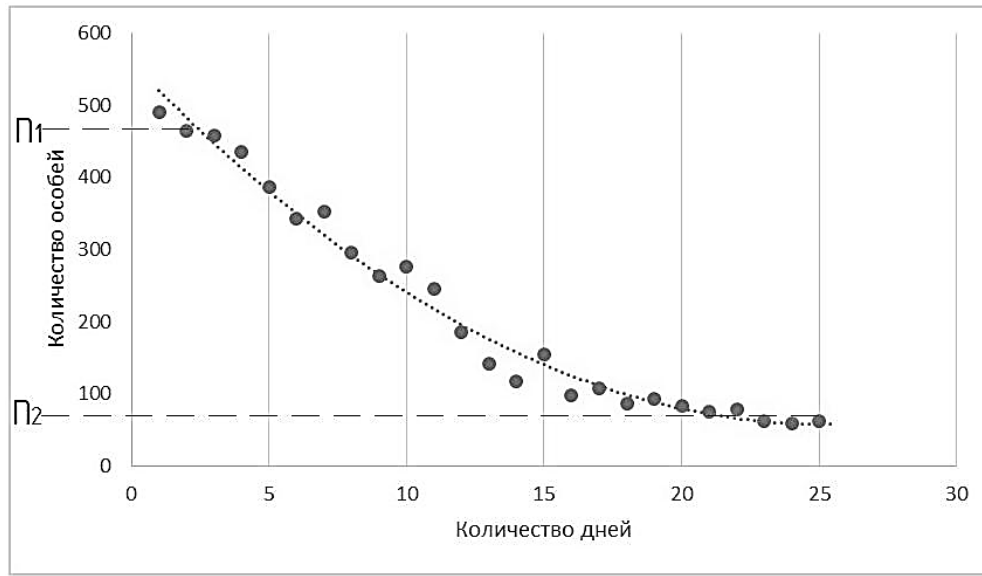


Рисунок 4 – Эффективность отпугивания ЭОП

Полученный график описывает изменение количества птиц, от времени непрерывной работы установки. Полученную зависимость $n=f(t)$ описывает уравнение:

$$n_2 = 0,786t^2 - 39,733t + 559,55 \quad (1)$$

где n_2 – установившиеся усредненное количество птицы

t – количество дней непрерывной работы отпугивающей установки.

Данное уравнение будет справедливо для периода проведения эксперимента (25 дней).

ГЛАВА 5. Применение экспертных систем в задачах моделирования и оценки защитных мероприятий от вредителей (насекомые, грызуны, птицы) на объектах АПК

При производстве и хранении сельскохозяйственной продукции существует ряд проблем, в том числе связанных с ущербом, приносимым вредителями (насекомые, грызуны, птицы). Потери, наносимые вредителями, исчисляются тоннами испорченной продукции, которые в денежном эквиваленте достигают нескольких сотен миллионов рублей в масштабах страны.

Существующие методы борьбы с вредителями в АПК (механический, биологический, химический) в настоящее время довольно распространены и известны, но они не позволяют добиться полного эффекта, некоторые могут нанести вред здоровью человека и животным. Поэтому с развитием научно-технического прогресса появился наиболее перспективный метод, который находит все большее распространение – электрофизический, а применение экспертных систем видится одной из перспективных задач при проектировании данного метода. [1].

Расчет риска потери урожая является обширной задачей, при решении которой необходимо учитывать значительное количество факторов, некоторые из которых могут быть, на первый взгляд, незначительными, но оказывать влияние на вероятность возникновения потери урожая. В связи с этим решение поставленной задачи осуществляется в условиях неопределенности. Для решения задачи сохранности урожая необходим тщательный анализ возможных вариантов решений и обоснованный выбор наиболее подходящего.

В настоящее время применение математических методов к анализу данных является одним из лидирующих направлений исследований в связи с накоплением очень больших объемов статистических данных и возможности автоматизации их обработки с применением современных программных продуктов.

Из научно-технической литературы известно моделирование защитных мероприятий на основе формирования экспертной системы диагностики технического состояния оборудования и технической оснащенности хозяйств для определения ее остаточного ресурса. Расчеты производились при помощи программного модуля, который осуществлял предварительную обработку исходных данных с последующим формированием базы данных и

построением на ее основе стохастической модели, сочетающей в себе как вероятность опасного события, так и его последствия – социальный, материальный и экологический ущерб.

В данной работе предполагается применение расчета интегрального значения потери урожая на основе вероятностных оценок опасных событий с последующим анализом исходов и направление его на оценку ущерба предприятия от действия вредителей. При этом оценка ущерба приводится в денежном эквиваленте, что не всегда возможно. К примеру, затруднительно оценить в натуральном выражении ущерб от действия вредителей (насекомые, грызуны, птицы) ввиду, понятного, их естественного происхождения, не зависящего от человека. [2].

В случаях, когда данные об объекте неполные и их сбор сопряжен со значительными временными и материальными затратами, целесообразно применение экспертных систем.

Экспертная система – комплекс методов, который на основе знаний экспертов позволяет решать неформализованные задачи. В основном экспертные системы применяют при разработке программных продуктов для решения неформализованных задач, у которых нет решения в численном виде, для которых невозможно выделение целевой функции или определенного алгоритма для решения задач, требующих значительных затрат времени и вычислительных мощностей.

Расчет риска потери урожая от действия вредителей (насекомые, грызуны, птицы) является сложной задачей. Его компоненты зависят от исследуемого объекта и желаемого результата.

Задачи управления сохранностью урожая представлены на рисунке. 5.

Каждая из представленных задач может быть представлена в виде математической модели, содержащей входные, выходные параметры, их взаимодействие и алгоритмы преобразования. Их решение может базироваться на различных методиках, таких как классификация, кластеризация, ассоциация, последовательность, прогнозирование.

Метод экспертных оценок

Методы экспертных оценок базируются на алгоритмизации знаний специалистов в отрасли. Данный тип исследований основывается на изучении экспертами объектов и описании его состояния в качественном или количественном выражениях.

В настоящее время экспертные системы широко используются для получения данных, из которых формируются базы знаний, данные из которых

потом обрабатываются различными методами искусственного интеллекта, что представляет собой автоматизацию проведения оценки информационной системой, обученной на знаниях эксперта.

Формализация знаний происходит двумя методами: индуктивным и дедуктивными.



Рисунок 5 - Задачи управления сохранностью урожая

Индуктивный метод основан на аналогии. На основе данных, извлеченных из эксперта, выявляются зависимости, из которых создается имитационная модель, на основе которой можно проводить эксперименты и вычисления без дальнейшего привлечения экспертов. [3].

