Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 621.31

Принципы построения системы поддержки принятия решений при управлении рисками электроустановок

Никольский О.К.[1], Фараносов В.В.[1], Суринский Д.О.[2], Истомин Е.С.[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация

Важность и своевременность разработки эффективных мер предотвращения опасных антропогенных ситуаций (ОАС), приводящих к авариям систем электроснабжения, электротравматизму персонала, пожарам и электромагнитным излучениям, обусловлены возрастанием рисков при эксплуатации электроустановок 380/220В на производственных объектах и в инфраструктуре сельских поселений. Среднегодовой рост социальных потерь и материальных ущербов в настоящее время составляет более 20 %. За последние два десятилетия в России от ОАС пострадало около 10 млн. человек, из них за этот период погибло 600 тыс. чел. Суммарный материальный ущерб сопоставим со средним валовым внутренним продуктом в РФ.

Накопленный опыт показывает, что наиболее эффективным способом снижения опасных антропогенных ситуаций является их предупреждение, основу которого составляют: мониторинг, прогнозирование, управление и оптимизация рисков. Вместе с тем отсутствие эффективной системы сбора и обобщения данных о неблагоприятных рискообразующих факторах и их идентификации сдерживает оперативное принятие управленческих решений, направленных на предотвращение возникновения ЧС.

Ключевые слова: ТОКИ УТЕЧКИ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ, ТЕХНОГЕННЫЕ ПОЖАРЫ, ТЕПЛОВАЯ ПЕРЕГРУЗКА, ЧЕЛОВЕКО-МАШИННАЯ СИСТЕМА

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Известно, что многие практические задачи связаны с поиском управляющих воздействий, обеспечивающих наилучшее значение показателя, характеризующего эффективность функционирования объекта [1]. Всё это в равной степени относится к человеко-машинной системе «Человек-Электроустановка-Среда» (Ч-Э-С) [2, 3].

Проблемная ситуация состоит в том, что в условиях сельскохозяйственного производства и инфраструктуры села, с одной стороны, существует необходимость проведения диагностирования технического состояния электроустановок для снижения возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий. С другой стороны, имеющийся недостаток знаний о механизмах зарождения и идентификации антропогенных рисков в условиях неопределённости исходных и текущих данных и отсутствия необходимой методической базы не позволяет в настоящее время создать эффективную и экономически целесообразную систему обеспечения комплексной безопасности электроустановок в сельском хозяйстве.

Одним из перспективных направлений повышения эффективности функционирования сложных слабоструктурированных человеко-машинных систем (ЧМС) может служить использование алгоритмов искусственного интеллекта. В настоящее время в этом направлении проводятся исследования и разработка программно-экспертных комплексов, использующих знания и процедуры вывода для решения задач, являющихся труднопреодолимыми для специалистов-экспертов [4, 5]. В первую очередь, это касается ЧМС, компоненты которой содержат различную физическую природу и функционируют в условиях стохастической неопределённости. Такая задача возникает при необходимости принимать решения, когда имеется большое разнообразие постановок задач, вызванное размытостью целей. Такие системы ориентированы на решение широкого круга неформализованных задач, связанных с принятием решений и управлением сложноорганизованными объектами, в частности сельскохозяйственными предприятиями, содержащими системы электроснабжения, технологическое электрооборудование и др.

В настоящее время сформировалось новое направление - инженерия знаний, в задачу которого входит разработка программ, использующих знания и процедуру вывода. Для решения сложных практических задач представляется перспективным применение экспертных систем и систем поддержки принятия решений (СППР). Основной целью использования этих продуктов является проведение научных и прикладных работ,

