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

УДК 621.31

Диагностирование модели антропогенных рисков электроустановок на основе статистического прогнозирования

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 решения 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.).

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

Одним из основных направлений в аграрной отрасли является создание технологии повышения надёжности, безопасности и эффективности функционирования электроустановок в процессе их эксплуатации на производственном объекте. Для реализации этого направления нужна разработка систем мониторинга и поддержки принятия решений (ППР) с целью получения необходимых данных и их интерпретации для изучения взаимосвязей и рискообразующих факторов, обуславливающих возникновение техногенной опасности [1].

Одной из характеристик опасности и неопределённости, используемой в настоящее время, является риск, который трактуется как количественная характеристика степени опасности, вызванной эксплуатацией электроустановки и деятельностью человека.

Контроль безопасности электроустановки связан с решением комплекса научных и практических задач для оценки прогнозирования и управления риском на протяжении всего жизненного цикла объекта с учётом случайных и неопределённых факторов, влияющих на возникновение аварий, электротравматизма и пожаров, вызванных электротехническими причинами.

Известные методы оценки антропогенных рисков не учитывают неопределенность исходных данных, обусловленных отказами электроустановок, ошибками персонала и сверхнормативными параметрами рабочей среды [2]. В процессе принятия решений ЛПР (лицо, принимающее решение) осуществляет выбор в условиях неопределённых исходных и текущих данных. Это обусловлено наличием факторов, не поддающихся строгой количественной оценке, и вызывает необходимость использовать так называемые «мягкие вычисления», в основе которых лежат логико-лингвистические модели. Поэтому задача разработки системы оценки прогнозирования антропогенных рисков опасности электроустановок и установления цепи инициирующихся условий для обоснования превентивных мер безопасности производственного объекта является актуальной.

Рассмотрим факторы, комплексно влияющие на надёжность и безопасность электроустановок, выделив из них конструктивные, производственные и эксплуатационные. К первым отнесём токоведущие, изолированные и конструкционные элементы, качество которых зависит от механических свойств материалов и требований к допускам на технологические характеристики элементов.

К производственным факторам отнесём технологические характеристики, связанные с производством, монтажом и наладкой оборудования, включая контроль качества материалов и элементов, квалификацию изготовителей и т. д.

Эксплуатационными будем считать факторы, воздействующие на электроустановки производственного объекта, которые условно можно подразделить на объективные (в результате влияния рабочей среды) и субъективные (вызванные ошибками обслуживающего персонала).

Таким образом, надёжность и безопасность электроустановок зависит от множества разнообразных факторов, диагностирование которых является необходимым условием, поскольку раскрытие физической природы отказов, как правило, происходит на основе обнаружения и идентификации рискообразующих факторов.

Поясним более подробно. Обычно границы между работоспособным и неработоспособным состоянием электроустановки достаточно условны, их переход происходит вследствие появления цепи: дефект-отказ-неисправность (рис. 1). Работоспособная электроустановка, в отличие от исправной, должна удовлетворять требованиям нормативно-технической и конструкторской документации, выполнение которых обеспечивает нормальное её применение [3].

