



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
Сибирского федерального университета,
кандидат философских наук, доцент
Барышев Руслан Александрович

«24» мая 2021г.

Отзыв ведущей организации

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» на диссертационную работу Карандеева Дениса Юрьевича на тему «Методика оценки состояния и выбора структуры высоконадежной распределительной сети» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии)».

Актуальность для науки и практики

Проектирование и эксплуатация сложных технических систем, таких как распределительные сети, связаны с необходимостью выполнения анализа надежности и риска для целей управления надежностью (о чем свидетельствуют стандарты, утвержденные Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии).

Решение задачи анализа и управления требует применения методов, которые могут использоваться для определения оценок вероятностных характеристик риска. Существующие методы нашли свое применение в задачах прогнозирования, исследованиях и улучшении надежности, работоспособности и ремонтпригодности объектов. Необходимость в исследованиях востребована на стадиях формирования концепции и определений, проектирования, разработки, эксплуатации и технического обслуживания на различных уровнях жизненного цикла системы. В частности, методы используют для сопоставления результатов анализа с установленными требованиями, поскольку полученные оценки определяют элементы стоимости жизненного цикла продукции. Следовательно, вновь разрабатываемые технологии должны быть использованы при оценке стоимости жизненного цикла и в сравнительных исследованиях.

Получение достоверных результатов в процессе анализа должно опираться на все возможные воздействия на надежность системы со стороны разного рода факторов. Важная роль здесь отводится неопределенности информации и вопросам её снятия для получения дополнительных знаний об эффективном управлении системой.

Актуальность темы определяется необходимостью разработки методик, методов и алгоритмов учета неопределенности информации, содержащейся в изменяющейся структуре системы, а также потребностями в получении результатов по её совершенствованию, не исключая при этом вопросов обеспечения высокого уровня надёжности.

Таким образом, востребован поиск решений по эффективному применению измерительных систем, в совокупности с вероятностными характеристиками оценок риска. Разрабатываемые методы и алгоритмы должны не только обеспечить точность расчетов и скорость вычислений, но и предоставить аналитику возможность оперативно решать задачи управления надежностью при поддержке современных инструментов автоматизации.

Основные научные результаты и их значимость для науки и практики

Диссертационная работа Карандеева Дениса Юрьевича посвящена решению задачи выбора структуры высоконадежной распределительной сети за счет использования разработанной методики вычисления информационной энтропии.

Необходимость в разработке и практическом использовании предлагаемых решений обоснованы нижеследующим:

- выполнением анализа существующих методов определения количественных показателей надежности, позволяющих выявлять закономерности распределения вероятностей появления событий, изменяющих состояние элементов и структуры сети;
- созданием методики вычисления энтропии, исходные значения которой характеризуются показателями структурной надежности элементов сети;
- реализацией методики в задаче построения математических уравнений для построения моделей выбора высоконадежных распределительных сетей;
- оценкой адекватности функций, параметров и характеристик предлагаемой методики соответствующим свойствам структуры распределительной сети в процессе её проектирования и эксплуатации.

Предлагаемые к применению разработки имеют ряд положительных качеств:

- методика объединяет в себе меру вероятности и меру неопределенности информации (энтропию). Их совместное применение выводит анализ надежности на более высокий уровень, на котором неопределенность информации служит дополнительной характеристикой состояния и поведения объекта;
- появляется возможность формировать математические выражения определения энтропии для выделенных связей «источник-потребитель» в рассматриваемой структуре сети;

- в процессе решения задач выбора сети (из имеющихся альтернатив), методика дает возможность формировать уравнения ограничений, определяющих область допустимых решений и применять классические методы условной и безусловной оптимизации.

По существу, предлагаемая новаторская методика является новой в классе задач анализа надежности объектов, так как включает в данный процесс показатель (являющийся энтропией), расширяющий возможности не только анализа, но и принятия эффективных решений по обеспечению высокого уровня надежности сложных объектов.

Разработаны математические модели, подтвердившие не только значимость методики, но и позволяющие формировать и решать задачи построения структур распределительных сетей как замкнутого вида, так и с резервированием элементов.

