

ТПУ. – 2000. – Т. 303. – Вып. 1. – С. 189-208.

9. Меденников В.И., Сальников С.Г., Сергованцев В.Т. и др. Отчет о НИР «Анализ состояния и объемы информационных ресурсов сельскохозяйственных предприятий в Интернет-пространстве». – ВИАПИ РАСХН. – 2011.

References

1. Shevchenko I.Yu. Informatsionnye tekhnologii v modelirovanii slozhnykh neftekhimicheskikh protsessov // Novye tekhnologii v promyshlennosti i sel'skom khozyaistve: mater. konf.; ООО «Mezhdunarodnyi tsentr tekhnologii». – Biisk: Izd-kii dom «Biya», 2012. – S. 152-156.

2. Shevchenko I.Yu. Modelirovanie i sovremennye informatsionnye tekhnologii kak instrumenty innovatsionnogo razvitiya proizvodstvennykh protsessov // Perspektivy innovatsionnogo razvitiya APK i sel'skikh territorii: mater. konf. – Barnaul: AZBUKA, 2013. – S. 219-222.

3. Shevchenko I.Yu. Informatsionno-modeliruyushchaya sistema protsessa piroliza uglevodorodov dlya optimal'nogo upravleniya promyshlennym proizvodstvom // Teoreticheskie i prakticheskie voprosy razvitiya nauchnoi mysli v sovremennom mire: mater.

konf.: v 4 ch. / ООО «Aeterna». – Ufa: RITs BashGU, 2013. – Ch. 4. – S. 163-167.

4. Zelenko I.Yu. Razrabotka modeliruyushchei sistemy protsessa piroliza uglevodorodov: dis. ... kand. tekhn. nauk. – Tomsk: Tomskii politekhnicheskii un-tet, 1999. – 150 s.

5. Edelson D.A., Allara D.L. // Int. J. Chem. Kin. – 1980. – V. 12. – P. 605-621.

6. Dupon I.Dzh.P. Rasshirenie i reorganizatsiya zavodov po proizvodstvu etilena // Rossiiskii khimicheskii zhurnal. Zhurnal Rossiiskogo khimicheskogo obshchestva im. D.I. Mendeleeva. – 1997. – № 1.

7. Kravtsov A.V., Svarovskaya N.A., Zelenko I.Yu. Modeliruyushchaya sistema bloka reaktorov tekhnologicheskoi linii vysokotemperaturnogo piroliza // Khim. prom-t'. – 1999. – № 7. – S. 30-33.

8. Kravtsov A.V., Novikov A.A., Zelenko I.Yu. i dr. Razrabotka nauchnykh osnov, modelirovanie i optimizatsiya tekhnologii pererabotki goryuchikh iskopaemykh // Izv. TPU. – 2000. – Т. 303. – Вып. 1. – С. 189-208.

9. Medennikov V.I., Sal'nikov S.G., Sergovantsev V.T. i dr. Otchet o NIR «Analiz sostoyaniya i ob"emy informatsionnykh resursov sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii v Internet-prostranstve». – VIAPI RASKhN. – 2011.



УДК 537.39:621.315:621.317:614.8

А.Ф. Костюков, Н.И. Черкасова
A.F. Kostyukov, N.I. Cherkasova

АНАЛИЗ ИНТЕГРИРОВАННОГО РИСКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЧЕЛОВЕКО-МАШИНЫХ СИСТЕМ

INTEGRATED RISK ANALYSIS OF ELECTROTECHNICAL MAN-MACHINE SYSTEM

Ключевые слова: *человеко-машинная система, электроустановка, интегрированный риск, экспертная оценка, моделирование, прогнозирование.*

В настоящее время широко используются детерминистические и статистические методы анализа техногенной безопасности. Первый подход опирается на классическую теорию надежности технических средств. В основе второго подхода лежат апостериорные методы исследования, в ряде случаев не реализуемые из-за недостатка исходных данных. Преобладание апостериорных методов над классическими, при анализе сложных человеко-машинных систем, приводят к принятию серьезных допущений, не учитывает человеческий фактор, что неизбежно ведет к ошибкам при принятии решений. Существующие трактовки понятия техногенного риска не отражают в полной мере многопараметрические свойства различных электроустановок, неоднородность и неоднозначность описания причинно-следственной цепи про-

