

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 621.31:658.254

О.К. Никольский,
Н.И. Черкасова

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Ключевые слова: сельские электрические сети, техногенная опасность, интегрированный техногенный риск, алгоритм управления рисками, оценка ущерба, допустимый риск.

Введение

Анализ аварий, электротравматизма и пожаров в электроустановках показывает, что эти негативные события имеют вероятностную природу. Особенность электроустановки состоит в том, что она по своей сути генерирует техногенную угрозу. Нулевая вероятность аварии или другого опасного события в электроустановке имеет место лишь тогда, когда отсутствует запасенная энергия, т.е. электроустановка отключена. В последние годы появились нормативные документы, в которых провозглашена концепция так называемого приемлемого риска и регламентируется его допустимый уровень, равный 1×10^{-6} ; изложены подходы к оценке риска и его последствий (ущербов), выраженных в натуральных единицах или денежном эквиваленте [1, 2]. Разработанные методики технико-экономического обоснования инженерных решений по обеспечению безопасности касаются особо опасных объектов – атомных электростанций, нефтегазового комплекса, химических предприятий. Возникающие на этих объектах аварии, как правило, приводят к катастрофическим последствиям (людским потерям, возникновению опасной экологической обстановки региона и др.). Вместе с тем остаются недостаточно изученными техногенные опасности в таких важных сферах жизнедеятельности человека, как жилищно-коммунальный комплекс, малая электро-

энергетика – распределительные электрические сети 10/0,4 кВ. В силу широкого распространения низковольтных сетей к электрооборудованию и их массового обслуживания населением эти объекты в настоящее время представляют особую опасность. Именно на этих объектах происходит подавляющее количество пожаров (60-70%) и электротравм людей (более 80%) от общего их числа. Остается нерешенной применительно к этим объектам основная научная проблема комплексного анализа уровня опасности на основе интегрированного риска и разработка методологии количественной его оценки. Актуальной также стоит оценка и прогнозирование остаточного ресурса сельских электрических сетей (СЭС) для определения возможности срока увеличения безопасной эксплуатации.

Цель исследования: разработка алгоритма управления уровнем риска путем мониторинга информации по установлению техногенных опасностей и их количественных оценок, включая расчет ущербов; обеспечение методической основы для прогнозирования риска и разработки мероприятий по снижению его уровня.

Введем ряд определений в рамках терминологии системного анализа [3].

Сельская электрическая сеть (СЭС) – совокупность взаимосвязанных технических средств и организационных мероприятий, направленных на выполнение основных ее функций. В нашем представлении к этим функциям будем относить: надежность электроснабжения, качество отпускаемой потребителю электрической энергии и безопасность обслуживания электроустановок. Совокупность этих функций можно

объединить обобщенным показателем, характеризующим качество функционирования СЭС или ее эффективность. Под эффективностью функционирования СЭС будем понимать обеспечение бесперебойного снабжения потребителей электроэнергией в пределах допустимых (нормируемых) показателей ее качества и исключение ситуаций, опасных для людей, животных и окружающей среды (С). Здесь окружающую среду можно охарактеризовать совокупностью факторов, являющихся внешними к рассматриваемому объекту, непосредственно или косвенно оказывающих негативное воздействие на функционирование СЭС. Условимся считать, что нагрузка (энергия), приложенная к объекту, не относится к факторам внешней среды и определяется режимными параметрами, оказывающими влияние на работу электрической сети.

Известно, что количественная оценка техногенной опасности характеризуется риском R , определяемым как произведение вероятности P негативного события (аварии, электротравмы и др.) и ожидаемого ущерба Y в результате этого события [2]. Введем понятие интегрального риска СЭС, который представляет собой комплексный показатель потенциальной опасности объекта, выраженного в виде обобщенной функции:

$$F_R = [P, Y] = \sum (P_j, Y_j), \quad (1)$$

где P_j – вероятность возникновения j -го опасного техногенного события;

Y_j – материальный ущерб j -го события, выраженный в едином денежном эквиваленте.

