МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина»

АСПИРАНТУРА

**РЕФЕРАТ**

**(для поступления в аспирантуру)**

**по специальности: «Электротехнологии и электрооборудование в с.х.»**

**ВЫБОР СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТР**

Москва 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Глава 1. Показатели надежности сельских потребителей

.1 Общие сведения. Деление потребителей на категории надежности. Нормы надежности

.2 Анализ схем электроснабжения с точки зрения обеспечения нормируемого уровня надежности

Глава 2. Разработка вариантов оснащения средствами повышения

надежности

.1 Средства обеспечения надежности

.2 Варианты (стратегии) обеспечения нормируемого уровня надежности

Глава 3. Выбор средств повышения надежности на основе теории

принятия решений (ТР)

.1 Алгоритм выбора оптимального решения на основе ТР

.2 Выбор частных критериев оценки надежности электроснабжения

потребителей

.3 Среда, выбор неопределенного фактора

Заключение

Литература

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Системы электроснабжения сельских районов в настоящее время характеризуются низким уровнем надежности. Средства надежности, применявшиеся ранее, уже не обеспечивают требуемого уровня по надежности. Общий износ электрооборудования составляет около 75-80%. Отсутствие внедрения передовых разработок и энергетических технологий привели к существенному отставанию нашей энергетики от энергетически развитых стран. Процесс старения электрооборудования и линий продолжается из-за отсутствия финансирования в последние 25 лет на реконструкцию и перевооружение, с использованием современного оборудования и защиты на микропроцессорной базе.

Решаемая проблема актуальна, так как при малом финансировании поддержание надежности отечественного оборудования и сетей 0,38-110кВ на высоком уровне возможно только при разумной организации его обслуживания и внедрении современных - эффективных средств повышения надежности.

Выбор средств повышения надежности сельских потребителей на основе теории принятия решений по многокритериальной модели с учетом неопределенности исходной информации и определения наилучшего набора средств можно взять за цель дальнейшего исследования по данной проблеме.

Глава 1. Показатели надежности сельских потребителей

.1 Общие сведения. Деление потребителей на категории надежности. Нормы надежности

В соответствии с разработанными «Сельэнергопроектом» совместно с МИИСП, ВИЭСХ и Белорусским отделением «Энергосетьпроект» рекомендациями установлены нормативные показатели надежности. Для потребителей первой категории перерыв в электроснабжении допускается на время автоматического ввода резервного питания, то есть разрешенная частота отказа для потребителей первой категории  равна нулю ( ).

Для электроприемников второй категории установлены следующие нормативные показатели надежности: допустимая частота отказов в электроснабжении  для специально выделенной группы электроприемников, не допускающих перерыва в электроснабжении τ более 0,5 ч: = 2,5 отказа в год.

К этим приемникам относятся комплексы и фермы молочного направления , птицефермы и др. [49]

Для остальных электроприемников второй категории, выдерживающих перерыв в электроснабжении до 4 часов, частота отказов = 2,3 отказа в год.

При продолжительности отказов до 10 часов частота отказов при мощности 120 кВт и более: = 0,1 отказа в год;

при нагрузке до 120 кВт:= 0,2 отказа в год.

Для электроприемников третьей категории: =3 отказа в год.

1.2 Анализ схем электроснабжения с точки зрения обеспечения нормируемого уровня надежности

В соответствии с нормами надежности максимальное время перерывов электроснабжения в год для потребителей второй категории, не допускающих перерыв более 0,5 ч равно 1,25 ч/год и ля потребителей выдерживающих перерыв до 4ч равно 9,2 ч/год.

Для оценки фактического уровня надежности существующих СЭС 0,4-110 кВ время перерывов электроснабжения за год из-за вероятных отказов элементов схемы следует сравнивать с нормой (Т=1,25ч/год и 9,2 ч/год).

В качестве примера приведем данные о пределах изменения частоты отказов ω средней длительности аварийных отключений τ, произведения частоты плановых отключений λ на среднюю длительность плановых отключений t для некоторых элементов СЭС [16].