обеспечивающих повышение эффективности экспертной оценки процессов управления и контроля технологическими объектами АПК. Приоритетным становится создание интеллектуальных систем диагностического типа, где требуется разработка СППР, адекватно отражающей динамические особенности предметной области Пр(О) и обрабатывающей нечётко-динамические знания. В слабоструктурированных Пр(О) (какой является ЧМС «Ч-Э-С») процессы формирования знаний опираются на опыт, интуицию и знания экспертов. Поэтому одним из основных источников приобретения знаний для построения баз знаний (БЗ) являются знания, полученные непосредственно от экспертов в данной Пр(О), либо знания, выведенные на основе механизмов обучения. При разработке БЗ важную роль должны играть качественные и нечётко-логические методы анализа слабоформализованных объектов (ЧМС), что обусловлено отсутствием точного их описания количественными методами и использованием содержательного описания с помощью проведения нечёткологического анализа, позволяющего наиболее естественным образом моделировать рассуждения экспертов. Поэтому поставленная нами задача состоит в необходимости систематизировать имеющийся опыт построения СППР, сформулировать основные принципы проектирования таких систем с учётом специфики рассматриваемой Пр(О) (техногенной безопасности электроустановок производственных объектов), дать научное обоснование технических и технологических решений, внедрение которых позволит подтвердить социально-экономическую эффективность результатов исследований. Такая система может быть описана с помощью комбинированного метода, сочетающего строгие математические модели поиска решения с приближёнными эвристическими (логико-лингвистическими) методами, базирующимися на знаниях и опыте специалистов-экспертов.

Особенностью анализа рассматриваемой человеко-машинной системы являются: а) невозможность получения всей объективной информации, необходимой для решения, и в связи с этим использование экспертных данных; б) необходимость получения решения в условиях временных ограничений, определяемых управлением реальным процессом эксплуатации электроустановок на объекте; в) многовариантность задачи, обусловливающая необходимость применения правдоподобного (нечёткого) поиска решения и активного участия в нем ЛПР, позволяющего обеспечить штатный (нормальный) режим функционирования объекта. В ряде случаев, для учёта динамики

протекающих процессов используются темпоральные логики, обладающие большими выразительными возможностями по представлению реального времени, чем системы на основе моделирования изменений (ситуационный анализ) [6, 7].

Проблема построения систем поддержки принятия решений (СППР) в аграрной отрасли является частью общей задачи, связанной с принятием решений специалистами-экспертами в области управления и контроля состояния антропогенной безопасности электроустановок.

Будем рассматривать СППР как некоторую совокупность взаимосвязанных трёх подсистем управления базами данных: информационной, моделирующей и экспертной. Информационная (ИП) представляет собой базу данных (БД), содержащую нормативную и фактографическую информацию, необходимую для принятия решений. Моделирующая подсистема (МП) вмещает множество математических и логико-лингвистических моделей для поддержки решений, реализованных в рамках пакетов прикладных программ. Экспертная подсистема (ЭП) предназначается для создания базы знаний (БЗ), поддерживающей соответствующие логико-лингвистические и математические модели, реализующие эвристические алгоритмы принятия решений.

Сложность проектирования СППР приводит к необходимости общую задачу оценки и управления антропогенными рисками разделить на совокупность подзадач, каждая из которых должна соответствовать системе принятия решений [8, 9].

По нашему мнению, обеспечение и контроль безопасности электроустановок связан с решением комплекса научных и практических задач для проведения оценки, прогнозирования и управления антропогенным риском с учётом случайных и неопределенных факторов, влияющих на возникновение угроз и их последствий.

Рассмотрим пример реализации СППР в области обеспечения антропогенной безопасности электроустановок (АБЭ) в режиме их эксплуатации на сельскохозяйственном объекте. При этом под АБЭ будем понимать состояние защищённости человека (электротехнический персонал, оператор и др.) и среды обитания от потенциальных угроз, вызывающих гибель людей, возникновение пожаров, и ухудшение экологической обстановки.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

При разработке базы знаний интеллектуальных моделей важную роль играют качественные и нечётко-логические методы анализа слабоформализованных объектов человеко-машинной системы «Ч-Э-С», что обусловлено следующими причинами:

а) отсутствием точного количественного метода анализа при использовании содержательного описания с нечётко-логическими подходами, позволяющего наиболее естественным образом моделировать рассуждения экспертов;

б) наличием качественных методов анализа для идентификации рискообразующих факторов, на которые позволяют влиять конкретные знания о моделируемых процессах, протекающих в электроустановках;

эти знания отличаются минимальной избыточностью и соответственно требуют минимальных вычислительных ресурсов.