В свою очередь интегрированный техногенный риск можно представить в виде вектора, содержащего социальную (R_L), материальную (R_M) и экологическую (R_K) составляющие, т.е.

$$\bar{R}_\Sigma = R_L + R_M + R_K. \quad (2)$$

Рассмотрим риск как некоторую временную функцию от двух определяющих параметров – вероятности $P(t)$ возникновения опасности и ущерба $Y(t)$ от этой опасности, также имеющего вероятностную природу.

Тогда

$$R_\Sigma(t) = f_R[P(t), Y(t)], \quad (3)$$

или с учетом (2)

$$R_\Sigma(t) = f_R[R_L(t), R_M(t), R_K(t)]. \quad (4)$$

Выражение (4) является математической моделью интегрированного риска СЭС.

Целью анализа риска является разработка алгоритма управления его уровнем путем мониторинга информации по установлению техногенных опасностей и их количественных оценок, включая расчет ущербов.

Анализ риска обеспечивает методическую основу для прогнозирования и разработку мероприятий по снижению его уровня. Действия, осуществляемые для выполнения поставленной цели, достижения нормативного значения $R_\Sigma(t)$, можно рассматривать как управление, или менеджмент риска.

Рассмотрим процедуру анализа и управления интегральным риском СЭС (рис.).

Первый этап. Рассматривается структурно-морфологическая модель системы: «человек – СЭС – среда» (Ч – СЭС – С) и проводится ее семантическое описание. При исследовании системы необходимо вначале провести декомпозицию, т.е. мысленно разделить ее на составные части (компоненты) для описания их свойств и установления взаимосвязей. Затем совокупность подсистем рассматривается как органическое единство сложного объекта, обладающего качественно новыми системными свойствами. На этом этапе также необходимо ввести параметры, количественно отражающие свойства компонентов исследуемой модели. Далее обосновываются показатели, характеризующие техническую и экономическую эффективность системы в рамках теории рисков. Формулируются цели анализа интегрированного риска. Определяются и классифицируются источники потенциальных опасностей. Дается описание условий окружающей среды, подразделяя ее на внутреннюю (т.е. область непосредственного функционирования электроустановки с учетом человеческого фактора) и внешнюю, включая правовые, организационные и экономические факторы, опосредованно влияющие на эффективность функционирования сельских электрических сетей. Классифицируются факторы, характеризующие среду, различая при этом детерминистические, вероятностные и неопределенные. Формулируется общая задача оптимизации и ее математическая постановка.

Второй этап связан с задачами идентификации техногенных опасностей и негативной оценки их последствий. Все виды опасностей модели (Ч – СЭС – С) должны быть определены и систематизированы. Отметим, что основным видом угроз в электроустановках является электрическая (электромагнитная), которая проявляется во многих аварийных, предаварийных и рабочих режимах в виде отказов, электропоражений, пожаров и др.

Третий этап предполагает проведение анализа интегрального риска, конечной целью которого является прогнозирование ущерба (потерь), который может быть причинен отдельному хозяйствующему субъекту от различного вида техногенных угроз, человеку, окружающей среде, страховым

компаниям и в целом обществу. Ущерб рассматривается как результат логически связанных причинных факторов, приводящих к негативным последствиям.

При оценке риска может быть использован системно-целевой подход, базирующийся на теории систем [4]. Сущность этого подхода состоит в исследовании модели (Ч – СЭС – С) с помощью системного анализа и синтеза.

Четвертый этап – моделирование системы (Ч – СЭС – С), включает учет существенных факторов, определяющих возникновение и последствия опасностей, составление смысловых моделей и их формализацию с помощью графических диаграмм

причинно-следственных связей (деревьев событий и исходов) [5]. Семантическая модель типа дерева включает одно головное событие, которое соединяется с помощью заданных конкретных условий с исходными и промежуточными предпосылками, обусловившими появление этого события. В частном случае головным событием дерева в зависимости от поставленной цели может быть отказ или несчастный случай, а его «ветви» – набор соответствующих предпосылок, образующих причинные цепи. «Листьями» дерева события служат исходные события – предпосылки (например, авария или ошибка персонала), дальнейшая детализация которых нецелесообразна.

