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

УДК 621.31

Модель принятия решений на основе идентификации опасных ситуаций в электроустановках

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

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

[2]Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация

Обеспечение антропогенной безопасности основано на комплексном анализе условий возникновения аварийной ситуации электроустановок производственного объекта и формирования механизма принятия управленческих решений. Одним из направлений решений этой проблемы является раскрытие информационного механизма возникновения опасности и на этой основе внедрение новых информационных технологий, в том числе мониторинга, направленного на обеспечение минимизации антропогенных рисков и смягчение негативных последствий (электротравматизма, пожаров и т.д.).

Идея данной работы заключается в установлении и анализе причинно-следственных связей между условиями возникновения антропогенной опасной ситуации (АПОС), возможными моральными потерями (гибель людей) и материальным ущербом, и действиями электротехнического персонала, направленными на принятие адекватных решений.

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

Анализ известных подходов и методов решений задач моделирования человекомашинной системы, компоненты которой содержат различную физическую природу [1, 2], показал, что в настоящее время отсутствуют методики оценки и прогнозирования АПОС в динамично меняющейся обстановке при эксплуатации электрооборудования на объектах АПК.

Сложность управления сельскохозяйственным предприятием характеризуется наличием множества технологических, организационно-технических и других факторов, что обусловливает обязательный учет различных неопределенных и разнородных рисков, в ряде случаев достигающих критических значений. При решении практических задач формализованное описание процессов получается громоздким и трудно интерпретируемым. Использование системы продукционных правил в изучаемой предметной области Пр(О) по схеме «если…то» и логическом выводе представляется перспективным. Продукционная модель является наиболее распространенным следствием представления знаний, она обладает логической функцией и простотой интерпретации [3].

Развитие теории проектирования интеллектуальных систем, основанных на знаниях, привело к созданию систем поддержки принятия решений (СППР), позволяющих: а) провести формализацию языка описания Пр(О) – технического диагностирования электроустановок на основе анализа человекомашинной системы «Ч-Э-С» [4]; б) извлекать данные, полученные из эмпирических оценок; в) формализовать экспертные знания; г) интерпретировать правила заключений и выводы.

Рассмотрим концепцию построения интеллектуальной автоматизированной СППР в области обеспечения безопасности электроустановок. Сложившиеся условия рабочей среды обусловлены тем, что основная часть опасных ситуаций вызвана ошибочными и неквалифицированными действиями электротехнического персонала. Рассмотрен «человеческий фактор» в виде персонала, обслуживающего электроустановки, при этом выступающего в триединой роли – как источник возникновения опасности, ее жертва и ограничитель, предотвращающего опасность на основе создания барьеров, препятствующих возникновению и реализации антропогенных рисков.

Процесс построения модели принятия решений предполагает структурирование информации Пр(О) на основе агрегирования, включающее классификацию и кластеризацию (объединение или разделение элементов по признакам) полученных данных [5]. Здесь нечеткость отображается качественно-количественными характеристиками человекомашинной системы в терминах естественного языка.

Пусть X = $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – множество признаков, значениями которых описывается состояние электроустановки в процессе ее эксплуатации. Кроме того, признак y_i (i=1, 2, …, n) описывается соответствующей лингвистической переменной (ЛП) < y_i, T, Y_i >, где T_i

$= \{t_1^i, t_{2,}^i \dots, t_m^i\}$ – терм-множество ЛПy_i (набор лингвистических значений признаков, m_i – число значений признака), Y_i – базовое значение признака y_i. Для описания термов t_j^i (j = 1, 2, …, m_i) используются нечеткие переменные < t_j^i, Y_i, C_j^i >, т.е. значение t_j^i описывается нечетким множество C_j^i в базовом множестве Y_i; C_j^i = < m_i (y)/y > y ϵ Y_i.

