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

УДК 621.31

Диагностирование модели антропогенных рисков электроустановок на основе статистического прогнозирования. Сообщение 1.

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

Одним из основных направлений в аграрной отрасли является создание технологии повышения надежности, 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.

Ключевые слова: АНТРОПОГЕННЫЕ РИСКИ, ТЕХНОГЕННЫЕ ПОЖАРЫ, ТЕПЛОВАЯ ПЕРЕГРУЗКА, ЧЕЛОВЕКОМАШИННАЯ СИСТЕМА, РИСКООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР ПОЖАРА

Одной из характеристик опасности и неопределенности, используемой в настоящее время, является риск, который трактуется как количественная характеристика степени опасности, вызванной эксплуатацией электроустановки и деятельностью человека [1, 2].

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

Известные методы оценки антропогенных рисков не учитывают неопределенность исходных данных, обусловленную отказами электроустановок, ошибками персонала и сверхнормативными параметрами рабочей среды [3, 4]. В процессе принятия решений ЛПР (лицо, принимающее решение) осуществляет выбор в условиях неопределенных исходных и текущих данных, что вызвано наличием факторов, не поддающихся строгой количественной оценке и влечет за собой необходимость использовать так называемые «мягкие вычисления», в основе которых лежат логико-лингвистические модели. Поэтому задача разработки системы оценки прогнозирования антропогенных рисков опасности электроустановок, установление цепи инициирующихся условий для обоснования превентивных мер безопасности производственного объекта являются актуальными.

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

Производственными факторами являются 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, надежность и безопасность электроустановки 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 ее применение [5, 6].