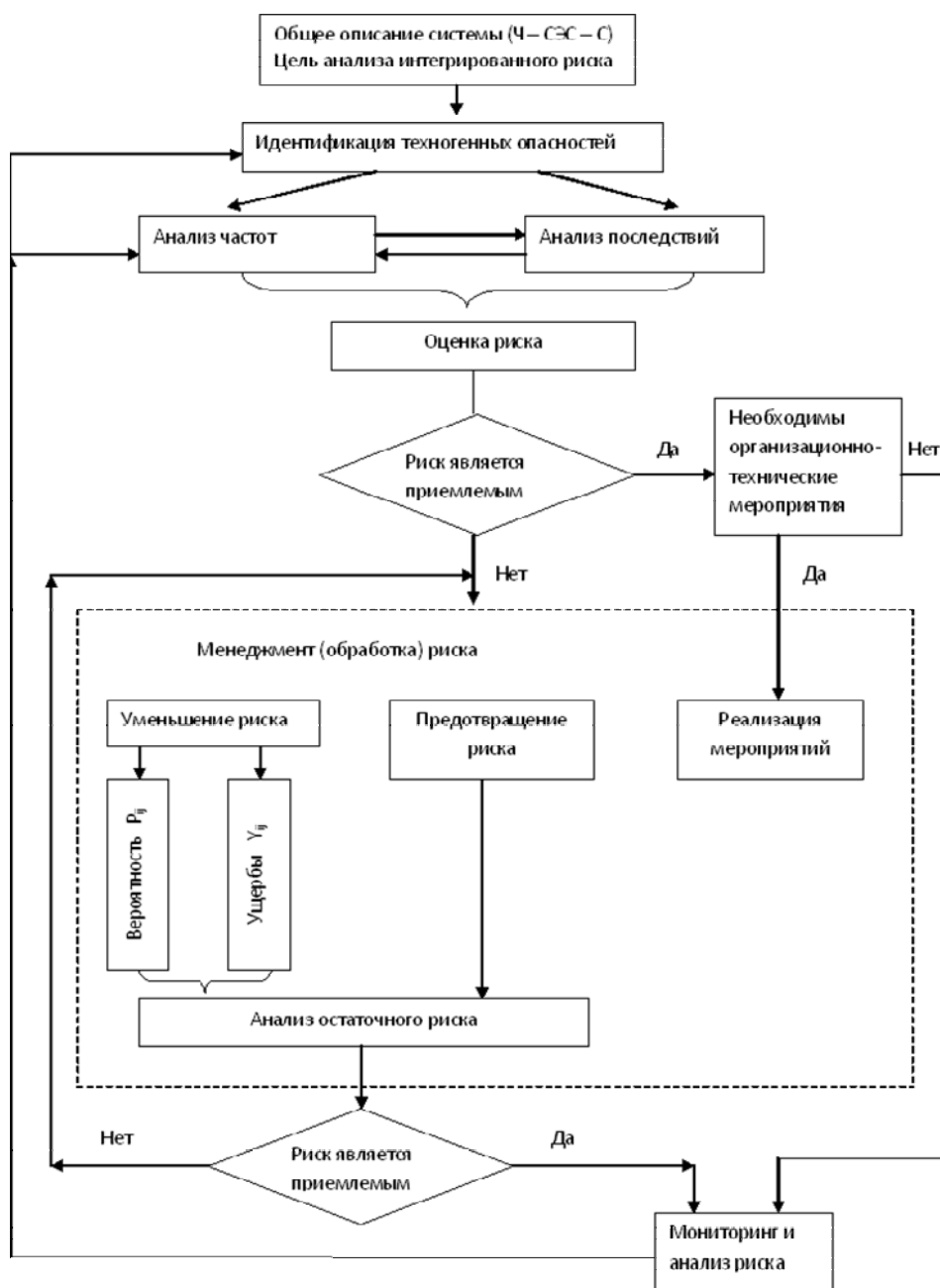


Рис. Алгоритм анализа и менеджмента интегрального риска СЭС

Пятый этап – частотный анализ, применяемый для оценки вероятности идентифицированных техногенных опасностей (ТО) системы (Ч – СЭС – С). Частотный анализ ТО опирается на использование основных положений теории вероятностей и математической статистики. Для оценки частот ТО используются известные подходы: статистический, экспертный и математический. В основе первого лежат сбор, обработка и анализ ретроспективных данных об опасных техногенных событиях (отказы, аварии, электротравмы и т.д.). Метод экспертных оценок с помощью привлечения специалистов позволяет провести сравнительное качественное или количественное ранжирование каждой идентифицированной опасности. Математический метод может быть использован из-за недостатка данных, касающихся человеческого фактора. Основой учета и оценки неопределенностей является теория нечетких множеств [6]. Методы управления риском на нечетких моделях позволяют удобно и достаточно объективно производить ранжировку и оценку факторов по определенным критериям. При этом возможны лингвистическая и точечная оценки с использованием функции принадлежности.

Шестой этап – анализ последствий (исходов), направлен на оценку ущербов (потерь), вызванных:

- простоем технологического оборудования и недоотпуском продукции из-за перебоев электроснабжения потребителей;

- компенсационными издержками вследствие возникших аварий и отказов СЭС и электроустановок;

- электротравматизмом людей с летальным или тяжелым исходом (потерей трудоспособности);

- потерей молокаотдачи у коров и привесов у животных на откорме, вызванных электропатологией;

- потерей электроэнергии в сетях из-за несимметрии нагрузок и наличия высших гармоник напряжения и тока.

