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

УДК 621.31

Многокритериальное управление антропогенными рисками опасности электроустановок

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

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

[2]Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация

Рассматривается подход к построению системы поддержки принятия решений (СППР), включающих в себя объектно-ориентированные модели и программные средства с использованием онтологии – модели, представляющей собой компьютерную форму базы знаний (БЗ) в виде семантических (информационно-логических) сетей. С помощью этих сетей устанавливаются взаимосвязи компонентов человекомашинной системы, имеющих различную физическую природу (человек, электроустановка, среда). При этом онтологии выполняют интегральную функцию, обеспечивая общий понятийный базис в процессах принятия решений в рассматриваемой предметной области (ПрО).

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

Выявление источников возникновения рискообразующих факторов [1, 2], определение возможных моральных потерь, связанных с гибелью людей и материальных ущербов, дает возможность формирования анализа терминологии для идентификации опасной антропогенной ситуации. Поэтому антропогенный риск будем интерпретировать как угрозу безопасности объекта, отражающую соответствие величины потерь или ущерба с учётом неопределённости распределения этой величины в области прогнозируемых значений. Введем понятие «интегральный рискообразующий фактор антропогенной опасности» электроустановок объекта [3], рассматриваемый как некоторая совокупность характеристик, описывающих сущность процессов или явлений, способствующих возникновению опасности.

Анализ антропогенного риска предполагает последовательное выполнение следующих этапов:

1. Формулировка содержания постановки задачи (логико-лингвистическая), включающая предметную онтологию, комплекс терминов, с применением которых возможно установление закономерностей в нахождении неполадок и дефектов, определение вероятности их возникновения. На основе имитационной модели человекомашинной системы «Ч-Э-С» определяются параметры объекта, проводится оценка и прогнозирование антропогенных рисков и сценариев их реализации.

2. Обоснование концептуальной постановки задачи моделирования. Полученная модель описывает исходные данные о рассматриваемой системе и негативных процессах, которые могут стать причиной возникновения антропогенной опасности.

3. Формализация полученных знаний (базы знаний) и построение математической модели. Обобщенная модель системы управления приведена на рис. 1.

Для получения результатов расчетов необходимо определение целей управления Т и алгоритмов расчета А.

Описание процессов и объектов управления электроустановки содержится в наборе параметров $X_а = \{x_i | i = 1,2, \dots, n_a\}$, дающих представление о процессах и объектах: $X_р$ – на электроустановки, $X_и$ - на объекте. Для электроустановок выборка состоит из показателей с некоторым набором значений, дающих понятие о состоянии $X_р$ (t) с учетом времени t [4].

Многопараметрическое управление антропогенными рисками на основе СППР. Разработка интеллектуальных методов принятия решений (ПР), основанных на использовании современных информационных технологий, является важным при управлении ЧМС «Ч-Э-С». Выбор лучшего (или приемлемого) решения осуществляется в условиях неопределенной информации, невозможности дать строгое математическое описание изучаемых процессов. При этом необходимо учитывать наличие множества интуитивных экспертных суждений о целях, критериях их предпочтительности. Изложенные обстоятельства привели к необходимости разработки нового метода и алгоритмов поддержки ПР, учитывающих факторы неопределенности и субъективности.