При использовании дедуктивного метода необходим сбор большого количества информации, для которых на основе запросов формируется система правил вывода, которые являются основой базы знаний системы.

При создании экспертной системы основной задачей является формирование такой структуры знаний, которая в результате своей работы способна выдать наиболее достоверные результаты. Не менее важным является интуитивно понятный интерфейс, чтобы с программой имели возможность работать не только специалисты, но и люди, не имеющие специальных знаний в информационных технологиях. В связи с этим, задача создания экспертных систем разбивается на две подзадачи: создание оптимальной и наиболее работоспособной структуры знаний и разработка интуитивно понятного интерфейса.

Рассмотрим самые распространенные методы, применяемые в настоящее время:

Анализ применения нейросетевых технологий для решения задач оценки.

Нейронные сети являются одним из методов искусственного интеллекта и базируются на математической структуре, имитирующей работу нейронов. Они обладают способностью к решению неформальных задач, могут вырабатывать алгоритмы для систематизации и кластеризации информации, на основе сформированных ими временных рядов можно генерировать рекомендации о совершенствовании системы и прогнозы ее развития. Основной особенностью нейронных сетей является их способность к самостоятельной формализации данных и построению моделей на основе обучающей выборки – данных о поведении объекта в прошлом.

Нейросети широко используются для неформализованных задач, в которых нет четко идентифицируемых алгоритмов, также они дают возможность легкой донастройки и дообучения системы. Данный метод основан на имитации нейронов в человеческом мозге, который способен на параллельную обработку информации и выстраивание новых взаимосвязей. «Искусственная нейронная сеть может рассматриваться как направленный граф со взвешенными связями, в котором искусственные нейроны являются узлами». [4].

Процесс обучения нейронных сетей заключается в подстройке синаптических весов. Сложность как решаемой задачи, так и воспроизводимой функции, решаемых с использованием многослойного персептрона, сильно зависят от количества слоев сети, нейронов и связей между ними.

Искусственная нейронная сеть обладает следующими особенностями, позволяющими найти данному методу широкое применение:

1. Высокий параллелизм работы, быстрое действие.
2. Высокая надежность и устойчивость к отказам отдельных элементов, помехам и разрушениям.
3. Работа системы на основе обучающих примеров, а не построенного заранее алгоритма.
4. Возможность построения различных моделей и вариаций обучающей выборки.
5. Наличие регуляризирующих свойств нейросетевой модели и возможности адаптивной кластеризации данных.

6. Способность к самообучению, возможность высокой автоматизации процессов формирования модели, обучения, дообучения, адаптивной настройки на проблемную область, непрерывного обучения в процессе эксплуатации.

7. Хорошая интерпретируемость результатов нейросетевого моделирования.

При использовании нейросетевого подхода важным является сбор обучающих данных, который представляет собой набор примеров для обучения сети.

Сформированную из примеров выборку используют для обучения нейронной сети. Обучение и настройка сети происходит исходя из целей и задач разработки модели и позволяет проводить не только первичное обучение, об успешности которого можно судить по значениям ошибки обучения и тестирования, но и дообучать систему, в случае получения новых данных. [5].

После обучения идет этап верификации и тестирования, в рамках которого проверяется уровень точности обученной сети и ее способность выдавать адекватные данные.

Метод нейронных сетей также имеет ряд преимуществ перед другими методами обработки знаний, в частности, основной его особенностью является способность к самообучению, при которой нет необходимости привлечения экспертов для дальнейшей модификации системы или построения и пересмотра четких математических алгоритмов.

5.1 Многокритериальная оценка антропогенного риска опасности электроустановок на основе имитационного моделирования

Управление рисками представляет собой сложный многокритериальный процесс, направленный на предотвращение угроз и снижение их последствий. Рассмотрим человекомашинную систему (ЧМС), характеризующуюся неоднородностью её компонентов «Человек», «Электроустановка», «Среда» («Ч-Э-С») и стохастической неопределенностью [6]. Здесь решающая роль принадлежит индивидуальному или коллективному принятию решений (ПР), определяемому на основе тех или иных предпочтений, с учетом которых можно упорядочить решения и выбрать лучшее (оптимальное) из них (рисунок 6).

Сформулируем задачу разработки модели и алгоритмов принятия решения в ЧМС, включающую: а) анализ существующих методов

многокритериального выбора решений; б) формирование критериев функционирования ЧМС (показателей эффективности); в) формализацию задачи ПР в виде представленной трехуровневой структуры.

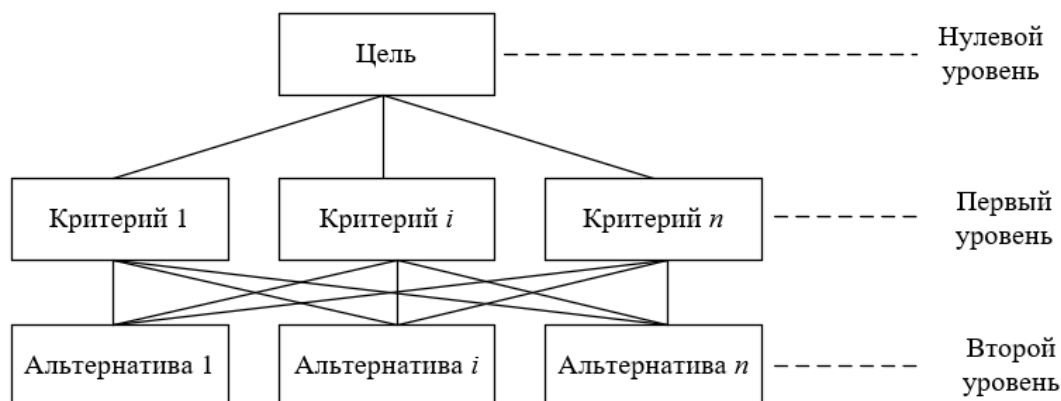


Рисунок 6 – Пример построения иерархической структуры «Ч-Э-С»

Рассмотрим основные модели принятия оптимальных решений:

1. Методы эмпирического исследования, включающие проведение специалистом интуитивно-логического анализа в сочетании с количественной оценкой и обработкой полученных результатов: применяются для решения не формализуемых задач, которые трудно поддаются количественной оценке.

2. Экспертные методы, представляющие собой прогнозирование изучаемого явления на основе обобщения мнений экспертов о развитии процесса в будущем (динамику изменения риска) с применением экстраполяционных методов, где в качестве исходной информации возможно использование временных рядов.

3. Методы многокритериального анализа, где оценка и сравнение альтернатив производится по нескольким критериям, когда необходимо учитывать некоторую группу необходимых параметров (рисунок 7).