исшествий. Целесообразно термины электрической, пожарной, электромагнитной безопасности (или опасности) заменить одним понятием – интегрированным риском электроустановки. Интегрированный риск электроустановки, сформированный на основе анализа методов техногенной безопасности, выраженный через вероятность опасных событий и их последствий, может объективно претендовать на замену им всего многообразия частных показателей, применяемых в настоящее время. Экспертный метод оценки риска ЭУ может быть использован при анализе сложных человеко-машинных систем в условиях неопределенности, когда не только отсутствуют статистические данные по редким опасным событиям с тяжелыми последствиями, но и математические модели, из-за чрезвычайной сложности их формализации. Традиционно метод предполагает использование опыта высококвалифицированных специалистов в рассматриваемой предметной области. Существенным недостатком этого метода является принципиальная невозможность система-

тического накопления знаний экспертов для решения конкретных задач в области техногенной безопасности ЭУ, а также отсутствия инструментальных средств, позволяющих извлекать новые знания из накапливаемых данных в ходе решения задач.

Keywords: *man-machine system, electricity-generating equipment, integrated risk, experts' evaluation, modeling, forecasting.*

Nowadays deterministic and statistical analysis methods of technotronic security are widely used. The former approach is based on the classical reliability theory of technology. The later one is based on posteriori research methods that are not carried out in some cases because of the lack of the initial data. Predominance of the posteriori research methods over classical ones while analyzing complex man-machine systems results in serious assumptions and doesn't take into consideration the human factor which inevitably leads to mistakes while decision making. Existing interpretations of the concept of the technology-related risk don't show multivariable nature of the electricity-generating equipment and heterogeneity and different assessments of descriptions

of the cause-and-effect chain of events to the full extent. It is reasonable to change the terms of electrical, fire, and electromagnetic safety (or risk) into the one of the integrated risk of the electricity-generating equipment. The integrated risk of the electricity-generating equipment formed on the basis of the analysis methods of technotronic security and expressed in terms of probability of hazardous events and their consequences can claim to take place of any particular indicator used nowadays. Expert evaluation method of the electricity-generating equipment risk may be used while analyzing complex man-machine systems under the conditions of uncertainties when statistical data on rare hazardous events with serious consequences are neither present nor mathematical models because of their extraordinary complexity of formalization. Traditionally the method suggests that highly qualified specialists' experience should be used in the object region considered. An important drawback of the method is impossibility in principal to store experts' knowledge to solve particular problems in the area of technotronic security of the electricity-generating equipment systematically as well as absence of tools to gain knowledge from the stored data while solving problems.

Костюков Анатолий Федорович, к.т.н., ст. преп., каф. электрификации и автоматизации сельского хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-49. E-mail: kostjukovaf@mail.ru.

Черкасова Нина Ильинична, к.т.н., доцент, зав. каф. электроэнергетики, Рубцовский промышленный институт Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. Тел. (38557) 5-98-75. E-mail: 4ercas@bk.ru.

Kostyukov Anatoliy Fedorovich, Cand. Tech. Sci., Asst. Prof., Chair of Electrification and Automation of Agriculture, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-49. E-mail: kostjukovaf@mail.ru.

Cherkasova Nina Ilyinichna, Cand. Tech. Sci., Head, Chair of Electrical Power Engineering, Rubtsovsk Industrial Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. Ph.: (38557) 5-98-75. E-mail: 4ercas@bk.ru.

Анализ имеющихся статистических данных показывает, что в России наметилась устойчивая тенденция роста техногенных аварий на объектах энергетики, электротравматизма и пожаров. Материальный ущерб составляет десятки миллиардов рублей в год. Полный ущерб по официальным данным достигает 3-5% от ВВП страны.

Зачастую при анализе причин сложившейся негативной техногенной обстановки в России основной принято считать критический износ основных фондов объектов энергетики, что, в принципе, не вызывает сомнений. **Целью** исследования является научно-методическое обеспечение опасных производственных объектов электроснабжения.

Задачей исследования является оценка риска опасности электроустановок (ЭУ). Под этим условимся понимать количественное измерение показателя риска и его сравнение с приемлемым (нормативным) значением. Оценка риска предполагает определение вероятности опасного события, как принятие решений, направленных на его снижение, так и его последствий (ущерба, потерь).

В соответствии с [1] ниже приведена классификация методов анализа интегрированного риска электроустановки (табл.). Отметим, что эти методы не являются универсальными, каждый из них имеет свои недостатки и область применения. Так, использование детерминистического метода, например, расчета надежности конструкции электрической машины, ограничивается достаточно простыми объектами без учета человеческого фактора. Метод не позволяет учесть разнообразие возникновения и развития нештатных режимов работы электроустановки и построить достаточно адекватные математические модели.