Таким образом, нечеткую ситуацию $\bar{S}$ можно представить в виде вектора нечетких множеств:

$$\bar{S} = \{< \mu_s(y_i)/y_i >\}, y_i \in Y, \text{ где } \mu_s(y_i) - \{< \mu_s(y_i)(t_j^i/t_j^i) >\} \quad (1)$$

Представление ситуации посредством (1) позволяет снизить трудоемкость на этапах процедуры кластеризации методом К-средних, основанным на минимизации суммы квадратов расстояний между каждой из электроустановок и центром ее кластера.

Разработанная модель принятия решений на основе представления и обработки экспертных знаний и нечеткого распознавания антропогенной ситуации была использована для решения практической задачи управления рисками опасности электроустановок на сельскохозяйственном предприятии Тюменской области. Проведенные расчеты подтвердили реализуемость предложенной модели ПР.

В работе рассматривается модель интеллектуальной СППР применительно к неформализованной предметной области, обеспечивающей концептуальную, информационную и методическую основу, в том числе дескрипционную логику, позволяющую описывать понятия (онтологию) предметной области в формализованном нечетком виде (fuzzy logic) [6]. Рассматриваемая СППР представляет собой инструмент реализации ЧМС «Ч-Э-С», которая позволяет ЛПР использовать имеющиеся базу данных и базу знаний, содержащие объективные и субъективные механизмы для решения слабоструктурированной задачи.

Разработка ИС ППР предполагает обоснование архитектуры и алгоритма, задающей последовательность действия, включающих онтологии и этапы идентификации рискообразующих факторов, формализацию, реализацию, тестирование и опытную эксплуатацию (рис. 1).