Решение рассматриваемой задачи состоит в создании интерактивной процедуры многоуровневого анализа и выбора лучшей альтернативы на основе качественной информации, получаемой экспертным путём о предпочтениях ПР, с помощью метода парных сравнений. В основе этого метода лежит экспертное сравнение объектов и показателей в парах для определения предпочтительности с помощью сравнительного анализа и последующего синтеза [7]. Определение безразмерных приоритетов, представляющих относительную важность или предпочтительность подсистем и элементов построения структуры человекомашиной системы, позволяет нам обоснованно сравнивать разнородные рискообразующие факторы. На заключительном этапе критерии альтернативных решений

сравниваются, лучшей из которых является альтернатива с максимальным значением приоритета.



Рисунок 7 – Схема многокритериального анализа альтернатив

Рассмотрим метод анализа риска (MAR) как способ визуализации опасности электроустановок объекта.

Метод «галстук-бабочка». Исходные положения: опасность возникает в процессе функционирования компонентов и элементов человекомашиной системы при условии, если действующие в техносфере потоки вещества, энергии и информации превышают пороговые (критические) значения [8].

Метод представляет собой схематическую процедуру описания и анализа пути развития опасной антропогенной ситуации (ОАС) от зарождения и идентификации её источников до возникновения негативных последствий. Метод сочетает исследование причин события с помощью дерева неисправностей (до возникновения ОАС) и анализ последствий с помощью дерева событий (после ОАС).

На рисунке 8 приведена диаграмма «галстук-бабочка» применительно к опасному событию «Пожар в электроустановке производственного объекта». Здесь «Блок причин» источник угроз и возникновения ОАС, вызванной: а) компонентом «Человек», учитывающим ошибочное действие электротехнического персонала и операторов, опыт работы, образования и др.; б) компонентом «Электроустановка» – возникновение отказов и аварий технического электрооборудования производственного быта; в) компонентом «Среда» – негативное воздействие факторов рабочей и внешней среды, инициирующие возникновения ОАС.

Каждая из рассматриваемых по компонентам ЧМС, составляющих «Блок причин» связаны соответственно с «Блоком последствий». Причём, в зависимости от ограждающих барьеров «Предупредительные меры» и «Меры предотвращения ОАС и снижения последствий» могут быть как позитивными, так и негативными, в зависимости от эффективности функционирования подсистем человеко-машинной системы «Ч-Э-С».

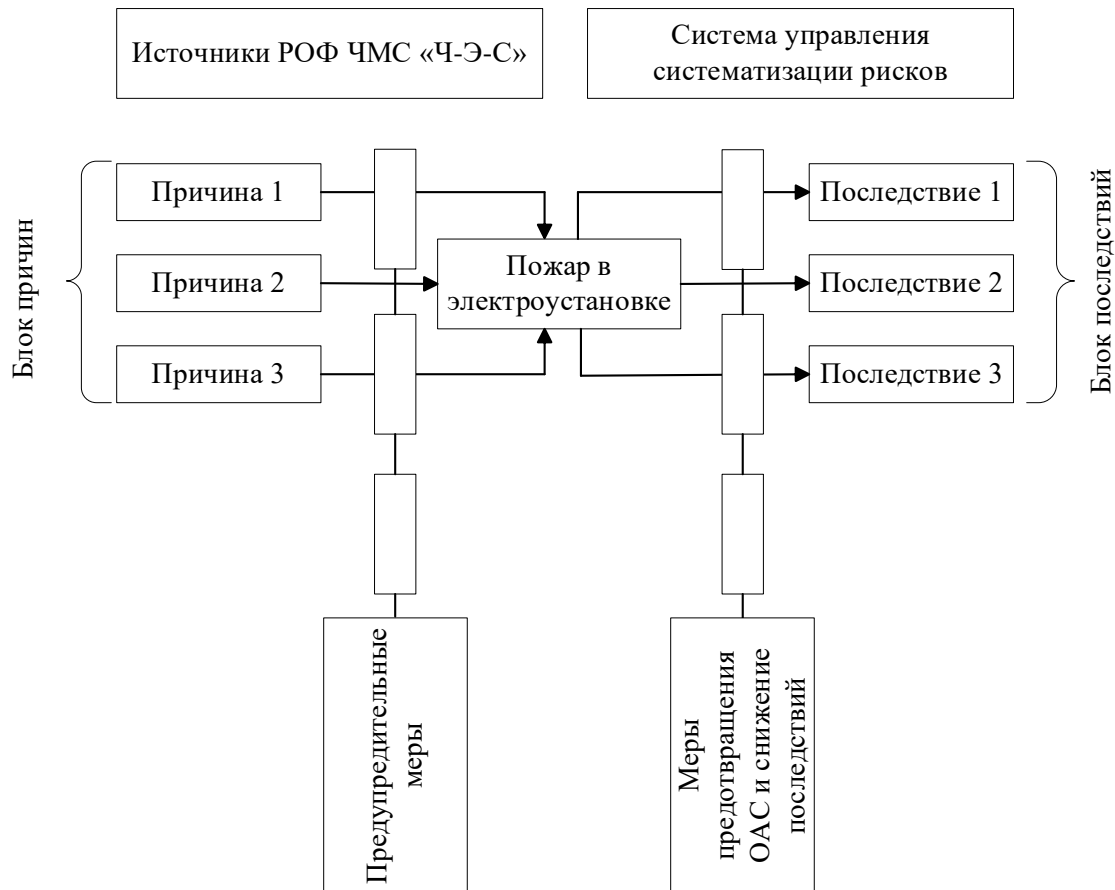


Рисунок 8 – Диаграмма «галстук-бабочка»

Будем рассматривать машинное моделирование как процесс построения математических или логико-лингвистических моделей предполагаемой или действующей человеко-машинной системы. По существу, такое моделирование представляет собой имитацию некоторой реальной или проектируемой системы. Имитационное моделирование позволяет проводить исследования, когда реальная система может быть недоступна по моральным или экологическим соображениям, например, при установлении критериев электробезопасности, оказывающих поражающее воздействие на человека, приводящее к летальному исходу. Нельзя также проводить эксперименты на действующих электроустановках, которые могут вызвать воспламенение и привести к пожару. Единственный выход – построить адекватную

имитационную модель, исследовать ее работоспособность, обобщив и перенеся полученные результаты на реальную систему [9].

Для проведения машинных экспериментов необходимо иметь формализованное описание физических процессов, протекающих в реальных электроустановках, т.е. нужны модели, формализованные в виде математических, логических и семантических высказываниях. Построение такого рода моделей возможно, если: а) известны физические законы, управляющие системой; б) идентифицированы рискообразующие факторы; в) изменчивость входов, выходов и элементов системы поддаются контролю.