Отметим, что детерминистический метод является затратным, требует дорогостоящей диагностической аппаратуры, привлечения квалифицированного персонала. Для формирования репрезентативной статистической выборки необходимо либо увеличение интервала наблюдения ($T \gg \Delta t$), либо расширение совокупности исследуемых объектов, подверженных интегрированному риску (электропоражению людей, отказам, пожарам электроустановок и т.д.). В этом случае ве-

роятность опасного события за интервал Δt оценивается через их частоту (интенсивность) с помощью пуассоновского потока случайных событий:

$$\lambda = \frac{n}{T}, \quad (1)$$

где n – число событий за время наблюдения T .

Статистический метод количественной оценки риска ЭУ, как уже отмечалось выше, требует значительного объема данных, которых необходимо иметь. Для снижения статистической погрешности и обеспечения требуемой точности оценки риска ЭУ создание временных рядов может привести к формированию выборок с неоднородными данными (существует случайный разброс по годам, меняются условия опасности и т.д.). В этом случае по имеющейся статистике за T лет с помощью интерполяции

$$Q(T) = f(n_1, \dots, n_T) \quad (2)$$

производится оценка математического ожидания Q частоты $n(\Delta t)$ событий.

Прогнозирование можно выполнить путем экстраполяции функции (2), когда точность оценки прогноза временных рядов можно провести с помощью дисперсии ϕ или среднеквадратического отклонения:

$$Q(T+\tau) = \phi(n_1, \dots, n_T). \quad (3)$$

При оценке вероятности возможных ущербов, как правило, используется нормальное распределение (рис.). В соответствии с кривой Гаусса события с небольшими ущербами встречаются значительно чаще, чем события с большими потерями. Согласно кривой 1 опасные события с большими ущербами происходят крайне редко. Так, вероятность электротравмы с летальным исходом оценивается как 10^{-5} - 10^{-6} . Согласно

[2], существуют крайне редкие события с достаточно большими ущербами, которые описываются статистическими распределениями с «тяжелыми хвостами» (кривая 2).

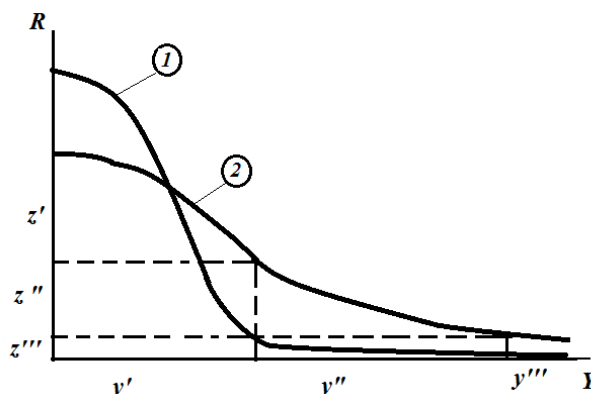


Рис. Теоретические распределения рисков электротравмы по тяжести исхода

Для таких степенных распределений вероятность отклонения от средних значений существенно больше, чем при Гауссовском распределении. Частота негативных событий с тяжелыми последствиями (например, электропоражение человека с летальным исходом), находящихся в «хвосте» распределения, мала. Однако их отсутствие, даже в течение достаточно длительного времени, не исключает появления его в обозримом будущем.

В соответствии с [3] возможны три степени тяжести (исхода) электротравмы:

- легкая степень, вызванная временной потерей трудоспособности (ЛС);
- средняя степень – полная потеря трудоспособности (СС);
- тяжелая степень – летальный исход (ТС).

Таблица

Классификация методов анализа рисков

Название метода	Характеристика	Рекомендуемый математический аппарат
Детерминистический	Предусматривает рассмотрение последовательности этапов развития техногенной опасности, от исходного события старения и износа до установившегося конечного состояния – отказа ЭУ	Математический анализ теория надежности теория прогноза, фундаментальные законы физики, химии и механики
Статистический	Проведение модельных и стендовых испытаний, экспериментальных и натурных исследований	Временные ряды. Корреляционный и регрессионный анализ. Пуассоновские распределения
Вероятностный	Используются математические модели, описывающие цепочки инициирующих событий, приводящих к техногенным угрозам	Теория вероятностей. Теория статистических решений. Теория катастроф
Экспертный	Визуализация риска и представление его в виде качественных лингвистических переменных. Привлечение экспертов	Имитационное моделирование. Аппарат нечеткой логики. Теория экспертных систем. Теория принятия решений в условиях неопределенности

Рассматривая риск как вероятность опасного события (электротравма), прием пределы его изменения от 0 до 1,0. Тогда количество электротравм в зависимости от степени их тяжести оценивается: ЛС = 0,56; СС = 0,28; ТС = 0,16 [3]. Отметим, что такой подход реализуется по апостериорным оценкам (при наличии статистических данных).