Рассмотрим задачу проектирования СППР для оценки прогнозирования рисков опасности электроустановок, эксплуатирующихся в условиях сельскохозяйственного производства, где выбор лучшего (оптимального) решения осуществляется при неполноте, неточности и субъективности исходных и текущих данных, а также множественности мнений о целях, критериях их предпочтительности. Под СПР условимся понимать экспертно-программный комплекс, предназначенный для формализации и актуализации слабоструктурированной человеко-машинной системы «Ч-Э-С» с целью идентификации, прогнозирования и управления антропогенными рисками электроустановок производственного объекта.

Блок-схема алгоритма СПР приведена на рис. 1. Предложенная иерархическая последовательность процедур показывает, что переход к последующему этапу без реализации предыдущего достаточно затруднителен, но возможен при выполнении итерации.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

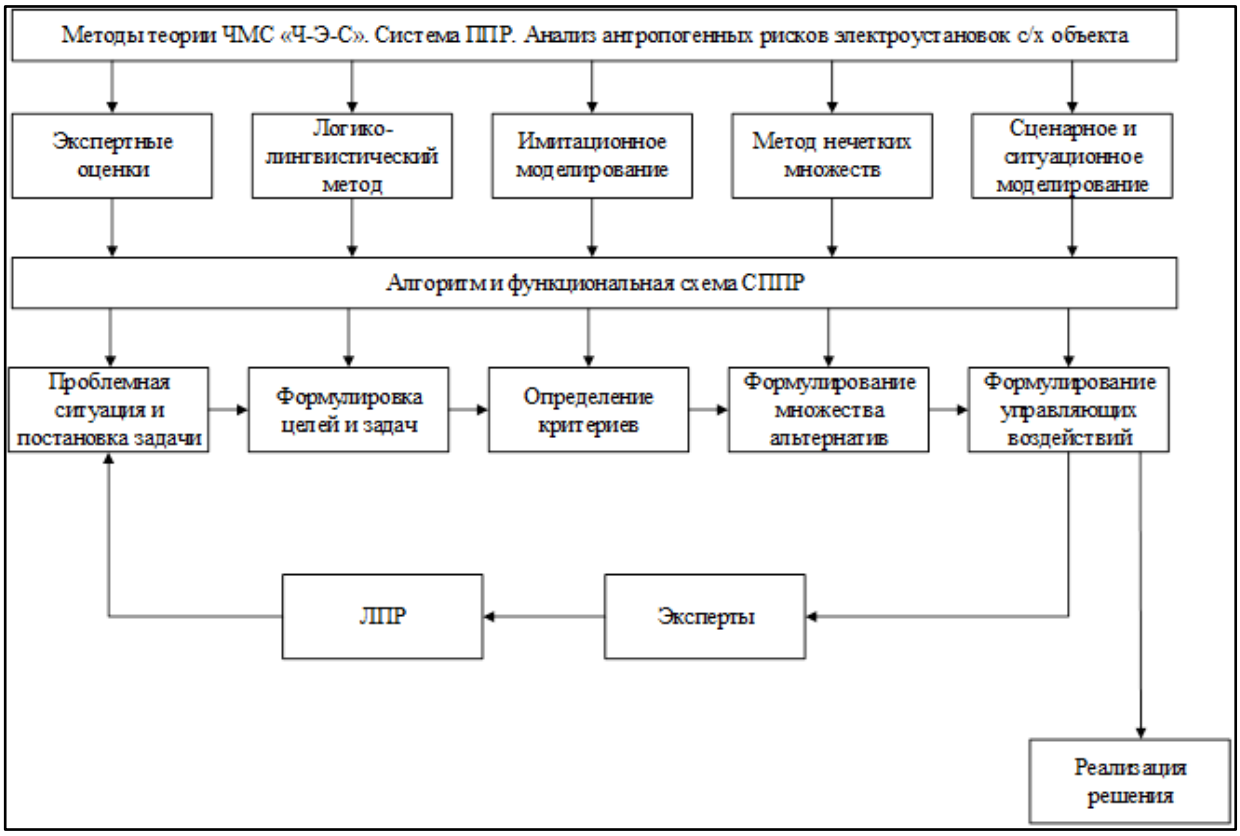

Рис. 1. Блок-схема алгоритма СППР

При рассмотрении алгоритм для реализации СППР в рамках конкретной предметной области Пр(О) нами была выявлена необходимость проведения идентификации и оптимизации антропогенных рисков и структуризации человеко-машинной системы. В случае привлечения больших объёмов информации в схеме СППР следует использовать соответствующие базы данных и базы знаний, а оптимальное применение методов и правил формирования системы критериев, генерации альтернатив, их анализ и выбор позволяет автоматизировать процесс принятия решений на основе экспертной системы.