Отметим, что моделирование рассматриваемой ЧМС «Ч-Э-С» представляет значительную сложность в сравнении с физическими системами, описываемые фундаментальными законами. Объяснение этому – отсутствие единой методологии, сдерживающей проводить комплексный учет факторов возникновения опасностей компонентов различной природы человекомашинной системы. Важность анализа такой системы вызвана следующим: а) низкой структурированностью, неопределенностью, физической неоднородностью компонентов ЧМС; б) наличием многочисленных ограничений технологического, нормативного и экономического характера; в) имитирующими предпосылками, приводящими к возникновению антропогенных опасных ситуаций: ошибки человека (персонал, население) - человеческий фактор; г) отказами системы электроснабжения и электрооборудования - технологический фактор; д) негативные (сверхнормативные) воздействия факторов среды (С); е) недостаточностью исходных и текущих данных и отсутствием точного (удовлетворительного) описания возникновения и развития аварийных процессов, что делает невозможным принятие адекватных оценок. Неопределенность информации вызвана состоянием среды, обусловленной случайностью. Нечеткость является следствием субъективности процессов мышления человека, неясность объясняется многообразием семантики и структуры естественного языка.

В этой связи представляется перспективным оценивать исходную информацию, имеющую неясную, неопределенную и вероятностную природу на основе имитационного моделирования человекомашинной системы, позволяющего снять многие ограничения и рассматривать имитацию опасных процессов в электроустановках как альтернативу экспериментально-опытной проверке. Имитация также представляет необходимую гибкость при построении различного вида моделей – от агрегированных (упрощенных) до

высокой степени детализированных. Известно, что более 40% аварий и других техногенных угроз прямо или косвенно связано с человеческим фактором [10]. Поэтому оценка безопасности электроустановок без учета влияния персонала не является достоверной.

Значительная сложность современной человекомашинной системы с участием человека-оператора приводит нас к целесообразности отказа от построения традиционных вероятностных моделей и привлечения соответствующего математического аппарата. По нашему мнению, весьма перспективным здесь представляется использование новых информационных технологий, так называемых «мягкий вычислений», разработанных Л. Заде [11]. Сущность этого подхода в отличие от традиционных жестких вычислений, связанных с решением дифференциальных и интегральных уравнений, состоит в том, что «мягкие вычисления», по своей сути, можно отнести к технологиям приближенного решения, когда, например, антропогенную среду реальной электроустановки невозможно описать с помощью точных выражений. При этом возникает вопрос о соответствии приближенного и точного решения, т.е. речь идет об определении степени объективности.

Существует мнение, что классические модели физических процессов, описывающих, например, электромагнитное поле с помощью дифференциальных уравнений Максвелла, являются достаточно строгими и точными, а методы вычислительной математики представляются как приближенное решение этих уравнений. Однако, как показывает практика, при моделировании реальных объектов (электроустановок), зачастую, ставится более упрощенная задача только приближенного решения, вводя соответствующие допущения. В этом случае достаточно найти приближенное (мягкое) решение и исследовать объект без нахождения точного решения. Такой вывод подтверждается сформулированным Л. Заде принципом несовместимости: с ростом сложности объекта утрачивается возможность точного его описания и практической его надобности [12]. В пользу использования аппарата мягких вычислений (МВ) говорит тот факт, что исходные данные, являющиеся основой для построения модели, всегда носят приближенный характер, т.к. они могут быть получены либо путем измерений (с неизбежной погрешностью), либо экспертно, т.е. субъективно. Процедура проведения МВ предполагает использование определенных математических инструментов, среди которых выбираются нечеткие множества (НМ) и

нечеткую логику (НЛ) для приближенного описания слабоструктурированной человекомашинной системы [13].

Рассмотрим алгоритм построения имитационной модели человекомашинной системы «Ч-Э-С». Процесс разработки ИМ может включать следующие этапы.

1. Постановка задачи. Здесь формулируется цель разработки, структурные неопределенности, которые необходимо разрешить, и способ оценки эффективности системы, позволяющий сравнивать альтернативные варианты.

2. Построение модели – заложен принцип конструирования человекомашинной системы с помощью логико-математических и нечетко-лингвистических структурных соотношений.

3. Сбор данных – формирование базы данных. Предполагается выполнение идентификации источников опасности, спецификацию и получения необходимых данных (оценка частоты-вероятности этапов и переходов на альтернативные пути реализации цели и т.п.).

4. Трансляция ИМ – направлена к машинной реализации в соответствии с правилами выбранного языка моделирования.

5. Верификация – осуществляется с целью проверки правильности работы алгоритмического и программного обеспечения.

6. Проверка адекватности модели осуществляется с целью установления соответствия между имитационной моделью и реальной системой.

7. Экспериментирование, целью которого является осуществление прогона моделирующей программы и получение выходных результатов.

8. Анализ результатов и использование имитационной модели с целью оценки и прогнозирования антропогенного риска человекомашинной системы и ее компонентов, в частности, определения остаточного ресурса электроустановок производственного объекта.

Рисунок 4 иллюстрирует концепцию имитационного моделирования рассматриваемой в работе слабоструктурированной ЧМС «Ч-Э-С».

Таким образом, эксперименты с имитационными моделями имеют целью выяснение влияния рискообразующих факторов на величину приемлемого (нормативного) значения интегрального риска R_{Σ} опасности электроустановки, что позволяет сделать выбор среди множества альтернативных решений.



Рисунок 9 – Принципы построения имитационного моделирования

К основным свойствам имитационной модели отнесем: а) возможность использования всей доступной информации вне зависимости от форм ее представления и степени формализации; б) понимание физических процессов, происходящих в электроустановках производственного объекта в реальном масштабе времени; в) получения адекватного решения функционирования ЧМС «Ч-Э-С» с помощью лингвистических моделей и экспертных систем. Разработанный метод многокритериальной оценки и управления техногенными рисками опасности электроустановок был реализован путем создания экспертной системы, позволяющей в условиях информационной неопределенности установить причинно-следственные связи между инициирующими событиями (рискообразующими факторами), приводящими к возникновению опасных последствий, и его последствий в виде моральных потерь (гибель людей) и материальным, и экологическим ущербам. Механизм формирования антропогенного риска может быть представлен в виде имитационной модели взаимодействия компонентов ЧМС (персонала, электроустановки и производственной среды), между которыми с помощью нейронных сетей устанавливаются информационные и энергетические связи. Разработанный экспертно-программный комплекс явился основой создания интеллектуальной системы принятия решений в рассматриваемой предметной области.