Более конкретно предлагаемая к практическому применению методика заключается в нижеследующем:

1. Поиск «слабого» звена в структуре сети, несмотря на то, что уже имеются методы его определения, позволяет установить его местонахождение в структуре. Также возможно выявить его влияние на потребителей, через который они питаются по сети. Также, с позиции энтропии, можно построить рейтинг влияния «слабого» звена на надёжность обеспечения электроэнергией потребителей (построение рейтинга соискателем в работе не рассматривалось).

2. В процессе проектирования методика позволяет строить систему уравнений ограничений задачи оптимизации. Ограничения, образованные из уравнений определения энтропии, позволяют проектировщику обозначить область допустимых решений рамками времени перерыва электроснабжения потребителей. Проектировщик, исходя из требований к надежности электроснабжения потребителей может расширять или сузить область допустимых решений через предоставленные в его распоряжение формулы ограничений задачи.

3. На предварительном этапе проектирования сети, с целью соблюдения условия обеспечения высокого уровня надежности, предусмотрено резервирование элементов. Решение задачи оптимизации с резервированием ориентировано на выбор структуры сети, в которой (исходя из условия соблюдения заданного уровня электроснабжения потребителей) элементы с найденным числом резервов распределены по всей рассматриваемой структуре сети. Однако соискатель рассматривал только резервирование однотипных элементов, не вложив в это понятие достаточных аргументов.

4. Предлагаемая расчетная процедура выбора структуры замкнутой распределительной сети позволяет просматривать её состояния, варьирование которыми дает возможность (предоставляет дополнительный фактор) выбора условия эксплуатации, вызванного потребностями выполнения планово-предупредительных ремонтов оборудования. Последнее соискателем не рассматривалось.

Значимость результатов для науки заключается в нижеследующем:

1. Теоретические наработки позволили расширить применимость теории информации на такую сферу деятельности как проектирование и анализ надежности распределительных сетей.

2. Совместное применение меры вероятности и меры неопределенности информации расширяют возможности создания моделей, методов и алгоритмов анализа надежности объектов исследования.

3. Фактор учета неопределенности информации в задаче оптимизации развивают возможности в поиске структур, состояние элементов которых рассматривается с позиции учета их работоспособного и неработоспособности в процессе передачи энергии по сети.

4. Полученные уравнения ограничений задачи раскрывают возможности участия меры неопределенности информации в выборе эффективных структур.

Практическое значение результатов работы заключается в нижеследующем:

1. Созданная методика позволяет строить математические выражения определения энтропии для задач оценки состояния и оптимизации выбора распределительных сетей.

2. Повышается качество анализа структурной надежности технических объектов в процессе проектирования и эксплуатации за счет применения меры неопределенности.

3. Возможность за счет измерения информации оценивать состояние элементов и сети в целом, выявлять «слабые» звенья в структуре сети с целью повышения их надежности в обеспечении энергией потребителей.

4. Оценивать в процессе анализа роль показателей надежности в качестве факторов «старения» сети.

5. Строить задачи оптимизации для выбора структур, надежность которых связана с временем обеспечения потребителей энергией, выраженным через величину энтропии.

6. Получать необходимые данные с целью поиска возможности снятия неопределенности в задаче сохранения уровня надежности

7. Предлагаемая методика полезна на ранних стадиях проектирования распределительных сетей.

8. Предоставляется возможность создания надежного программного обеспечения для аналитиков и проектировщиков (имеется внедрение в процесс проектирования и оценки показателей надежности сетевых структур).

В целом предлагаемые в работе практические решения обладают дополнительными положительными качествами анализа надежности: возможностью раздельного учета работоспособного и неработоспособного состояния элементов и их объединения; возможностью анализа изменения интенсивности отказа при её прогнозировании; участием показателей неопределенности в объединении с доступными данными о надежности элементов для разработки модели.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанные средства рассчитаны на пользователей, занимающихся проектированием распределительных сетей, в частности, оценкой и/или повышением их показателей надежности электрических сетей. Результаты полезны аналитикам, группам проектировщиков и экспертам. Предложенные средства могут быть применимы не только в процессах проектирования электрических сетей, но и в иные сферах деятельности, связанных с проектированием таких сетевых структур, как водопроводные и тепловодные сети, сети отвода стоков и системы электроснабжения.

Целесообразно, в последующем, продолжить работу по применению меры неопределенности информации в анализе надежности для ремонтнопригодных систем.