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

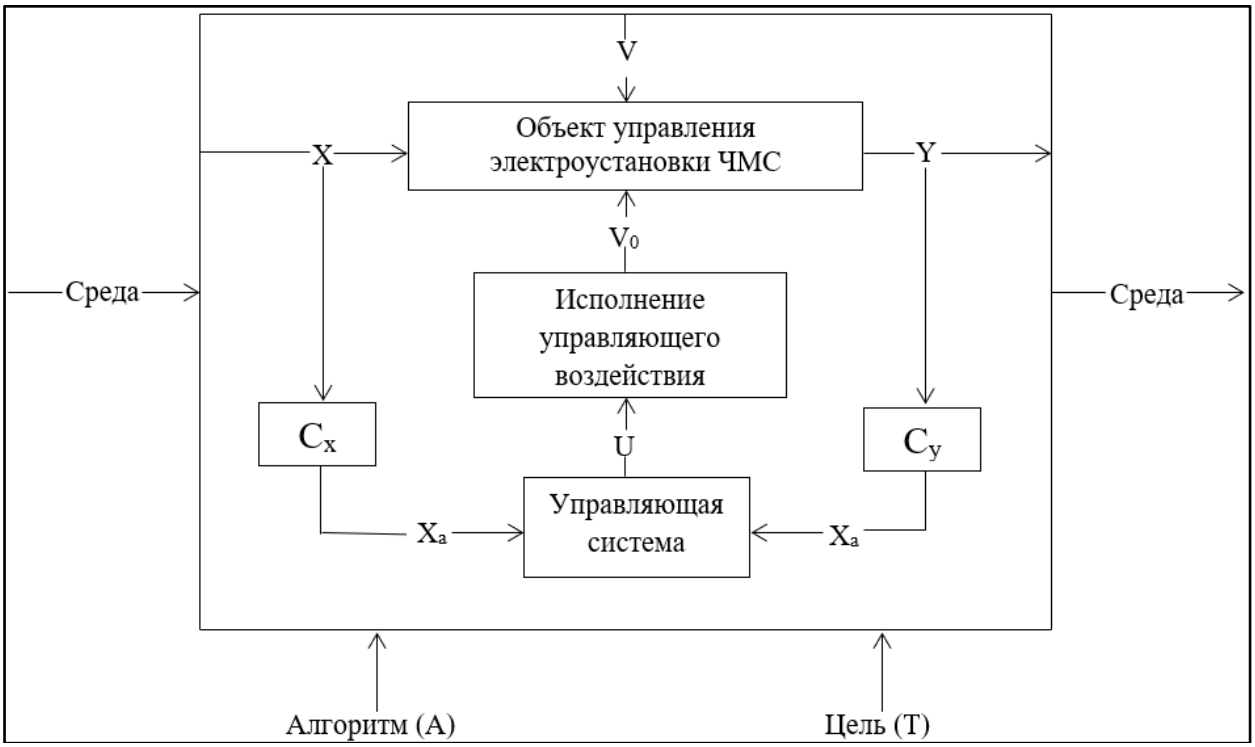

Рис. 1. Обобщенная модель системы управления антропогенными рисками
Примечание: C_x, C_y – методики расчета параметров среды «Управляющая система» - система, создающая воздействие; «V – внутренние и внешние факторы, влияющие на состояние объекта.

Принципиальным отличием интеллектуальной системы является наличие базы знаний, которая должна сочетать описание математических моделей с экспертными оценками, т.е. использование совокупности математических методов поиска решения совместно с нестрогими субъективными процедурами. Причем, вес (важность) того или иного компонента определяется возможностью получения адекватного описания рассматриваемой нами ПрО [4].

Используемые в настоящее время методы многопараметрического управления достаточно сложны: не обеспечивают полноту сравнения, не позволяют найти эффективные решения, если нечеткая информация не может быть формализована при помощи вероятностных распределений. В этом случае целесообразен подход, дающий возможность формализации нечеткой информации с помощью субъективных экспертных оценок. В качестве примера можно рекомендовать метод анализа иерархии [5, 6], состоящий из многоуровневой декомпозиции рассматриваемой задачи: «цель – критерии –

альтернативы», Решение синтезируется на основе математической обработки попарных сравнений элементов иерархии.

Предлагаемый нами подход позволяет решить задачу многокритериального управления антропогенными рисками на основе анализа человекомашинной системы для идентификации источников опасности и представления знаний.

Принятие управленческих решений, направленных на снижение величин антропогенного риска человекомашинной системы, должно реализовываться с помощью комплексного подхода, объединяющем в себе совокупность факторов, отражающих свойства всех трех компонентов ЧМС «Ч-Э-С».

Анализ существующих методик оценки антропогенного риска электроустановки показал, что наиболее приемлемые результаты можно получить на основе моделей адаптивного прогнозирования [7, 8], позволяющих задачу минимизации риска свести к поиску параметров, рискообразующих факторов, оказывающих наибольшее влияние на возникновение антропогенной опасности и формирование адекватной модели.

Представим процесс прогнозирования и управления антропогенным риском в вид многомерного вектора

$$\bar{V} = \{\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}\ [i = 1,2, \dots, n]\}, \qquad (1)$$

где $X \in \{x_1, \dots, x_n\}$, $Y \in \{y_1, \dots, y_k\}$, $Z \in \{z_1, \dots, z_c\}$ – компоненты вектора V, учитывающие персонал, электроустановку и рабочую среду (объект).