5.2 Антропогенные риски электроустановок с учетом концепции стоимости человеческой жизни

Известно, что многие виды деятельности человека связаны с определенной долей риска. На нынешнем этапе развития человеческой цивилизации довольно высок риск различного рода аварий в энергетике и промышленности, несчастных случаев и пожаров, негативного влияния электромагнитных излучений на жизнь и здоровье людей. Опасность ухудшения экологической обстановки растет из-за интенсивного загрязнения окружающей среды, неконтролируемым или плохо предсказуемым последствиям человеческой деятельности. Так, в США за последние полвека число техногенных аварий увеличилось в 6 раз, почти в 10 раз выросло количество жертв и в 15 раз – экономический ущерб. Расчеты специалистов показывают, что если не будут приниматься соответствующие превентивные меры, то уже в ближайшее десятилетие увеличение экономических потерь от техногенных аварий и катастроф достигнет прироста мирового ВВП. По этой причине мировая экономика может пойти в направлении регрессии. Появление во второй половине XX века глобальных экологических угроз, представляет сегодня проблему выживания самого человечества [14]. Причем число потенциальных опасных факторов (рискообразующих) растет так стремительно, что их опасность обнаруживается чаще всего ретроспективно, при выяснении возникновения «электропожара», электротравмы или гибели человека (персонал, население).

При анализе кризисных явлений или антропогенных угроз, например, отказа электроустановки, необходимо идентифицировать, оценивать и прогнозировать риски, относящиеся к техногенной сфере, существенно влияющих на безопасность жизнедеятельности человека и среды его обитания, Возможность возникновения кризисных и катастрофических ситуаций, обусловленный ими моральными потерями и материальными ущербами, приводит к существенному снижению уровня защищенности и качества жизни общества. В настоящее время антропогенные риски приобретают стратегический характер, что вызвано глобальными изменениями среды обитания, развитием техносферы и увеличивающимся масштабами стихийных бедствий. Таким образом, опасность характеризуется системой снижения степени упорядоченности, организованности и стабильности условий окружающей среды. Опасность обладает способностью к «самоорганизации», она первична по отношению к безопасности, т.к. в соответствии со вторым

законом термодинамики степень неупорядоченности повышается сама по себе, без участия человека.

Создание безопасности является результатом действий человека (специалиста, эксперта и т.п.). Неправильная оценка факторов опасности может привести к непредсказуемым последствиям. Поэтому становится очевидным, что деятельности по обеспечению безопасности человека следует вести не только в области получения практических знаний, но и на научной основе, создавая теоретические предпосылки к формированию новой области знаний – «Безопасность жизнедеятельности человека в среде обитания». В основу этих знаний положены следующие принципы [15]:

1. Принцип антропоцентризма – человек является высшей ценностью, сохранение и продление жизни которого является целью его существования;
2. Принцип существования внешних негативных воздействий на человека;
3. Принцип возможности создания для человека безопасности и комфортной среды обитания;
4. Принцип реализации безопасного взаимодействия человека со средой (рабочей и внешней) достигается его адаптацией к опасностям и использованию организационно-технических защитных мер.
5. Принцип отрицания абсолютной безопасности, поскольку в среде обитания она не достижима.

Одним из наиболее важных и противоречивых вопросов во многих исследованиях по оценке риска и ущерба является экономическая оценка риска жизни и здоровья человека. Этот вопрос является актуальным, так как во многих случаях цена риска человеческой жизни является достаточно большой величиной в сравнении со стоимостью других видов риска. Так, согласно данным отечественных и зарубежных источников, более 90 % ущерба в угольной промышленности, который удается оценить в экономических показателях, относится к риску жизни и здоровья человека. Поэтому при проведении оптимизации систем антропогенной безопасности к одной из главных задач следует отнести экономическую оценку риска жизни человека, риска, связанного, как с аварийным воздействием на население техногенных источников опасности, так и риска, обусловленного систематическим воздействием на здоровье, загрязнение окружающей среды, вызванной «электропожарами» и ухудшением экологической обстановки.

Вопрос о «стоимости человеческой жизни» на протяжении многих лет вызывал и вызывает острые дискуссии. Правомерна ли вообще такая

постановка вопроса? Можно ли экономически оценивать жизнь человека? Здесь возникает обычно противоречивое мнение. С одной стороны, нелепо оценивать жизнь конкретного человека в денежном эквиваленте и вряд ли можно найти здравомыслящего человека, готового, пусть даже за очень большую сумму, пожертвовать своей жизнью. Отсюда следует, что ценность собственной жизни и жизни близких людей выше любой сколь угодно большой суммы. В гуманном обществе бесконечной ценностью представляется не только собственная жизнь и жизнь близких, но и жизнь окружающих, т.е. каждого отдельного человека. На этом основании существовавшее в советское время мнение о подсчете стоимости человеческой жизни признавалось циничным и неприемлемым с морально-этической точки зрения.

С другой стороны, в комплексе жизненных благ человека безопасность занимает видное, но не определяющее место. Ее вес в жизни человека соизмерим с материальными и духовными ценностями, зачастую, не удлиняющих жизнь, но повышающих ее качество. Человек мирится с пагубными привычками, вредными и опасными производствами, экстремальными видами спорта, даже с возможностью преждевременной смерти, полагая, что существующий риск покрывается получаемыми при этом преимуществами, такими как дополнительные материальные блага, комфорт, скорость, захватывающие ощущения и др. Само существование профессий, связанных с высокой вредностью и опасностью, говорит о том, что дополнительные блага на таких работах (высокая заработная плата и социальные льготы) могут перекрывать возможные отрицательные последствия для жизни и здоровья человека на вредных и опасных производствах.

Возникшее противоречие - жизнь человека не может быть оценена конечной денежной суммой, однако, жизнь можно сопоставить с благами, ценность которых имеет конечное денежное выражение - устраняется, если будут разграничены два понятия: жизнь индивидуума (конкретного человека) и жизнь среднестатистического человека. Если конкретному человеку грозит опасность – ценность, его жизни не должна сводиться к некой денежной сумме. Вопрос не стоит: нужно или ненужно спасать жизнь человека, какой бы суммой не выражалась стоимость его спасения, ибо не существует таких денежных средств, которыми можно было бы выразить ценность его жизни. Поэтому, говоря о статистической жизни, не имеется ввиду жизнь конкретного человека. При допустимом (приемлемом) риске стоимость статистической

жизни является конечной величиной, которую можно выразить в денежном исчислении. В то же время следует понимать, что далеко не все затраты, направленные на снижение риска, экономически возможны и оправданы. Нельзя требовать снижения риска любыми средствами, поскольку это нереально, как и невозможно добиться создания абсолютной безопасности с нулевым риском. Очевидно, должен существовать некоторый предел финансовых средств и материальных ресурсов, выше которых их расходование становится нецелесообразным, а в ряде случаев и невозможным при определенном уровне экономического развития общества.