Таблица 1

Пределы изменения показателей надежности элементов СЭС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент схемы | ω, отказ/год | τ, ч/отказ | λt, ч/год |
| ВЛ 110кВ (на 100 км) | 0,5…5 | 10…14 | 40…120 |
| Выключатель 110кв | 0,015…0,05 | 23…50 | 30…35 |
| Разъединитель 110кВ | 0,0001…0,015 | 2…4 | 2…8 |
| Трансформатор 110/10кВ | 0,005…0,03 | 90…200 | 25…30 |
| Выключатель 10кВ | 0,0004…0,25 | 1,5…10 | 2,4…18 |
| Разъединитель 10кВ | 0,0001…0,075 | 1,5…4 | 2…8 |
| Кабель 10кВ (на 100км) | 0,5…5 | 12…40 | 0…8 |
| ВЛ 10кВ (на 100 км) | 2…2,5 | 4,8…12 | 0…34 |
| Трансформатор 10/0,4кВ | 0,0015…0,12 | 10…100 | 5…15 |
| Предохранитель 10кВ | 0,02…0,25 | 2 | 0 |

По данным работы [36].

Таблица 2

Частота отказов ВЛ 0,38

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент схемы | ω, отказ/год | τ, ч/отказ | λ отказа/год | t, час/отказ |
| ВЛ 0,4 кВ | 25 | 1,7 | 0,17 | - |
| ВЛ 6-10кВ | 7,64 | 5 | 0,17 | - |
| ВЛ 35кВ | 0,72 | 10 | 1,2 | 15 |
| ВЛ 110кВ | 0,66 | 11 | 1,6 | 15,5 |

Число повреждений в распределительных сетях (РС) зависит от конструкции линий, срока их службы и уровня эксплуатации. Данные о повреждениях в воздушных РС в год на примере распределительной сети имеющей хороший уровень эксплуатации.

Повреждения в сети ВН за год:

Устойчивые повреждения на 100 км линий δ, в том числе: изоляторов - 1,5, проводов 0,25, опор - 1.5 ÷2, разъединителей - 1.

Повреждения на 100 трансформаторных пунктов - 5, в том числе: трансформаторов -2,25, вентильных разрядников - 0,8, перегорание фаз предохранителей ВН на 100 км линий - 0,1.

Количество повреждений трансформаторов 35-110 кВ не снижается. При этом основными повреждаемыми узлами являются обмотки и изоляция, переключатели ответвлений, ПБВ и устройства РПН, а также выводы 10-35-110кВ.

Повреждения в сети НН за год:

Устойчивые повреждения на 100 км линий - 13;

Повреждения на 100 трансформаторных пунктов - 80;

Повреждения устраняемые заменой предохранителей - 40;

повреждения на 100 км линий - 23.1:

опор (в бурю) - 48;

установок НН (на 100 ТП) - 80.

Распределение повреждений в РС

Повреждения вызванные:

природными воздействиями - 35÷50;

деятельностью людей - 25÷35;

Повреждения:

на линиях - 75;

в ТП -7,4;

у абонентов - 17,6;

Повреждения:

в сильную бурю - 33;

проводов - 22;

изоляторов - 19;

крюков изоляторов - 8.

В результате процесса старения сетевых объектов, продолжающегося из-за недостаточных объемов реконструкции и технического перевооружения, надежность электроснабжения не повышается и составляет в сетях 6-10кВ 20 - 25 устойчивых отключений в год в расчете на 100 км воздушных линий, в сетях 0,4 -100 кВ - 120 отключений. Причинами повреждений являются старение электрооборудования (20%); воздействие ветра, гололеда и других факторов выше расчетных значений (18%); горозовые перенапряжения (11%).

Причины отказов основных элементов ЭС

ЛЭП наиболее часто повреждаемые ЭС из-за территориальной рассредоточенности и подверженности влиянию внешних неблагоприятных условий окружающей среды.

Причины повреждения ЛЭП:

гололёдно-ветровые нагрузки;

перекрытие изоляции вследствие грозовых разрядов;

повреждение опор и проводов автотранспортом и другими механизмами;

дефекты изготовления опор, проводов, изоляторов;

перекрытие изоляции из-за птиц;

несоответствие опор, проводов, изоляторов климату;

неправильный монтаж опор и проводов, не соблюдение сроков ремонта и замены оборудования.

Эти причины приводят в основном:

к ослаблению или нарушению механической прочности опор, проводов, изоляторов;

поломке деталей опор;

коррозии и гниению металлических и деревянных частей;

из ЛЭП из-за вибрации, «пляски» и обрыва проводов.

Причины отказов силовых трансформаторов:

нарушение изоляции обмоток из-за внешних и внутренних перенапряжений, сквозных токов к.з., дефектов изготовления, старение вследствие перегрузок;

повреждение устройств, регулирующих напряжение;

повреждение контактных соединений;

повреждение вводов трансформаторов из-за перекрытия изоляции;

понижение уровня масла.