Представляется целесообразным оценку общего ущерба проводить в денежном эквиваленте, используя при этом понятие «стоимости среднестатистической жизни человека» (ССЖЧ). Это понятие достаточно условное, т.к. жизнь человека не является рыночным товаром, однако материальные потери, связанные с гибелью людей, объективно существуют, поэтому эти потери могут быть монетарно оценены.

Седьмой этап – процедура вычисления риска. При этом следует различать виды рисков:

- 1) индивидуальный, которому подвергается человек, получивший электротравму (оценивается вероятностью попадания человека под напряжение или прогнозируемой частотой смертности или инвалидности);

- 2) коллективный, определяемый ожидаемым числом смертельно травмированных в результате возникновения ТО за определенный период времени;

- 3) социальный, характеризующийся отношением числа погибших от электротравм к определенному множеству людей.

Отметим, что все риски могут быть определены статистическим либо вероятностным (с помощью математического моделирования) методом.

Последующие этапы, связанные с сопоставлением полученных расчетных значений интегрального риска с приемлемым, установленным соответствующими нормативами, наглядно иллюстрируются на рисунке.

Заключительным этапом является так называемая обработка риска, описываемая процессом выбора и выполнения мероприятий для изменения риска (уменьшение значения, предотвращение).

Цель менеджмента риска состоит в мониторинге, идентификации и осуществлении обоснованных рентабельных мероприятий, направленных на получение допустимого риска. Для определения, является ли риск допустимым, рассматривается его значение, оставшееся после выполнения процедуры обработки риска. Если риск не является приемлемым, то рассматриваются действия, направленные на снижение или предотвращение риска. Мониторинг риска должен быть непрерывным на всех этапах, включая проектирование, эксплуатацию и реконструкцию СЭС.

Выводы

1. Увеличение числа аварий, отказов и электротравматизма людей в сельской энергетике делает актуальной проблему комплексного анализа уровня техногенной опасности, выраженной через понятие интегрированного риска.