В 1980-х годах академиком Легасовым В.А. [16, 22] при анализе проблемы безопасности ядерной энергетики впервые было введено понятие «цена риска». В частности, было показано, что безопасность является экономическим фактором в той части, которой человек в состоянии управлять. Введенный принцип оптимизации народнохозяйственных мероприятий в области ядерной энергетики основывается на критерии максимума уровня жизни. Этот критерий оптимизации является обобщенным и включает два показателя: безопасность и качество жизни. Очевидно, что эти показатели должны в какой-то мере уравнивать друг друга. Такой подход к оптимизации, безусловно, отражает общественное мнение общества: в повседневной жизни люди допускают некоторое увеличение риска в обмен на качество жизни.

На рисунке в координатах безопасность (Б) – качество жизни (К) в общем виде построена кривая уровня жизни (У.Ж.), которая включает в себя показатель безопасности и качества жизни. Точка касания линий уровня жизни и экономических возможностей (Э.В.) соответствует оптимальной безопасности ($B_{\text{опт.}}$).

Центром стратегических исследований МЧС России [17, 24] в качестве основы концепции социально - экономического ущерба от потери жизни или здоровья человека, подвергающемуся воздействию в результате техногенной аварии или вследствие систематического загрязнения окружающей среды, введен термин «цена риска», являющийся денежным эквивалентом стоимости единицы риска α . В отличие от натуральных показателей риска (частота смертности людей) показатель α относится к категории монетарных показателей, характеризующихся экономическими единицами измерения. Поэтому его более удобно использовать при проведении экономической оптимизации.

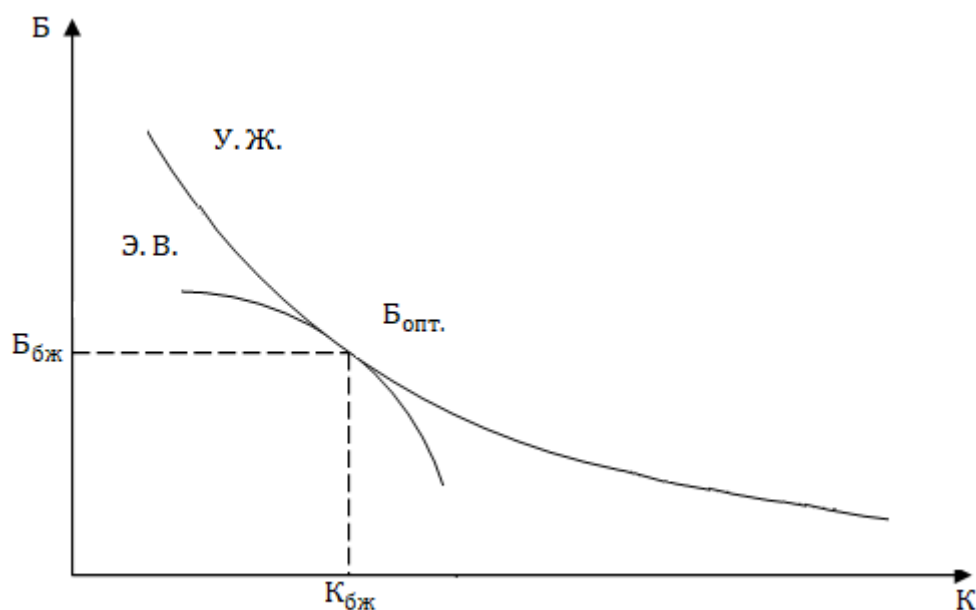


Рисунок 10 – Иллюстрация принципа оптимизации по показателям уровня жизни

Цену риска α нельзя отождествлять с ценой жизни человека – стоимости индивидуальной жизни или ущербом, связанным со смертью конкретного человека. Экономический смысл показателя α отражает готовность общества платить за то, чтобы избежать этот риск, либо его компенсировать в случае добровольного согласия людей воспринимать опасность.

Величина α зависит от возраста, пола, профессиональной подготовки человека и пр. Например, для людей пенсионного возраста и нетрудоспособных инвалидов α является отрицательной величиной.

Отметим, что значение $\alpha = \alpha_x$ используется для анализа безопасности различными организациями, например, государственной противопожарной службой для обоснованного выбора новой техники и противопожарных мероприятий; ГИБДД - для оптимизации мер безопасности на транспорте; научными организациями радиационной гигиены - для обоснования мер радиационной защиты. Причем, значение α_x характеризуется значительным разбросом, достигающим двух порядков.

Социально-экономический ущерб от преждевременной смерти (гибели) человека может быть определен как произведение ожидаемого количества погибших на среднюю оценку стоимости статистической жизни (ССЖ). Наиболее объективные оценки ССЖ, полученные на основе социально -

экономических исследований и анализа рынка труда для развитых стран, находятся в диапазоне от трех до семи миллионов долларов США.

Для проведения экономического [18,25] оптимизационного анализа необходимо установить конкретные значения стоимости единицы риска - цену риска. Учитывая существенно более низкие среднедушевые доходы граждан России по сравнению с населением экономически благополучных стран, для проведения оценок социально - экономического ущерба разумным представляется следующий диапазон рекомендуемых к практическому использованию значений цены риска $\alpha \approx 100 \div 300$ тыс. долл. США с точечной оценкой порядка $\alpha \approx 200$ тыс. долл. США.

Следует подчеркнуть, что рекомендуемые к использованию средние и граничные значения цены риска нужно рассматривать в рамках сложившихся в настоящее время экономических условий. По мере стабилизации экономического положения в России цена риска может быть пересмотрена в сторону увеличения, что необходимо для того, чтобы экономические механизмы управления риском работали более эффективно.