Вероятностный метод используется при отсутствии исходных данных и других количественных оценок. Метод достаточно трудоемок и имеет невысокую точность. Тем не менее в настоящее время он находит наиболее широкое применение при анализе опасных техногенных объектов, включая электроустановки зданий и сооружений.

Рассмотрим процедуру анализа и управления интегрированным риском ЭУ. 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, можно рассматривать как управление или менеджмент риска [4].

Первый этап. Рассматривается структурно-морфологическая модель Человек-Электроустановка-Система (Ч-ЭУ-С) и проводится ее семантическое описание. При исследовании системы необходимо вначале провести декомпозицию, т.е. мысленно расчленить 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. Классифицируются факторы, характеризующие среду, различая при этом детерминистические, вероятностные и неопределенные. Формулируется общая задача оптимизации.

Второй этап связан с задачами идентификации техногенных опасностей и негативной оценки их последствий. Все виды опасностей модели (Ч-ЭУ-С) должны быть определены и систематизированы. Отметим, что основным видом угроз в электроустановках является электрическая (электромагнитная) состав-

ляющая, которая проявляется во многих аварийных, предаварийных и рабочих режимах в виде отказов, электропоражений, пожаров и др.

Третий этап предполагает проведение анализа интегрированного 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 [5], базирующийся на теории систем. Сущность этого подхода состоит в исследовании модели (Ч-ЭУ-С) с помощью системного анализа и синтеза.

Четвертый этап – моделирование системы (Ч-ЭУ-С), включает учет существенных факторов, определяющих возникновение и последствия опасностей, составление смысловых моделей и их формализация с помощью графических диаграмм причинно-следственных связей (деревьев событий и исходов). 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.

Пятый этап – частотный анализ, применяемый для оценки вероятности идентифицированных техногенных опасностей (ТО) системы (Ч-ЭУ-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. Методы

управления риском на нечетких моделях позволяют удобно и достаточно объективно производить ранжировку и оценку факторов по определенным критериям. При этом возможны лингвистическая, интервальная и точечная оценка с использованием функции принадлежности [6].

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

- простоем технологического оборудования и отсутствием продукции из-за перерывов электроснабжения;

- компенсационными издержками вследствие возникших аварий и отказов электроустановок;

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

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

- потерей электроэнергии в сетях из-за асимметрии 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 является достаточно условным, т.к. жизнь человека не является рыночным товаром, однако материальные потери, связанные с гибелью людей, объективно существуют, поэтому эти потери могут быть монетарно оценены [7]. Для оценки величины гуманитарного ущерба может быть принята величина, обоснованная в декларации Российского научного общества анализа риска [8], согласно которой ущерб, связанный с гибелью человека в прогнозируемой техногенной аварии, составляет 30-40 млн руб.

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

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

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

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

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

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

Цель менеджмента риска состоит в мониторинге, идентификации и осуществлении обоснованных рентабельных мероприятий, направленных на получение приемлемого риска. Для определения является ли риск приемлемым, 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 ЭУ.

Экспертный метод оценки риска ЭУ может быть использован при анализе сложных человеко-машинных систем в условиях неопределенности, когда не только отсутствуют статистические данные по редким опасным событиям с тяжелыми последствиями, но и математические модели, из-за чрезвычайной сложности их формализации. Традиционно метод предполагает использование опыта высококвалифицированных специалистов в рассматриваемой предметной области (экспертов). Существенным недостатком этого метода является принципиальная невозможность систематического накопления знаний экспертов для решения конкретных задач в области техногенной безопасности ЭУ, а также отсутствия инструментальных средств, позволяющих извлекать новые знания из накапливаемых данных в ходе решения задач.