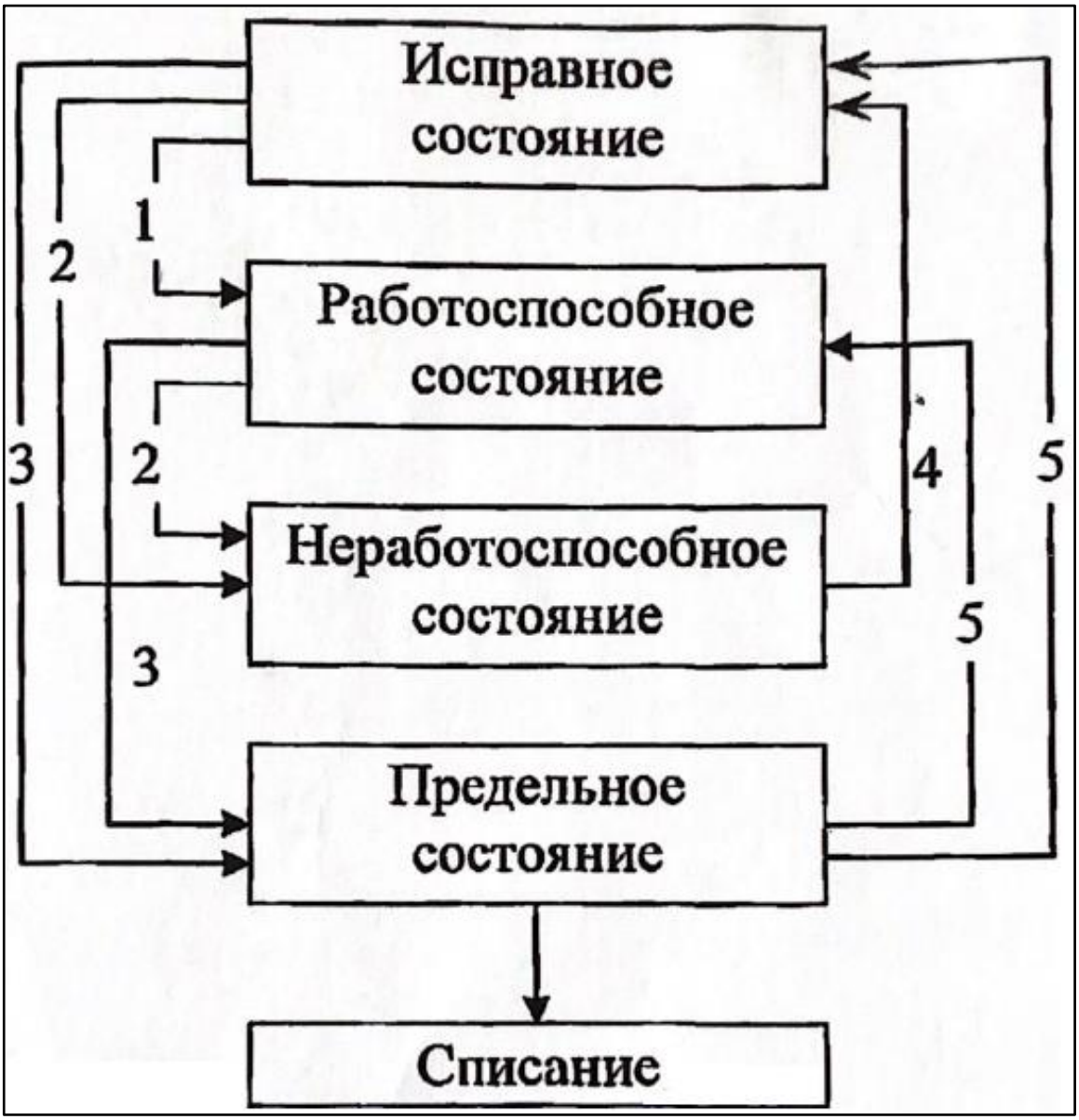

Рис. 1. Модель диагностирования состояния электроустановки
Примечание: 1 – повреждение; 2 – отказ; 3 – переход объекта в предельное состояние; 4 – восстановление; 5 – ремонт.

Отметим, что основной задачей диагностирования параметров электроустановки, является прогнозирование неисправностей, оценка надежности 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, используя при этом базы данных, полученные в результате сбора информации путем экспертных оценок и субъективных суждений специалистов. В этих условиях инструментом решения задач идентификации и моделирования опасных событий может быть получено с помощью экспертных систем [7, 8]. Принимая во внимание наличие в человекомашинной системе стохастической неопределенности [9, 10], рассмотрим основные методы оценки и диагностирования антропогенных рисков, выделив из них:

1. Статистические, требующие большого объема 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 электроустановок 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.

Проведенные исследования [11, 12] 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 ее состояния под действием негативных факторов среды, приводящих к повышению антропогенных рисков.

3. Принцип адекватности методов оценки и прогнозирования рисков статистическими данными 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 [13, 14], 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 $x(t_1)$, $x(t_2)$, …, $x(t_n)$, произведенных 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 расчетных 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, свободные от случайных колебаний и выражающее длительную тенденцию развития исследуемого процесса прогнозирования риска электроустановки при ее эксплуатации в производственных условиях.

Предложенный в работе подход статистического прогнозирования антропогенных рисков электроустановок реализуется с помощью алгоритма (рис. 2), позволяющего проводить диалоговое решение поставленной задачи, направленной на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации электротехнологического оборудования в аграрной отрасли [15].