Соответствие требований к выполнению, оформлению и апробации диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, а также библиографического списка из 193 наименований и двух приложений. Общий объем работы 189 страниц, в том числе 18 рисунков и 8 таблиц. В приложение приведены акт об внедрении и свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ.

Материал диссертации носит научно-обоснованный характер, соответствует предъявляемым требованиям, логически выверен, иллюстрирован и последовательно отражает суть выполненной работы, заключающейся в нижеследующем.

Во введении представлены основные положения и результаты, выносимые на защиту.

В первой главе, прежде всего, рассматриваются вопросы применимости меры неопределенности информации в совокупности с мерой вероятности в анализе структурной надежности распределительных сетей. Ответы на представленные вопросы логично отражены в

формальной постановке задачи оценки состояния (работоспособного и неработоспособного) и выбора эффективных структур распределительной сети из возможных альтернатив.

Во второй главе рассматриваются особенности применения меры неопределенности информации (энтропии) в задаче оптимизации структур и оценки состояний распределительной сети. Для этого соискателем предложена разработка методики построения математических выражений, необходимых для решения поставленных задач. Методика представляет собой набор операций, направленных на преобразование структуры рассматриваемой сети и формирование математических выражений определения вероятностей и энтропии.

В третьей главе раскрываются возможности методики, представленной во второй главе. По существу, соискатель апробирует методику на задачах выбора структуры сети. При этом им сформулированы задачи поиска «слабых» звеньев в структуре, построения структур с резервированием элементов и выбора эффективных структур замкнутых сетей. Для решения данных задач автор разработал ряд процедур для вычисления энтропии и апробировал результаты поиска на реальных данных и тестовых примерах. Тем самым подтверждена значимость предлагаемой методики.

В заключении сформулированы основные научные и практические результаты диссертационной работы.

По теме диссертации опубликовано 27 печатных работ, в том числе 5 в изданиях, рекомендованных ВАК, 7 работ в зарубежных изданиях, входящих в международные базы цитирования SCOPUS / Web of Science.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и установленным нормативам, содержит 22 страницы текста.

Общие замечания

1. В п.1.2.2 рассматриваются показатели надежности, случайные значения которых распределяются согласно экспоненциальному закону. Однако, при выполнении расчетов вероятностей и энтропии на реальных данных, законы распределения не рассматривались.

2. В п.1.2.3 предложены инструментальные программные средства для статистической обработки данных, однако в дальнейшем ни один из инструментов не фигурирует в работе.

3. Представленные задачи оптимизации в разделах 3.1 и 3.2 имеют целевую функцию линейного (простого) вида. Следовательно, полученное решение может быть не вполне адекватным искомому результату.

4. Соискатель не рассматривает внутреннее содержание элементов, их вероятные состояния, связанные с надежностью. Поэтому предлагаемая методика может использоваться только для задач выбора структур, исходя из времени перерыва в электроснабжении потребителей.

5. При решении задач оптимизации использован метод безусловной оптимизации (при расчете количества резервных элементов в разделе 3.3, стр.132) не дающий целочисленного решения. Однако соискатель не представил достаточных оснований для получения целочисленных значений.

Отмеченные недостатки в целом не снижают положительной оценки диссертационной работы Карандеева Дениса Юрьевича.

Заключение

Диссертационная работа Карандеева Дениса Юрьевича направлена на решение актуальной научно-технической задачи повышения эффективности выполнения анализа надежности распределительных сетей и представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу. Полученные новые научные результаты имеют существенное значение для науки и практики в сфере разработки и применения методов обработки информации, системного анализа сложных прикладных объектов, с целью повышения эффективности их функционирования. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. По степени актуальности, уровню теоретической проработки и научной новизне полученных результатов, представленная работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Карандеев Денис Юрьевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии)».

Отзыв на диссертацию и автореферат обсуждены на заседании кафедры систем искусственного интеллекта.

Протокол № 9 от «18» мая 2021 г.

Доктор физ.-мат. наук, профессор,
профессор кафедры систем
искусственного интеллекта

Добронец Борис Станиславович

Ведущая организация - ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Почтовый адрес: 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79.

Телефон: +7 (391) 206-22-22

E-mail: office@sfu-kras.ru