ГЛАВА 6. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ (НАСЕКОМЫЕ, ГРЫЗУНЫ, ПТИЦЫ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ



Рисунок 11 – Методы борьбы с вредителями в АПК

Одной из основных проблем методов борьбы с вредителями является то, что недостаточно хорошо определено время необходимого использования данных методов. [246,247]

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

Наиболее эффективной в настоящее время является интегрированная система защиты, которой присуще, прежде всего, использование электрофизического метода и биоценотический подход, то есть учет не отдельных видов, а фаунистических комплексов взаимосвязанных организмов, отношения между которыми могут существенно влиять на численность организмов. Интегрированная защита предусматривает применение селективных средств борьбы с вредителями. Эти средства должны обеспечивать максимальное сохранение и усиление естественных механизмов регуляции численности вредителей. [248,249]

Интегрированная система защиты предполагает специальную тактику применения истребительных средств. По данным мониторинга, проведенного с использованием электрофизического метода определяется возможность и время применения одного из перечисленных методов защиты. Интегрированный способ защиты заключается в регулировании численности вредителей на определенном экономически обоснованном уровне, то есть интегрированная система защиты предусматривает сбор информации о численности популяций, определение сроков вредоносности, принятие решения о необходимости проведения защитных мероприятий и планирование сроков их проведения. [250,251,252,253]

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

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

Перспективными направлениями исследования и применения систем защиты объектов сельского хозяйства от вредителей (насекомые, грызуны, птицы) на основе электрофизических методов являются коллаборации с инструментами цифровой трансформации.

Список литературы

1. Никольский, О.К. Методы анализа безопасности электроустановок в человеко-машинных системах/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский, Усков Е.В.// АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 1. DOI 10.51419/202141104.
2. Никольский, О.К. Имитационное моделирование и методы определения пожарной безопасности электроустановок на объектах АПК/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский, Е.В. Усков// АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 1. DOI 10.51419/202141102.
3. Никольский, О. К. Распознавание порядка антропогенных рисков электроустановок в аграрной отрасли / О. К. Никольский, Д. О. Суринский, В. В. Фараносов // Агропродовольственная политика России. – 2023. – № 4(107). – С. 27-32. DOI 10.35524/2227-0280_2023_04_27.
4. Никольский, О.К. Концепция и основы гибридного метода прогнозирования опасности электроустановок/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский, Е.А. Басуматорова// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 3 (101). С. 207-212.
5. Никольский, О.К. Концепция приемлемого риска в области техногенной безопасности / О. К. Никольский, В. В. Фараносов, Д. О. Суринский, Н. И. Смолин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4(102). – С. 194-199.
6. Фараносов, В.В. Многокритериальное управление антропогенными рисками опасности электроустановок/ В.В. Фараносов, Д.О. Суринский, О.К. Никольский// АгроЭкоИнфо. 2023. № 2 (56). DOI: 10.51419/202132213.
7. Никольский, О.К. Модель принятия решений на основе идентификации опасных ситуаций в электроустановках/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский// АгроЭкоИнфо. 2023. № 2 (56). DOI: 10.51419/202132212.
8. Никольский, О.К. Диагностирование модели антропогенных рисков электроустановок на основе статистического прогнозирования/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский// АгроЭкоИнфо. 2023. № 2 (56). DOI: 10.51419/202132234.
9. 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.

10. Никольский, О.К. Принципы построения системы поддержки принятия решений при управлении рисками электроустановок/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский, Е.С. Истомин//АгроЭкоИнфо. 2023. № 2 (56). DOI: 10.51419/202132235.

11. Никольский, О.К. Диагностирование модели антропогенных рисков электроустановок на основе статистического прогнозирования. Сообщение 1/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский// АгроЭкоИнфо. 2023. № 3 (57). DOI: 10.51419/202133329.

12. Никольский, О.К. Концептуальные основы имитационного моделирования антропогенных процессов при эксплуатации электроустановок/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский, Н.И. Смолин// АгроЭкоИнфо. 2023. № 3 (57). DOI: 10.51419/202133310.

13. Никольский, О.К. Математические модели многокритериальной оптимизации рисков электроустановок/ О.К. Никольский, Т.М. Халина, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский// АгроЭкоИнфо. 2023. № 3 (57). DOI: 10.51419/202133317.

14. Никольский, О.К. Метод оценки и прогнозирования остаточного ресурса электроустановок в человеко-машинных системах/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский, Н.И. Смолин// АгроЭкоИнфо. 2023. № 3 (57). DOI: 10.51419/202133318.

15. Никольский, О.К. Модели комплексной оценки антропогенной безопасности труда в человеко-машинных системах /О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский// АгроЭкоИнфо. 2023. № 3 (57). DOI: 10.51419/202133330.

16. Никольский, О.К. Основы стратегии повышения антропогенной безопасности и оптимизации рисков электроустановок в сельском хозяйстве/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский// АгроЭкоИнфо. 2023. № 3 (57). DOI: 10.51419/202133331.

17. Никольский, О.К. Антропогенные риски электроустановок с учетом концепции стоимости человеческой жизни / О. К. Никольский, В. В. Фараносов, Д. О. Суринский, К. И. Филимонов // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 4(58). DOI: 10.51419/202134408.

18. Басуматорова, Е.А. Концепция проектирования системы принятия решений для оценки антропогенного риска опасности сельскохозяйственных установок/ Е.А. Басуматорова, Д.О. Суринский, О.К. Никольский, В.В. Фараносов// Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 4. С. 116-119.

19. 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.

20. Щинников, И.А. Разработка электродератизатора комбинированного действия/ И.А. Щинников, Д.О. Суринский// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 6 (98). С. 133-136.

21. Суринский, Д.О. Методика расчета энергосберегающих мероприятий при защите объектов АПК от вредителей/ Д.О. Суринский, К.А. Карнаухов// АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51). DOI: 10.51419/202123305.

22. Никольский, О.К. Контроль и предотвращение пожаров от токов утечки в электроустановках производственного объекта/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский// АгроЭкоИнфо. 2022. № 5 (53). DOI: 10.51419/202125538.

23. Щинников, И.А. Обоснование необходимости систематизации борьбы с вредителями на объектах АПК/ И.А. Щинников, С.А. Токарев, Д.О. Суринский// АгроЭкоИнфо. 2022. № S5-1. DOI: 10.51419/ 20212S1107.

24. Никольский, О.К. Сценарная модель оценки и прогнозирования рисков опасности электроустановок на основе анализа человеко-машинной системы/ О.К. Никольский, В.В. Фараносов, Д.О. Суринский// АгроЭкоИнфо. 2022. № S5-1. DOI: 10.51419/20212S1103.

25. Шлионская, Ю.Д. Имитационная модель функционирования человеко-машинной системы и показатели её эффективности/ Ю.Д. Шлионская, В.В. Фараносов, Д.О.Суринский// АгроЭкоИнфо. 2022. № S5-1. DOI: 10.51419/20212S1106.