Коммутационные аппараты (выключатели, отделители с короткозамыкателями, автоматы, разъединители, рубильники):

несрабатывание приводов;

обгорание контактов;

износ дугогасительных камер;

перекрытие изоляции при перенапряжениях;

отказы из-за повреждения подшипников и подпятников;

некачественный монтаж и ремонт (например: отказы выключателей из-за плохой

регулировки передаточных механизмов и приводов);

неудовлетворительная эксплуатация (например: плохой уход за контактными соединениями, что приводит к их перегреву, разрыву цепи рабочего тока и к.з.);

дефекты конструкций и технологии изготовления (заводские дефекты);

старение и износ изоляции;

грозовые и коммутационные перенапряжения. При этом повреждается изоляция трансформаторов, выключателей, разъединителей;

чрезмерное загрязнение и увлажнение изоляции;

однофазные к.з. на землю в сетях 6-35 кВ сопровождаются горением заземляющих дуг (вследствие недостаточной компенсации ёмкостных токов) и приводят к перенапряжениям пробоям изоляции электрических машин, а воздействие заземляющих дуг к разрушению изоляторов, расплавлению шин, выгоранию цепей вторичной коммутации в ячейках КРУ;

ошибочные действия персонала при выполнении переключений.

Отказы устройств релейной защиты, автоматики, аппаратуры, вторичной коммуникации:

неисправность электрических и механических частей реле;

нарушения контактных соединений;

обрывы жил контрольных кабелей и цепей управления;

неправильный выбор или несвоевременное изменение уставок и характеристик реле;

ошибки монтажа и дефекты в схемах релейной защиты и автоматики;

неправильные действия персонала при обслуживании устройств релейной защиты и автоматики.

Глава 2. Разработка вариантов оснащения средствами повышения надежности

.1 Средства обеспечения надежности

Повышение надежности электроснабжения распределительных сетей подразумевает создание сетей нового поколения. Надежность в первую очередь должны обеспечить рациональные схемные решения и усовершенствование элементов схемы 0,4-110кВ и более глубокая автоматизация и телемеханизация.

Как видно из анализа существующих схем электроснабжения сельских потребителей, основная масса повреждений приходится на распределительную сеть 6-10кВ. Опираясь на опыт построения городских электрических сетей, где гарантией надежности является РП (распределительный пункт) 6-10кВ, целесообразно и в сельских сетях строить РП. Наличие РП и РТП в схеме распредсети повышает надежность электроснабжения за счет проведения оперативных переключений и ремонтно-восстановительных работ дежурной службой электросети; возможности деления нагрузки, подключения к РП и РТП ограниченного количества ТП в каждом плече; возможности внедрения средств телемеханики для управлениями выключателями нагрузки (ВН) в бестоковую паузу и сбора необходимой информации.

Секционирование - состоит в делении линии на несколько участков. Пункт секционирования линии представляет собой ячейку напряжением 6-10 кВ, в которую входят коммутационный аппарат (выключатель), разъединители.

Одним из видов резервирования является кольцевание, когда электрическая связь двух ВЛ осуществляется через коммутационную аппаратуру, в нормальном режиме находящуюся в отключенном положении.

Практика работы предприятий электрических сетей показывает, что проводимыми ежегодно указанными выше мероприятиями по повышению надежности работы сельских электрических сетей добиться высоких результатов не представляется возможным. Требуются более целенаправленные усилия по разработке и внедрению комплекса мер, охватывающего все основные стороны функционирования электрических сетей. Одним из наиболее эффективных способов достижения этой цели является автоматизация распределительных сетей сельскохозяйственного назначения. Внедрение устройств автоматизации требует сравнительно небольших затрат, которые быстро окупаются.

Обеспечить нормальное функционирование электрических сетей невозможно без оснащения их надежной, чувствительной, селективной и быстродействующей релейной защитой. Применяемые в сельских электрических сетях устройства релейной защиты должны быть максимально просты, надежны, экономичны и удобны в эксплуатации. При конструировании их должна быть предусмотрена возможность оперативной замены дефектных узлов, простого опробования правильности действия основных цепей защиты, а при необходимости - возможность изменения параметров срабатывания защиты без применения измерительных приборов [18].

Устройство АПВ-0,38 может применяться во всех отраслях, располагающих протяженными распределительными линиями электропередачи 0,38 кВ. Устройство АПВ-0,38 является одним из резервов повышения надежности электроснабжения сельскохозяйственных и других потребителей и снижения ущерба из-за недоотпуска электроэнергии. Анализ аварийных отключений в воздушных сетях 0,38 кВ показывает, что 50-60 % случаев аварийных отключений происходит из-за неустойчивых повреждений и при повторном оперативном включении автоматического выключателя или замене предохранителя на трансформаторной подстанции 10/0,38 кВ восстанавливается нормальное электроснабжение потребителей. Таким образом, большинство аварийных повреждений, при которых происходит отключение линий 0,38 кВ, является проходящими, что указывает на целесообразность применения в сетях 0,38 кВ устройств автоматического повторного включения.