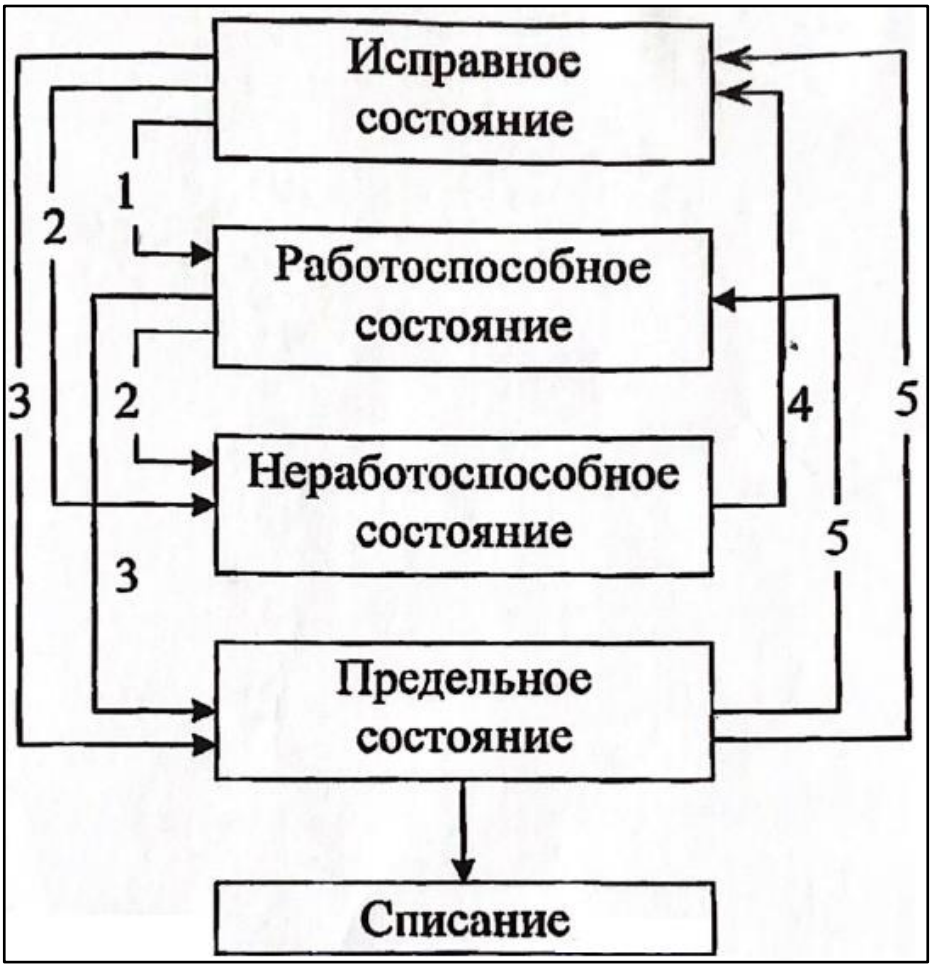

Рис. 1. Модель диагностирования состояния электроустановки
Примечание: 1 – повреждение; 2 – отказ; 3 – переход объекта в предельное состояние; 4 – восстановление; 5 – ремонт.

Отметим, что основной задачей диагностирования параметров электроустановки является прогнозирование неисправностей, оценка надёжности и безопасности эксплуатации технологического электрооборудования с целью установления предельного

состояния объекта, при котором дальнейшее его применение недопустимо или нецелесообразно по требованиям безопасности, экономичности или эффективности.

Принципы статистического прогнозирования антропогенных рисков. Прогнозирование и предупреждение рисков опасности электроустановок производственного объекта осуществляется на основе анализа плохо формализуемой человекомашинной системы с использованием базы данных, полученных в результате сбора информации путём экспертных оценок и субъективных суждений специалистов. В этих условиях инструмент решения задач идентификации и моделирования опасных событий может быть получен с помощью экспертных систем [4]. Принимая во внимание наличие в человекомашинной системе стохастической неопределённости [5, 6], рассмотрим основные методы оценки и диагностирования антропогенных рисков, выделив из них:

1. Статистические методы, требующие большого объёма исходной информации, связанной с отказами, авариями, возникновением опасных ситуаций.

2. Детерминированные (физико-статистические) методы оценки рисков, основанные на использовании аналитических зависимостей, связывающих время до возникновения отказов электроустановки с характеристиками эксплуатационных нагрузок и параметров процессов, возникающих в токоведущих, изолированных и конструкционных частях электроустановки.

3. Экспертные методы оценки и прогнозирования антропогенного риска, обусловленные трудностями в выборе экспертов и их субъективностью. Вместе с тем достоинство эвристического подхода, основанного на экспертных оценках, состоит в быстром получении результатов при минимальных затратах.