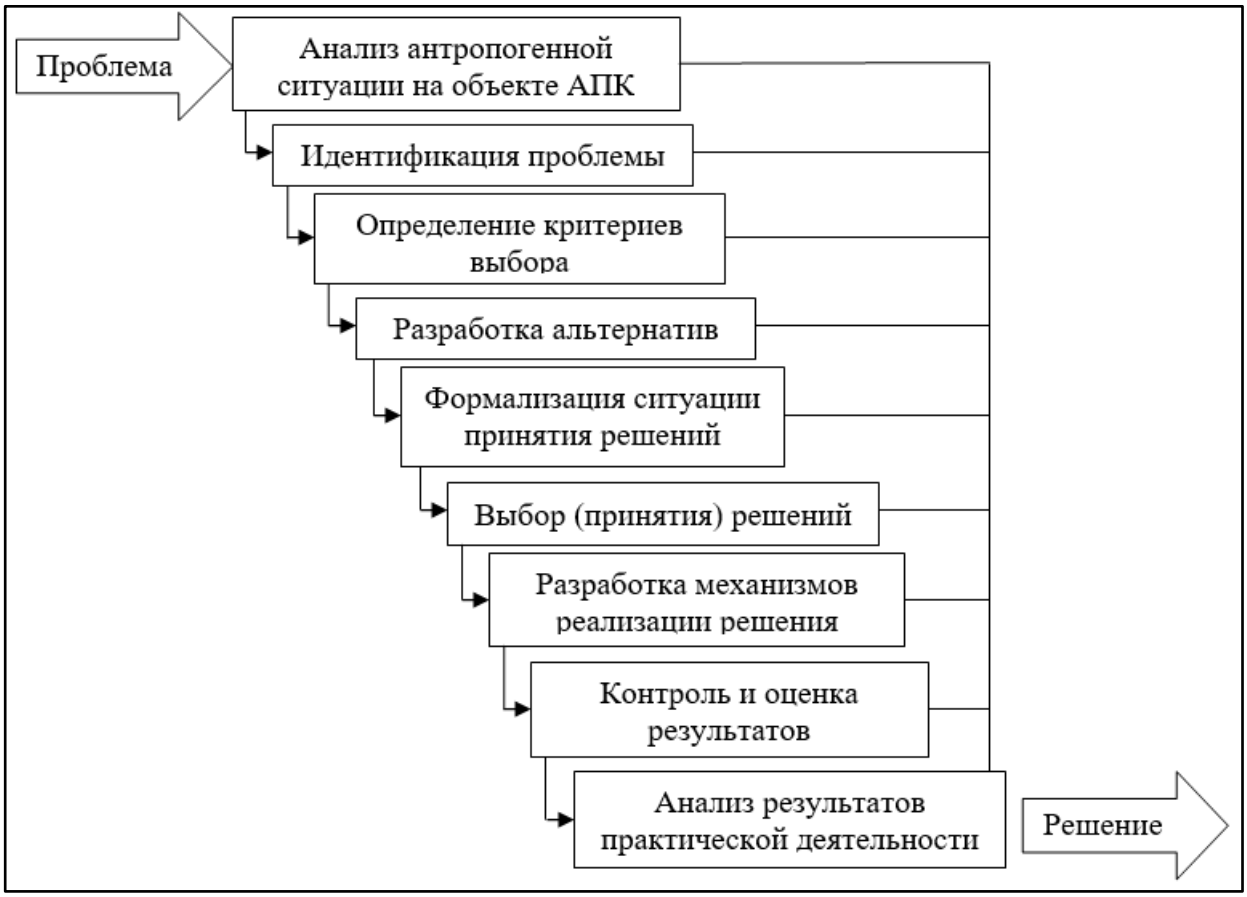

Рис. 1. Блок-схема алгоритма принятия решений

Онтология ИС ППР была построена на основе базовых онтологий научных знаний Пр(О), которые учитываются следующим образом:

1. Объект исследования = {Проблемная ситуация – процесс принятия решения}.

2. Предмет исследования = {Процесс ПР – представление данных – цель – анализ антропогенных ситуаций}.

3. Методы и аппараты = {Анализ баз данных, экспертные оценки, формализм, моделирование, визуализация}.

4. Моделирование = {Шкалы, предпочтение, критерии, альтернативы}.

5. Анализ результатов = {Оценка и прогнозирование аварийных ситуаций: оценка ущерба и моральных потерь, рекомендации по предотвращению АПОС}.

Рассмотрена технология логико-лингвистического подхода к безопасности электроустановок на примере построения деревьев событий – аварии, электротравмы и пожара, вызванного электротехническими причинами, например пробой изоляции

электродвигателя. При этом авария на электроустановке представляется как сложный (размытый) процесс со сменой чередующихся ситуаций. Причем множество причин аварийных ситуаций (АС) обусловливают и множество принимаемых решений по обеспечению безопасности. Поэтому одной из основных задач является мониторинг и управление антропогенными рисками, возникающими в электроустановках в процессе эксплуатации на сельскохозяйственных объектах.

В работе дано теоретико-множественное описание задачи оценки и прогнозирования антропогенных рисков, в основе которой лежит комбинация пространственно-временных параметров АПОС, учитывающая множество логических и аналитических ограничений на рискообразующие факторы (РОФ) и механизм поиска решений.

В теоретико-множественном виде задача идентификации риска определяется как кортеж вида:

$$ЗИР =< А; ПР; ИС; ИКС; МНС; МЛО; АПР >, \text{ где А – общий} \quad (2)$$

алфавит Пр(О), рассматривается как непустое конечное множество; ПР – алфавит первичных параметров РОФ; ИС – алфавит исходных состояний; МКС – множество конечных состояний, выводимых продукциями; МНС – множество недопустимых состояний; МЛО – множество логических ограничений на состояние $c \in C$; АПР – алгоритм поиска решений.

Показано, что в структуре СППР агропромышленного предприятия следует выделить подсистему управления рисками, выполняющую функцию экспертной подсистемы (ЭПС), которая предназначена для учета возникающих рисков, оценки их важности и выработки мер, обеспечивающих безопасность электроустановок.