.2 Варианты (стратегии) обеспечения нормируемого уровня надежности

Дальнейшее развитие распределительных сетей подразумевает создание сетей нового поколения, обеспечивающих достижение основных целей функционирования СЭС 0,4-110кВ, в частности надежности электроснабжения [16].

Основным схемным решением является магистральный принцип построения распределительных сетей и дальнейший постепенный перевод ВЛ 10 кВ на напряжение 35кВ. При реконструкции и новом строительстве магистрали ВЛ 10кВ предлагается выполнять в габаритах 35 кВ с подвесной изоляцией.

В кабельных линиях 10кВ должны применяться одножильные силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Прокладка новых кабельных линий должна проходить с использованием арматуры на основе термоусаживаемых материалов, которые уменьшают время монтажных работ и обеспечивают высокую надежность кабельных линий.

Ставится задача довести срок службы ВЛ 0,4 кВ и 10кВ до 40 лет. для этого предлагается применять деревянные опоры, пропитанные специальными консервантами, и железобетонные или стальные многогранные опоры с минимальным изгибающим моментом стоек не менее 50кН∙М для ВЛ 10кВ и не менее 30 кН∙м для ВЛ 0,4 кВ

высокую надежность электроснабжения, особенно в гололедных районах обеспечивают распределительные линии 0,4 кВ и 10кВ с самонесущими изолированными проводами (СИП). Опыт эксплуатации таких проводов в разных регионах России показал, что имеется ряд приемуществ изолированных проводов:

провода защищены от хлестывания;

на СИП практически не образуется гололед;

исключено воровство проводов, так как они не подлежат вторичной переработке;

существенно уменьшены габариты линий и соответственно требования к просеке для прокладки и эксплуатации линий;

простота монтажных работ и уменьшение их сроков;

высокая механическая прочность проводов и невозможность их обрыва;

пожаробезопасность линий с СИП, обусловленная невозможностью коротких замыканий при схлестывании;

резкое уменьшение количества однофазных замыканий на землю;

применение СИП является серьезным грозозащитным мероприятием;

обеспечение пропускной способности с учетом роста нагрузки;

высокая механическая и электрическая прочность в широком диапазоне температур от - 500 С до +800 С;

большая устойчивость к неблагоприятным погодным условиям;

экологическая безопасность;

стоимость линии с СИП примерно на 30% дороже линии с неизолированными проводами, но эксплуатационные расходы сокращаются примерно на 80%, что подтверждает эффективность применения СИП.

Глава 3. Выбор средств повышения надежности на основе теории принятия решений (ТР)

.1 Алгоритм выбора оптимального решения на основе ТР.

Задачи четвертого типа, решаемые по многокритериальной модели с учетом неопределенной информации, наиболее сложные и трудоемкие. На основе анализа литературы в области принятия решений и учитывая опыт применения теории решений на практике можно представить алгоритм решения оптимизационных задач для систем электроснабжения по многим критериям с неопределенными исходными данными [1,5,6,13,15,17,18,22,23]:

. Разработка стратегий (вариантов).

Система электроснабжения имеет динамический характер, поэтому необходимо учитывать при разработке вариантов развитие системы электроснабжения. Разрабатываемые стратегии рассматриваются как различные пути достижения целей функционирования системы. Для задачи принятия решений необходимо иметь, по крайней мере, две стратегии. После этого в распоряжении ЛПР оказывается матрица множества взаимоисключающих решений φ=(φ1, … φm), из которых ему необходимо выбрать одно.

. Обоснование и выбор частных критериев, оценивающих степень достижения целей функционирования системы электроснабжения.

Приступая к анализу задачи, ЛПР не получает готового набора критериев. Процедура обоснования частных критериев носит творческий характер и является одним из важных этапов решения. Набор частных критериев зависит от задачи и неодинаков для разных задач. Для задачи выбора оптимального набора средств повышения надежности следует выбрать капиталовложения в средства надежности и недоотпуск электроэнергии из-за вероятных отказов элементов СЭС.

. Создание программного обеспечения, позволяющего производить имитационное моделирование СЭС

Для оптимизационных задач системы электроснабжения 10-110 кВ таким программным обеспечением является ПВК ТЭРС10-110 кВ.