Проведённые исследования [7, 8] позволяют сформулировать основные принципы оценки и прогнозирования антропогенных рисков при эксплуатации электроустановок в условиях сельскохозяйственного производства:

1. Принцип стохастического риска опасности электроустановки обусловлен тем, что процессы, протекающие на объекте, носят случайный характер.

2. Принцип сохранения физического состояния процессов при прогнозировании риска состоит в том, чтобы сохранить модель отказов электроустановки во времени, т. е. сохранить адекватность процессов как на интервале предыстории, так и на интервале

упреждений. Другими словами, в соответствии с постулатом К. Шеннона основные закономерности процессов, наблюдавшихся в прошлом, будут сохранены в будущем. При этом процесс функционирования электроустановки будет рассматриваться как последовательная смена её состояния под действием негативных факторов среды, приводящих к повышению антропогенных рисков.

3. Принцип адекватности методов оценки и прогнозирования рисков по статистическим данным о работоспособности электрооборудования на производственном объекте.

4. Принцип сочетания детерминированных и вероятностных подходов к оценке и прогнозированию антропогенного риска.

Для решения задачи оценки и прогнозирования рисков воспользуемся аппаратом математической статистики [9, 10], позволяющим построить статистические модели (временные ряды), в которых присутствуют случайные недетерминированные факторы.

Представим анализируемую случайную величину – антропогенный риск (АПР) в виде некоторого временного ряда, полученного в результате наблюдений $x(t_1)$, $x(t_2)$, …, $x(t_n)$, произведённых в последовательные с равноотстоящими моментами наблюдений t_1, t_2, …, t_n. Требуется построить адекватные оценки будущих значений АПР, выделив при этом период наблюдений (получение фактических значений риска) и период упреждения (определение расчётных значений риска). Таким образом, можно принять следующие этапы прогнозирования антропогенного риска: а) постановка задачи и сбор необходимой информации; б) первичная обработка исходных данных; в) оценка параметров модели риска; г) построение прогноза и определение тренда статистических данных, описывающих плавное и устойчивое изменение уровня ряда во времени, свободного от случайных колебаний и выражающего длительную тенденцию развития исследуемого процесса прогнозирования риска электроустановки при её эксплуатации в производственных условиях.

Заключение

Предложенный в работе подход статистического прогнозирования антропогенных рисков электроустановок реализуется с помощью алгоритма (рис. 2), позволяющего проводить диалоговое решение поставленной задачи, направленной на повышение

надёжности, эффективности и безопасности эксплуатации электротехнологического оборудования в аграрной отрасли [11, 12].