2. В рамках терминологии системного анализа даны определения понятия системы сельских электрических сетей, включающие определение эффективности функционирования СЭС.

3. На основе определения количественной оценки риска R , включающей ущерб от опасного техногенного события и вероятность его возникновения, также учитывая экологические, социальные и материальные аспекты риска, представлена математическая модель интегрированного риска СЭС.

4. Разработан алгоритм управления уровнем риска путем мониторинга информации по установлению техногенных опасностей и их количественных оценок, включая расчет ущербов.

5. На основе анализа риска разработана методика прогнозирования риска, включающая разработку мероприятий по снижению его уровня.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51901.1-2002 «Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем».
2. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных процессов. РД 03-418-01. – М.: Госгортехнадзор РФ, 2001.
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1969.

4. Браун Д.Б. Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности: пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1979.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1980.
6. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечеткой логики. Примеры использования. – Рига, 1990.



УДК 631.365.22

Н.А. Селиванов

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАПСОВОГО МАСЛА
В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА В ЗЕРНОСУШИЛКЕ**

Ключевые слова: тепловой расчет, зерносушилка, рапсовое масло, альтернативное топливо, снижение затрат.

Введение

В последние годы намечается устойчивый рост к энергетическому использованию в топочных агрегатах зерносушилок с.-х. назначения и в промышленных котельных установках биологического топлива: животного жира, растительного и рапсового масла, глицерина. Это связано с объективной необходимостью радикального снижения выбросов CO₂ в атмосферу из-за парникового эффекта и постоянного роста цен на традиционное нефтяное топливо: природный газ, дизельное топливо и нефтяной мазут [1, 2].

Цель – найти удельный расход рапсового масла и оценить его эффективность использования в качестве топлива при применении в зерносушилке.

Задачи: составить расчетную схему зерносушилки; на основании расчетной схемы сделать тепловой расчет зерносушилки и определить удельный расход рапсового масла; оценить эффективность использования топлива рапсового масла в зерносушилке.

Метод расчета

Тепловой расчет выполняется графоаналитическим методом. Он включает в себя построение на *J-d*-диаграмме: а) процесса нагрева воздуха при смешивании его с продуктами сгорания топлива; б) процессов изменения состояния агента сушки в сушильных зонах или воздуха в зоне охлаждения; в) определение расходов агента сушки, теплоты и топлива на сушку и расходов воздуха [3].

Данный метод расчета основан на материальном и тепловом балансах сушильных зон и зоны охлаждения.

В расчете примем следующие обозначения основных величин: *t* – температура воздуха и агента сушки, °С; *θ* – температура зерна, °С; *φ* – относительная влажность воздуха и агента сушки, %; *d* – влагосодержание воздуха и агента сушки, %о; *w* – влажность зерна (на общую массу), %; *J* – энтальпия воздуха и агента сушки, кДж/кг; *П* – производительность сушилки, т/ч; *G* – масса зерна, проходящего за 1 ч через зерносушилку, т; *W* – масса испаренной влаги.

Буквенные обозначения будем отмечать верхним и нижним индексами. Нижние индексы: «0» – параметры наружного воздуха, «1» – величины на входе в сушилку, «2» – на выходе из нее. Верхние индексы ' , ' , ' ' присваиваем величинам, относящимся, соответственно, к первой и второй зонам сушки и третьей зоне (охлаждения).

Данные для расчета. Примем:

- топливо – рапсовое масло;
- на сушку поступает культура – пшеница продовольственного назначения с нормальной клейковиной;
- влажность зерна на входе и выходе составляет 20 и 14% соответственно.

Составим расчетную схему сушилки (рис. 1).

Температуру агента сушки на входе выбираем согласно режимам сушки зерна в зависимости от культуры, качества, назначения, начальной влажности зерна и типа зерносушилки. Элементарный состав топлива выбираем из [4, с. 162] (табл. 1).