Выделим в структуре ЭПС следующие модули: 1) модуль обучения (МО); 2) модуль интерпретации рисков (МИР); 3) база данных (БД); 4) база знаний (БЗ); 5) расчетно-логический модуль анализа (РЛМА); 6) лингвистический модуль (ЛМ) (рис. 2).

Разработаны основные принципы построения информационно-аналитической СППР для управления антропогенными рисками на основе математической модели, позволяющей прогнозировать негативные события и возможные ущербы, а также реализовать синтез традиционных инструментов (доступных статистических данных экспертных оценок и математических моделей).

Рассмотрим три основных подхода к математической интерпретации оценки АПР опасности электроустановок производственного объекта: 1) вероятностное описание; 2) экспертная оценка; 3) использование теории нечетких множеств (ТНМ).

Вероятностное описание можно применять в условиях стохастической неопределенности; экспертное – рекомендуется использовать при приближенном описании на основе знаний и интуиции специалистов; нечетко-множественное – при наличии лингвистической неопределенности. В реальных условиях может быть использован синтез трех видов неопределенности (вероятностной, лингвистической и субъективной).

Следует отметить, что в настоящее время отсутствует единая трактовка онтологии риска [7, 8]. В расчетной практике используется понятие АПР как: а) вероятностная мера опасного события; б) потенциальный или реальный ущерб, наносимый этим событиям; в) двухпараметрическая функция, включающая наступление негативного события и его последствий. Представляется очевидным использование унифицированной трактовки риска и его реализация на основе разработанной СППР.