Математический аппарат теории нечетких множеств позволяет уйти от проблемы статистической неоднородности. Недостаток многих современных подходов к оценке техногенных рисков кроется в использовании только количественных показателей, которые не позволяют учитывать так называемые «мягкие факторы» [9]. Эти факторы проявляются на ранних стадиях изменения качества функционирования человеко-машинных систем при формировании иницирующих событий и не поддаются количественному описанию.

Методы, основанные на нечетких множествах, позволяют практически использовать информацию, имеющую неполный, неточный и неколичественный характер. Эти методы отличаются большим многообразием, основанном на различных подходах к оценкам риска (лингвистические, точечные, интервальные, нечеткие). Недостатком нечеткой логики остается отсутствие обоснованных алгоритмов для построения функций принадлежности.

Интеллектуальный подход к принятию решений осуществляется на основе использования знаний, заложенных в экспертных системах. Экспертные системы в сущности моделируют поведение эксперта при принятии решения в конкретной предметной области. При этом базы данных и знаний и соответствующие им модели представляются в форме и выводе понятных лицу, принимающему решение. База знаний представляет собой сведения, факты и правила, заранее структурированные и интерпретированные. Характерным для экспертных систем является применение аппарата нечетких множеств.

Выводы

1. В настоящее время широко используются детерминистические и статистические методы анализа техногенной безопасности. Первый подход опирается на классическую теорию надежности технических средств. В основе второго подхода лежат апостериорные методы исследования, в ряде случаев не реализуемые из-за недостатка исходных данных. Преобладание апостериорных методов над классическими, при анализе сложных человеко-машинных систем, приводят к принятию серьезных допущений, не учитывает человеческий фактор, что неизбежно ведет к ошибкам при принятии решений.

2. Существующие трактовки понятия техногенного риска, представляемые либо в виде вероятности появления негативного события, либо оценки ущерба этого события, не отражают в полной мере многопараметрические свойства различных электроустановок, неоднородность и неоднозначность описания причинно-следственной цепи происшествий. Такая цепь в общем случае представляет последовательность событий.

3. Целесообразно термины электрической, пожарной, электромагнитной безопасности (или опасности) заменить одним понятием – интегрированным риском электроустановки. Комплексный показатель – интегрированный риск электроустановки, сформированный на основе анализа методов техногенной безопасности, выраженный через вероятность опасных событий и их последствий, может объективно претендовать на замену им всего многообразия частных показателей, применяемых в настоящее время.

Библиографический список

1. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. – М.: НТИ «Промышленная безопасность», 2001.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 551 с.
3. Еремина Т.В. Вероятностный анализ безопасности сельских электроустановок: монография. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2010. – 200 с.
4. Чернова Г.В., Кудрявцев А.А. Управление рисками. – М.: Проспект, 2003. – 153 с.
5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 257 с.
6. Кофман А. Введение в теорию нечетных множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
7. Легасов В., Демин В., Шевелов Я.М. Нужно ли знать меру в обеспечении безопасности? – М., Энергия, 1984. – № 8. – С. 9-14.
8. ISO/IEC Guide 98:1995/guide to the expression of uncertainty in measurement.
9. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров Н.П. Принятие решений на основе нечетных моделей. – Рига: Зинатне, 1990.

References

1. RD 03-418-01. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu analiza riska opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov. – M.: NTI «Promyshlennaya bezopasnost'», 2001.
2. Venttsel' E.S. Issledovanie operatsii – M.: Sovetskoe radio, 1972. – 551 s.
3. Eremina T.V. Veroyatnostnyi analiz bezopasnosti sel'skikh elektroustanovok: monografiya. – Ulan-Ude: Izd-vo VSGTU, 2010. – 200 s.
4. Chernova G.V., Kudryavtsev A.A. Upravleniya riskami. – M.: Prospekt, 2003. – 153 s.
5. Buslenko N.P. Modelirovanie slozhnykh sistem. – M.: Nauka, 1978. – 257 s.
6. Kofman A. Vvedenie v teoriyu nechetnykh mnozhestv. – M.: Radio i svyaz', 1982. – 432 s.
7. Legasov V., Demin V., Shevelov Ya.M. Nuzhno li znat' meru v obespechenii bezopasnosti? – M., Energiya, 1984. – № 8. – S. 9-14.
8. ISO/IEC Guide 98:1995/guide to the expression of uncertainty in measurement.
9. Borisov A.N., Krumberg O.A., Fedorov N.P. Prinyatie reshenii na osnove nechetnykh modelei. – Riga-Zinatne, 1990.