<u>Тогда задача принятия решений в общем виде осуществляется по следующим правилам:</u>

1. Каждому набору параметров $x \in X$ принимается в соответствие решение $y \in Y$, в этом случае можно принять процедуру снятия неопределенности.

2. Для определения результирующих значений определяется совокупность входных параметров $f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$, имеющих численное значение.

3. Система принятия решения базируется на кластере параметров, решения по каждому из которых принимается обособлено.

Учтено, что при решении задач, которые основываются на одном, либо небольшом количестве параметров можно с достаточной определенностью предвидеть последствия принятия того или иного решения. Однако, при решении многокритериальных задач

возникает стохастическая неопределенность, когда альтернативные варианты решений, улучшают одни показатели, но ухудшают другие. Несравнимость показателей является определенной проблемой и представляет собой необходимость выбора одного из альтернативных решений, влекущих за собой различные последствия, обладающие как позитивными, так и негативными изменениями в человекомашинной системе. В этом случае может быть использован принцип Парето, в соответствие с которым при принятии управленческих решений невозможно одновременно улучшить все показатели, оказывающие влияние на антропогенные риски системы. Другими словами, согласно принципу Эджворта-Парето невозможно улучшить (уменьшить) допустимое решение не по одному из имеющихся критериев без ухудшения (увеличения) по какому-то хотя бы одному другому критерию [9, 10].

Примем допущение, что выбор лучшего (оптимального) решения осуществляется в условиях неполноты и неточности информации, наличии множественности мнений о целях, критериях и их предпочтительности.

В этом случае можно представить процесс принятия решения по оптимизации антропогенного риска человекомашинной системы как последовательность следующих процедур:

1) анализа и идентификации проблемной ситуации;

2) формирования критериев оптимальности;

3) разработки альтернатив;

4) выбора наилучшей альтернативы;

5) согласования решений и управления СППР, рассматриваемых как коллективный процесс, в котором основная роль отводится ЛПР, который принимает решение, подлежащее реализации;

6) реализации функции обратной связи на основании выполненных расчетов и оценки последствий принятый решений.

Тогда структуру алгоритма представим в виде модели ПР, обеспечивающей приближенное качественно-количественное решение рассматриваемой проблемы (рис. 2).