Рассмотренная информационная система поддержки принятия управленческих решений (ЛПР) представляет собой совокупность экспертных, аппаратных, программных и организационных средств [10, 11].

Выводы

1. Сформирована СППР для идентификации и моделирования антропогенных рисков опасности в условиях неопределённости, которая обусловлена следующими

признаками: недостоверностью исходных и текущих данных; качественным характером и неполнотой информации; нестохастичностью протекающих процессов при эксплуатации электроустановок; многокритериальностью (нечёткостью) целей, алгоритмов и ограничений; конфликтностью.

2. Проведён структурно-функциональный анализ СППР.

3. Показано, что в основе принятия решения целесообразно использовать логико-лингвистические модели в сочетании с методом нечётких множеств, позволяющих описывать компоненты ЧМС в виде формализованных конструкций.

Список использованных источников:

1. Еремина Т.В., Шаныгин И.А., Механизм формирования структуры безопасности электроустановок на объектах АПК // Вестник ВСГУТУ – 2019 - №1. – С. 81-86.

2. Габова М.А., Моделирование рисков опасности эксплуатации электроустановок в человеко-машинной системе // Наука и молодежь: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (19-23 апреля 2021 года, г.Барнаул), АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2021.- Том 1, Часть 2. – С. 317-318.

3. Основы электромагнитной совместимости [Текст]: учебн. для вузов / Л.В. Куликова, О.К. Никольский, А.А. Сошников, и др. под ред. докт. техн. наук , проф. Р.Н. Карякина. – Барнаул: АлтГТУ. ОАО «Алтайск. полиграф. комбинат», 2007. – 480 с.

4. Никольский О.К0., Костюков А.Ф. Система прогнозирования остаточного ресурса электропроводки зданий / Вестник АГАУ. – 2013, - №12. - С. 91-94.

5. Калинин А.Ф., Еремина Т.В. Лингвистическая модель интегрального риска техногенной опасности человекомашинной системы [Текст] // Безопасность труда в промышленности. -2015. - №8. – С. 83-87.

6. Никольский О.К., Шлионская Ю.Д., Шаныгин И.А. Моделирование техногенных рисков электроустановок производственных объектов на основе анализа человеко-машинных систем // Электротехника. – 2018. – № 12. – С. 37-44.

7. Никольский О.К., Габова М.А. Онтологический анализ техногенного риска опасности электроустановок // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(198). – С. 116-123.

8. Богданова Е.М., Матвеев А.В. Алгоритм метода адаптивного прогнозирования пожаров // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной безопасности жизнедеятельности населения : материалы IX Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 27 сентября 2017 года / Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России. –

Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2017. – С. 95-98.

9. Bagaev A., Kulikova L., Kunitsyn R. Influence of inclination angle of piezoelectric receiver of ultrasonic sensor on the error in measurement of the average fiber diameter // International Scientific and Practical Conference on Modern Problems of Ecology, Transport and Agricultural Technologies. 2020. Vol.113. No. 124. DOI: 10.1088/1757-899X/941/1/012050.

10. Никольский О.К., Фараносов В.В., Суринский Д.О. Контроль и предотвращение пожаров от токов утечки в электроустановках производственного объекта [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. - 2022. - № 5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/5/st_538.pdf. DOI: https://doi.org/10.51419/202125538.

11. Shirobokova T., Surinsky D., Egorov S. Modeling of led luminaires with optimal temperature operation of leds // Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling. 2021. Vol.174. No. 529. DOI: 10.1088/1742-6596/2131/5/052093.

==========

Цитирование:

Никольский О.К., Фараносов В.В., Суринский Д.О., Истомин Е.С. Принципы построения системы поддержки принятия решений при управлении рисками электроустановок [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_235.pdf. DOI: https://doi.org/10.51419/202132235.