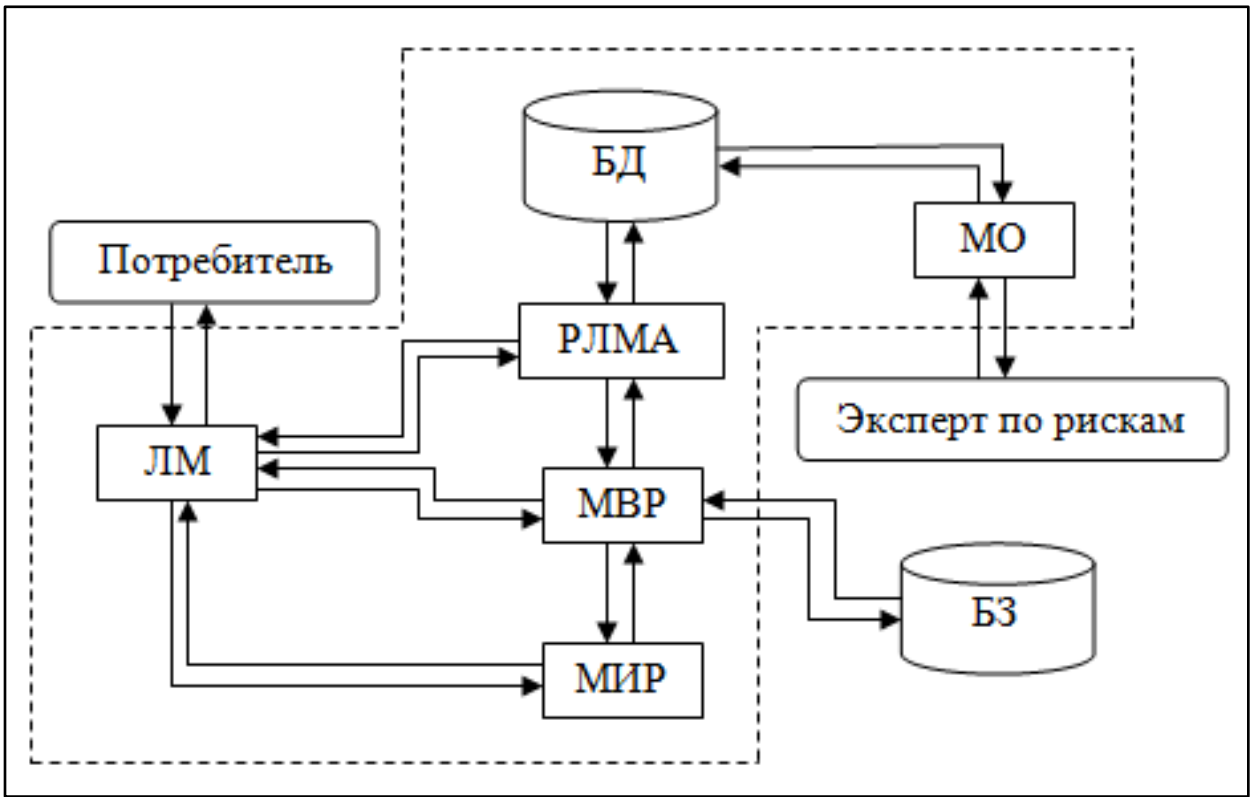

Рис. 2. Структурная схема экспертной подсистемы идентификации и анализа АТР

Идея использования теории нечетких множеств к анализу антропогенных опасных явлений возникла в условиях лингвистической неопределенности, т.е. естественной неопределенности терминов, используемых в процессе человеческого общения. Политика математической формализации смысловой расплывчатости лингвистических терминов привела к необходимости введения функции принадлежности, которая указывает степень принадлежности элемента $x \in X$ к некоторому подмножеству A. Каждая лингвистическая переменная состоит из: а) названия; б) множество своих значений – терм-множества T; в) универсального множества X; г) синтаксического правила G, по которому генерируются новые терм-множества с применением слов естественного или формального языка; д) семантического правила S, которое каждому значению лингвистической переменной ставит в соответствие нечеткое подмножество множества X.

К основным условиям практической эффективности системы управления техногенными рисками отнесем выбор оптимальных решений в области антропогенной безопасности сельскохозяйственных объектов, обеспечивающих их нормативную достаточность и эффективность ресурсных средств на основе адекватной идентификации и количественных критериев рисков опасности электроустановок.

Полученные научные результаты [9-11] в целом обеспечивают общественно-приемлемый уровень антропогенной безопасности. Однако специфические особенности эксплуатации сельскохозяйственных объектов требуют дальнейшего развития и совершенствования методических и экспертно-программных средств в оценке вероятности возникновения и прогнозирования опасных последствий.

Выводы

1. Недостатком современных методик оценки антропогенных рисков является невозможность накопления знаний экспертов и ЛПР для решения задач обеспечения безопасности объектов аграрной отрасли. Это касается в первую очередь создания интеллектуальных систем на основе методов многокритериального решений принятия, а также основ проектирования экспертных систем в условиях неопределенности.

2. Сформулирована концепция создания автоматизированной системы и разработаны основные принципы построения СППР по управлению рисками и ее практическая апробация на объектах АПК Тюменской области.

Список использованных источников:

1. Башлыков А.А. Проектирование систем принятия решений в энергетике. - Москва: Энергоатомиздат, 1986. – 120 с.
2. Орлов А.И. Экспертные оценки: учебное пособие. – Москва: 2002. – 51с.
3. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – Москва: Энергоатомиздат, 1981. – 232 с.
4. Никольский О.К., Костюков А.Ф., Черкасова Н.И. Принципы интегральной оценки безопасности электроустановок // Вестник ИрГСХА. – 2014. – № 62. – С. 103–111.
5. 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.
6. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях. – Москва: Мир, 1976. – 43 с.
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. Никольский О.К., Еремина Т.В. и др. Теория и практика управления техногенными рисками [Текст]: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений под общ. ред. заслуженного деятеля науки и техники РФ О.К. Никольского – Барнаул, Изд-во АлтГТУ, 2015–219 с.
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.
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. Модель принятия решений на основе идентификации опасных ситуаций в электроустановках [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_212.pdf.
DOI: https://doi.org/10.51419/202132212.