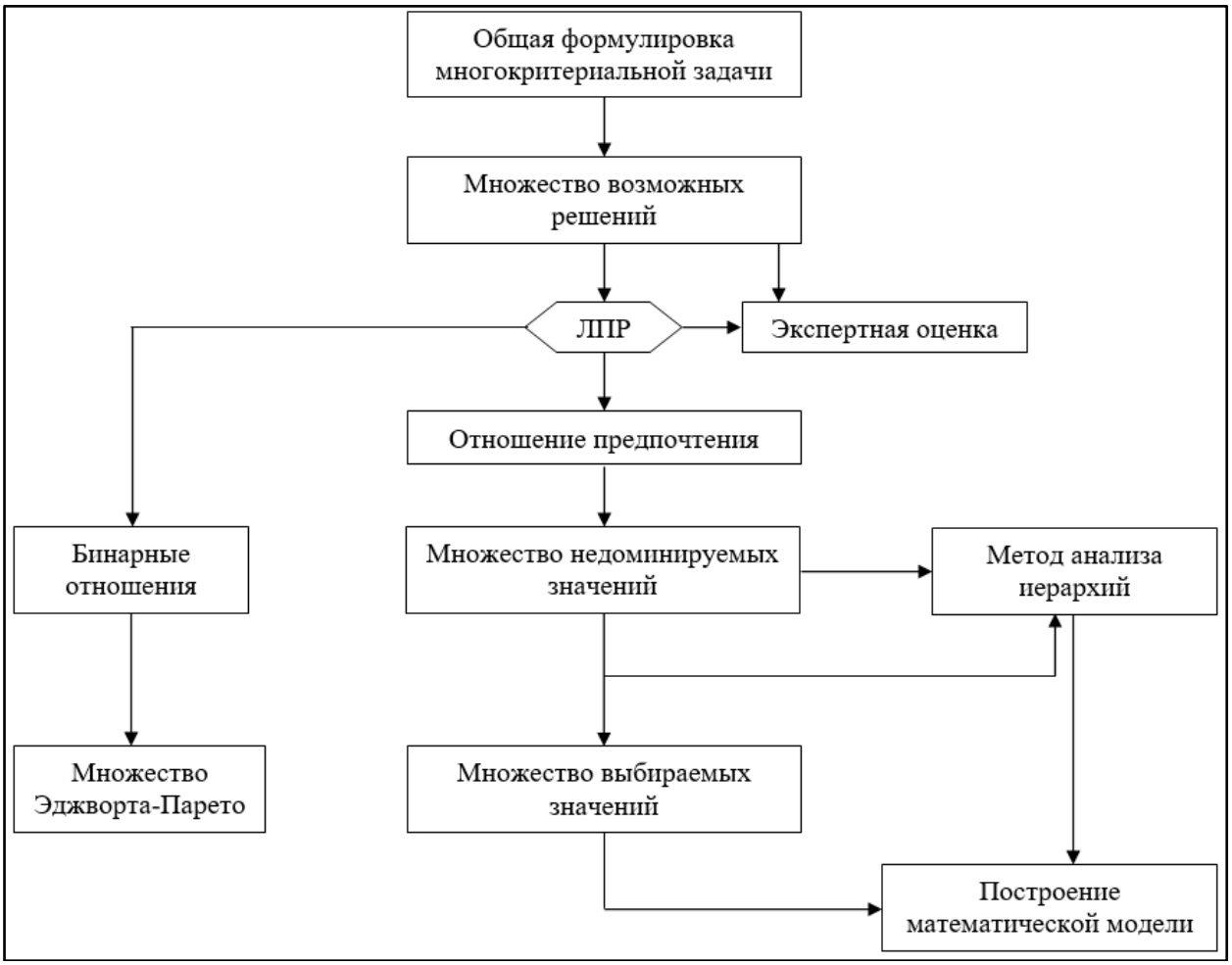

Рис. 2. Алгоритмы выбора оптимальной альтернативы в многокритериальной среде

В процессе принятия решения целесообразно использовать логико-лингвистические модели в сочетании с методами нечетких множеств и анализом иерархии, позволяющих описывать компоненты ЧМС «Ч-Э-С» в виде формализованных конструкций. Отметим, что рассмотренный метод обеспечивает учет субъективных оценок, отражающих мнение и предпочтения экспертов и ЛПР, а также полноту сравнения многокритериальных альтернатив.

Выводы

1. Обоснована концепция многоуровневого анализа рассматриваемой человекомашинной системы в условиях стохастической неопределенности, проанализирован механизм формирования антропогенного риска в процессе эксплуатации электроустановок на производственном объекте.

2. Рассмотрены основы построения СППР и математическая модель решения задачи (вычисления) рисков, позволяющая проводить их оптимизацию и альтернативный выбор вариантов решения.

Список использованных источников:

1. 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.

2. Никольский О.К., Качесова Л.Ю., Шаныгин И.А. Математическая модель оценки и управления рисками аварий в системах электроснабжения // Электротехника. – 2018. – № 10. – С. 72-77.

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

4. Шоломицкий А.Г. Теория риска: выбор при неопределенности и моделирование риска : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Экономика». – Москва : Изд. дом ГУ ВШЭ, 2005. – 399 с. – (Учебники Высшей школы экономики). – ISBN 5-7598-0280-1.

5. Кушнарев С.Н., Еремина Т.В., Лабаров Д.Б., Хусаев Н.С. Проблемы и принципы многокритериальной оптимизации функционирования человеко-машинной системы на объектах АПК // Инженерное обеспечение и технический сервис в АПК: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию доктора технических наук, профессора Сергеева Ю. А., Улан-Удэ, 21–22 июня 2019 года / Д.Б. Лабаров (ред.) Ю.А. Сергеев (ред.) Д.Н. Раднаев (ред.) Н.Т. Татаров (ред.). – Улан-Удэ: Издательство БГСХА имени В.Р. Филиппова, 2019. – С. 162–166.

6. 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 РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2017. – С. 95-98.

7. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – Москва: Физматлит, 2007. – 256 с. – ISBN 978-5-9221-0812-6.

8. 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.

9. 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.

10. 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:

Фараносов В.В., Суринский Д.О., Никольский О.К. Многокритериальное управление антропогенными рисками опасности электроустановок [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_213.pdf.
DOI: https://doi.org/10.51419/202132213.