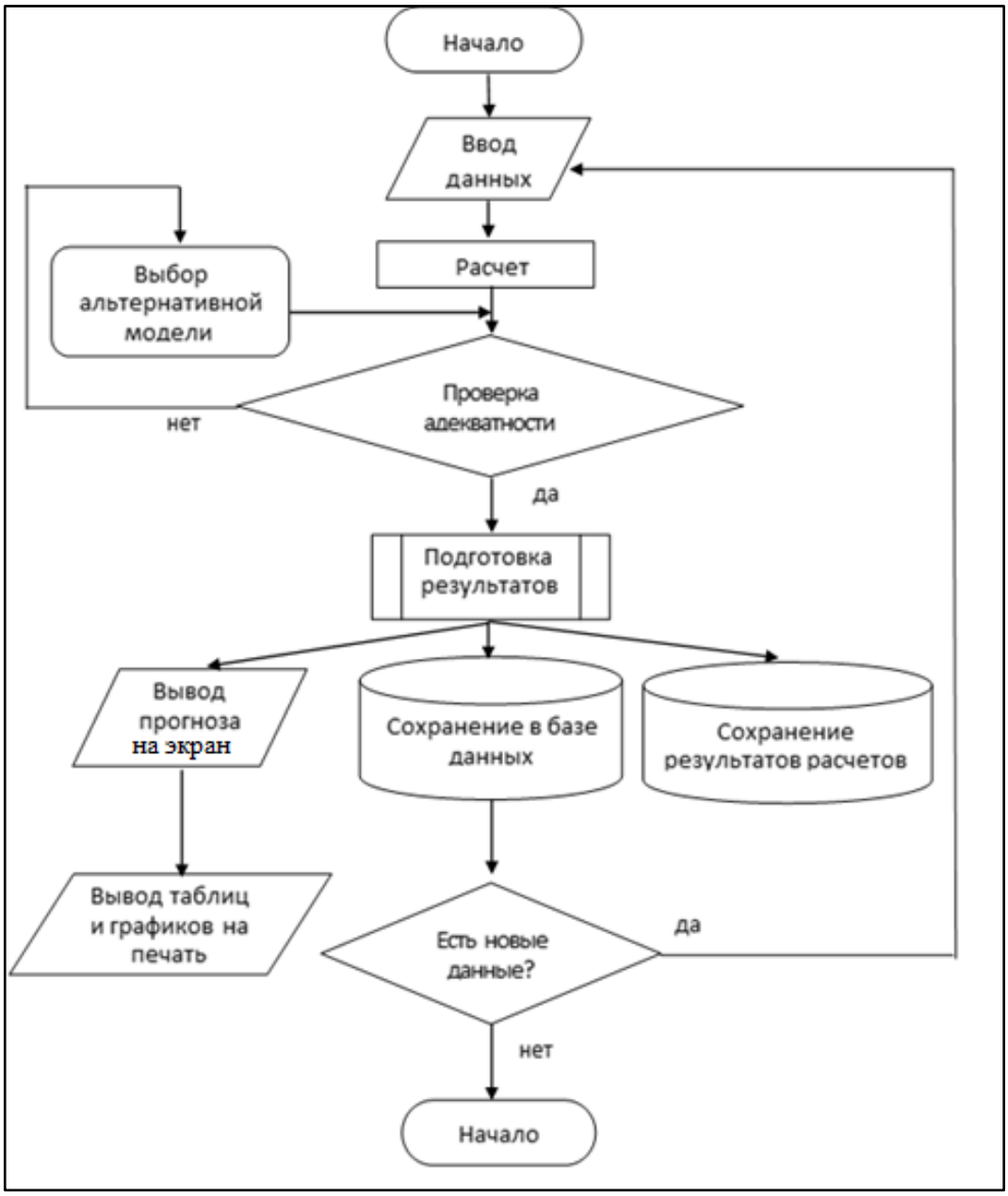

Рис. 2. Алгоритм программной реализации системы прогнозирования

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 путем предотвращения аварий, снижения материальных ущербов и нормализации экологической обстановки в аграрной отрасли.

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., 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.

3. 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.

4. Gabova M., Nikolsky O., Guner M. The expert system for assessing fire risks of electrical installations in the agrarian industrial complex based on neural networks // International Conference on High-Performance Computing Systems and Technologies in Scientific Research. 2021. Vol. 214. No. 114. DOI: 10.1088/1742-6596/2142/1/012005.

5. Udartseva O., Nikolsky O. Computer Science in Environmental Safety Research // International Science and Technology Conference on Earth Science. - 2019. - Vol. 414. - No. 459. DOI: 10.1088/1755-1315/459/4/042043.

6. 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.

7. Halina T., Stalnaya M., Ivanov I., Rybalkina T., Ryazanova E. Speed Regulation of Single-Phase Engines Used in Agriculture // International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering. - 2018. - Vol. 223-227. - No. 6. DOI: 10.1109/APEIE.2018.8545140.

8. Дробязко О.Н., Куликова Л.В. Системно-вероятностное моделирование систем обеспечения электробезопасности на объектах АПК // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2022. - № 2 (208). - С. 94-101.

9. Титов Е.В., Сошников А.А., Куликова Л.В. Оценка защитного действия многослойного экрана в электрическом поле широкого диапазона частот // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2019. - № 9 (179). - С. 157-162.

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. Габова, М.А. Оценка пожарных рисков электроустановок АПК на основе нейронных сетей // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. - 2021. - Т. 5. - № 1. - С. 217-221.

12. Никольский О.К. Модель функционирования системы техногенной безопасности электроустановок // Вестник АПК Ставрополья. - 2021. - № 1 (41). - С. 19-23. DOI: 10/31279/2222-9345-2021-10-41-19-23.

13. 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.

14. Куликова Л.В., Суринский Д.О. Энергетический анализ производства продукции растениеводства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 4 (96). - С. 176-179.

15. Суринский Д.О., Карнаухов К.А. Методика расчета энергосберегающих мероприятий при защите объектов АПК от вредителей [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 3. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/3/st_305.pdf DOI: https://doi.org/10.51419/202123305.

==========

Цитирование:

Никольский О.К., Фараносов В.В., Суринский Д.О. Диагностирование модели антропогенных рисков электроустановок на основе статистического прогнозирования. Сообщение 1. [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 3. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/3/st_329.pdf.
DOI: https://doi.org/10.51419/202133329.