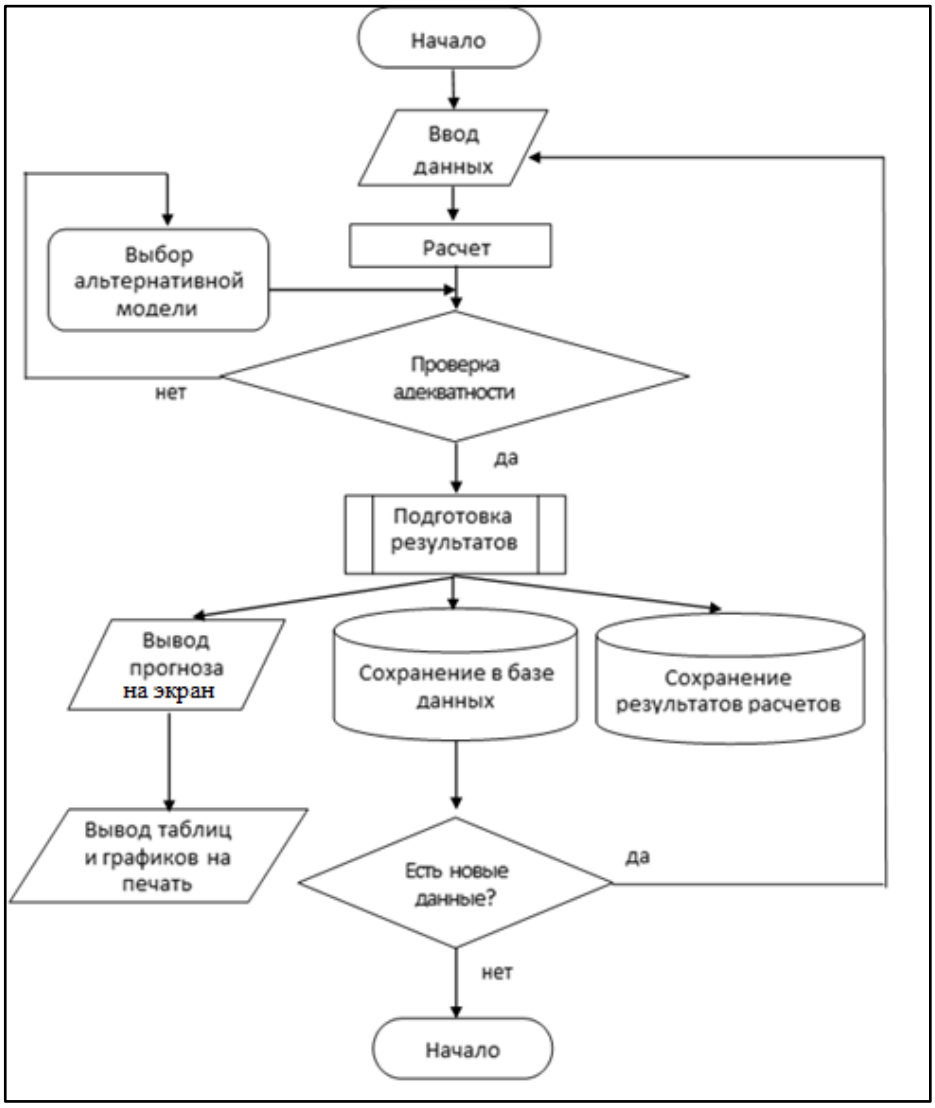

Рис. 2. Алгоритм программной реализации системы прогнозирования

Полученные результаты работы прошли апробацию на сельскохозяйственных предприятиях Тюменской области, где была проведена экспертная оценка технического состояния электроустановок, а также внедрение эффективной системы электрической защиты.

Социальная эффективность полученных результатов выражается в снижении количества погибших и пострадавших людей (до 30%) в результате возникновения электрических травм и пожаров от электроустановок производственных объектов и

сельских поселений. Экономический эффект достигается путём предотвращения аварий, снижения материальных ущербов и нормализации экологической обстановки в аграрной отрасли.

Список использованных источников:

1. Багров А.В., Муртазов А.К. и др. Техногенные системы и теория риска. - Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина. — Рязань, 2010. – 207 с.

2. 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.

3. Государственный стандарт РФ 27.310-93. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. М : Изд-во стандартов. 1993.

4. Браверман Э.М., Мучник И.Б. Структурные методы обработки эмпирических данных. - Москва: Наука, 1983. - 464 с.

5. Никольский О.К., Воробьев Н.П., Куликова Л.В. [и др.] Методология управления техногенными рисками опасности электроустановок на объектах АПК // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 3. – С. 58-64.

6. Никольский О.К. и др. Теория и практика управления техногенными рисками / под ред. заслуженного деятеля науки и техники России, д.т.н. О.К. Никольского. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015.

7. Иванилов Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике. - Москва : Наука, 1979. - 303 с.

8. Nikolsky O.K., Shlionskaya Yu.D., Gabova M.A., Kachanov A.N., Chernyshov V.A. Methodology of fire risk analysis in electrical installations of a production facility / – DOI: 10.1088/1757-899X/1211/1/012001 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 1211 (2022) 012001.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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. Диагностирование модели антропогенных рисков электроустановок на основе статистического прогнозирования [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_234.pdf.
DOI: https://doi.org/10.51419/202132234.