26. Surinskiy, D.O. PREFACE/ D.O. Surinskiy et al// В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. «Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling 2021, ИТММ 2021- Preface» – 2021. С. 011001. DOI: 10.1088/1742-6596/2131/1/011001

27. Surinsky, D. Application loader in the rw. ring platform/ S. Medvedev, V. Terleev, V. Kashintseva, D. Surinsky// В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 2021. С. 022105. DOI: 10.1088/1742-6596/2131/2/022105

28. Surinsky, D.O. Modeling of led luminaires with optimal temperature operation of leds/ Т.А. Shirobokova, D.O. Surinsky, S.V. Egorov// В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. "Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling 2021, ИТММ 2021- Mathematical Modeling and Computational Methods in Problems of Electromagnetism, Electronics and Physics of Welding" 2021. С. 052093. DOI: 10.1088/1742-6596/2131/5/052093

29. Surinsky, D. Physical modeling of water-retention capacity of soils/ K. Moiseev, V. Terleev, T. Turutina, D. Surinsky //В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers" 2021. С. 022007. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022007

30. Суринский, Д.О. 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.

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

32. 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.

33. Суринский, Д.О. Техничко-экономическая эффективность использования энергосберегающего светодиодного электрооптического преобразователя ЭСЭП для мониторинга насекомых-вредителей/ Д.О. Суринский, А.И. Марандин// АгроЭкоИнфо. 2021. № 5 (47). DOI: 10.51419/20215509.

34. Суринский, Д.О. Исследование способов борьбы с грызунами и анализ существующих устройств, сконструированных на основе электрофизического метода борьбы/ Д.О. Суринский, С.В. Егоров, И.А. Щинников// АгроЭкоИнфо. 2021. № 6 (48). DOI: 10.51419/202166105.

35. Широбокова, Т.А. Моделирование светодиодных светильников с оптимальным температурным режимом работы светодиодов/ Т.А. Широбокова, Д.О. Суринский, С.В.Егоров// АгроЭкоИнфо. 2021. № S7. DOI: 10.51419/20217006.

36. Суринский, Д.О. Тенденции развития направления электродератизации/ Д.О. Суринский, И.А. Щинников// АгроЭкоИнфо. 2021. № S7. DOI: 10.51419/20217002.

37. 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.

38. 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.

39. Возмилов, А.Г. Очистка вытяжного воздуха в промышленном птицеводстве/ А.Г. Возмилов, Д.О. Суринский, А.А. Лисов, С.А. Панишев, А.М. Шухов// АПК России. 2021. Т. 28. № 4. С. 466-471.

40. 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.

41. Surinskij, D. Calculation of crop production using integrated plant protection against pests/ I. Savchuk, A. Marandin, D. Surinskij// В сборнике: E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. С. 06008. DOI: 10.1051/e3sconf/202016406008

42. Surinskiy, D.O. Pv-based energy-saving electro-optical converter development/ D.O. Surinskiy, I.V. Savchuk, E.V. Solomin, A.A. Kovalyov// В сборнике: 19th International scientific geoconference sgem 2019. Conference proceedings. 2019. С. 427-434. DOI: 10.5593/ sgem 2019/4.1 /S17.054

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

44. 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.

45. 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.

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

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

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

49. 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.

50. Ашихмин, А.А. Методика определения величины отпугивающего разряда для птиц разных видов/ А.А. Ашихмин, Д.О. Суринский// Вестник КрасГАУ. 2017. № 5 (128). С. 74-79.

51. Ашихмин, А.А. Методика расчета параметров электроотпугивателя для защиты объектов АПК от сизого голубя/ А.А. Ашихмин, Л.Н. Андреев, Д.О. Суринский// Вестник КрасГАУ. 2017. № 9 (132). С. 50-55.

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

53. 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.

54. Елизаров, В.В. Негативное воздействие синантропных птиц на АПК и методы борьбы с ними/ В.В. Елизаров, А.В. Елизарова, Д.О. Суринский// Молодой ученый. 2016. № 27 (131). С. 70-73.

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

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

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

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

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

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

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

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

63. Суринский, Д.О. Электрофизические методы защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы)/ Д.О. Суринский// Монография. Тюмень, 2021. ISBN: 978-5-98346-090-4

64. Суринский, Д.О. Электрофизические методы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей - грызунов/ Д.О. Суринский, Ю.В. Глазунов, С.В. Егоров/Методические рекомендации // Тюмень, 2022. ISBN: 978-5-98346-106-2

65. Суринский, Д.О. Создание и использование устройств защиты объектов АПК от вредителей (насекомые, грызуны, птицы) на основе электрофизического метода борьбы/ Д.О. Суринский, И.В. Савчук// Методические рекомендации / Тюмень, 2022. ISBN: 978-5-98346-107-9

66. Щинников, И.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023682395 Российская Федерация. Программа для управления электродератизационной системой: № 2023668030 : заявл. 29.08.2023 : опубл. 25.10.2023 / И.А. Щинников, Д.О. Суринский.

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

68. Суринский, Д.О. Ультразвуковое устройство для отпугивания грызунов/ Д.О. Суринский и др.// Патент на изобретение 2738970 С1, 21.12.2020. Заявка № 2020106690 от 12.02.2020.

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

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

71. Ашихмин, А.А. Программное обеспечение "Система управления установкой отпугивания птиц"/ А.А. Ашихмин, Д.О. Суринский// Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017611640, 07.02.2017. Заявка № 2016663872 от 19.12.2016.

72. Суринский, Д.О. Устройство для дератизации/ Д.О. Суринский и др.// Патент на полезную модель RU 153993 U1, 10.08.2015. Заявка № 2014151948/13 от 22.12.2014.

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

74. Савчук, И.В. ENERGY CALCULATOR/ И.В. Савчук, Д.О. Суринский, С.И. Мельник// Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016617195, 28.06.2016. Заявка № 2016610636 от 28.01.2016.

75. Суринский, Д.О. Светоловушка для мониторинга насекомых/ Д.О. Суринский и др.// Патент на полезную модель RU 146666 U1, 20.10.2014. Заявка № 2014116485/13 от 23.04.2014.

76. Суринский, Д.О. Световая ловушка для насекомых/ Д.О. Суринский и др.//Патент на полезную модель № 97245 U1 Российская Федерация, МПК A01M 1/02. № 2009100867/22 : заявл. 11.01.2009 : опубл. 10.09.2010.

77. Суринский, Д.О. Световая ловушка для насекомых/ Д.О. Суринский и др.// Патент на полезную модель № 85799 U1 Российская Федерация, МПК A01M 1/04. № 2009115955/22 : заявл. 27.04.2009 : опубл. 20.08.2009.

Размещается в сети Internet на сайте ГАУ Северного Зауралья
<https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/nikolskiy.pdf>
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, РГБ, доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья».
Заказ № 1213 от 25.04.2024; авторская редакция
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-161-1



9 785983 461611 >