. Анализ состояния среды.

Системы электроснабжения функционируют в человеческом обществе, подвергаются воздействиям природно-климатических явлений, управляются людьми и испытывают на себе различные изменения технической и социальной политики, войн, преобразований в обществе и т. д. Все вместе это называют средой, в которой функционирует система. Как правило среда носит неопределенный характер. Одним из параметров, отражающим состояние среды, является электрическая нагрузка, которая увеличивается или уменьшается в соответствии с изменениями процессов в обществе. Можно установить границы значений неопределенного фактора и далее разбить их на подъинтервалы. Таким образом у ЛПР оказывается матрица множества взаимоисключающих состояний среды θ =(θ1…,θn), однако неизвестно, в каком конкретном состоянии находится (или будет находиться) среда или вероятность того или иного состояния природы.

. Получение дополнительной информации

Необходимым этапом решения задач с учетом неопределенности является поиск и использование дополнительной информации о неопределенных факторах. В результате задача с неопределенными факторами приводится к задаче со стахостической информацией, если дополнительная информация получена в виде статистической. Дополнительная информация может быть также получена от экспертов. Сбор и обработка дополнительной информации практически всегда связаны с дополнительными затратами времени.

. Обработка дополнительной информации и получение распределения вероятностей ее состояния

В результате обработки и анализа дополнительной информации получают распределение вероятностей р=(р1,…, рn), или функцию принадлежностей ФП μ экспертных оценок на θ =(θ1…,θn), по которым в дальнейшем принимают решение.

. Расчет матриц значений частных критериев.

Проводят имитационное моделирование СЭС и рассчитывают с помощью ПК частные критерии рассматриваемых стратегий при различных состояниях среды. В результате получают матрицы значений частных критериев, характеризующих «выигрыш» ( «проигрыш») по той или иной стратегии в различных состояниях среды.

. Выбор способа свертки частных критериев оценки в единый оценочный функционал.

Результатом этого этапа является матрица оценочного функционала рассматриваемых стратегий в различных состояниях среды.

. Выбор критерия принятия решения и нахождения оптимального решения по единому оценочному функционалу.

Существует ряд критериев выбора лучшего решения, среди них наиболее устойчивым является критерий Байеса, по которому лучшее решение соответствует максимуму (минимуму) математического ожидания оценочного функционала:



где В - выигрыш (проигрыш) при принятии решения  - матрица возможных стратегий (решений); -вероятность состояния среды, причем  где n - число рассматриваемых состояний среды; F - оценочный функционал для m-ой стратегии при i-ом состоянии среды.

3.2 Выбор частных критериев оценки надежности электроснабжения потребителей

Для оценки степени достижения целей функционирования системы электроснабжения, необходимо обосновать и выбрать частные критерии. Для каждой сложной системы можно сформировать некоторое множество целей, достижению которых должно способствовать ее созданию и функционированию. Для каждой из рассматриваемых в задаче стратегий степень достижения принятых целей желательно оценивать количественно. В качестве такой оценки и выступают критерии.

Известны общие требования, выдвигаемые к набору критериев [11]. Система критериев должна быть:

полной - отражать все важнейшие аспекты или, другими словами, количественно оценивать все сформулированные цели;

действенной - в наибольшей степени способствовать принятию однозначного решения;

разложимой - с возможным упрощением процесса решения за счет разделения его на части;

неизбыточной - не содержащей дублирующих оценок одних и тех же последствий;

минимальной - способствующей уменьшению размерности задачи.

Этим общим требованием должен по возможности удовлетворять набор критериев любой проблемы выбора. Формирование же конкретной системы критериев представляет достаточно сложную задачу, в решении которой обязательно участие ЛПР.

При составлении набора критериев для задач оптимизации систем электроснабжения следует опираться на понятия «результативность» и «полезность» этих систем. Результативность системы обычно отождествляется с её эффективностью и определяется как отношение эффекта к затраченному ресурсу. В узком смысле критерием эффективности может служить величина суммарных дисконтированных затрат или удельных затрат на 1 кВт∙ч переданной потребителям электрической энергии. При раскрытии понятия «полезность» технической системы необходимо установить её главное свойство, повышающее полезный эффект [6].

.3 Среда, выбор неопределенного фактора

Препятствием в точном выборе средств повышения надежности является неопределенность информации о нагрузке на шинах 10кВ РТП. Реальный способ снятия неопределенности - дополнительная информация, которую можно получить путем сбора и статистической обработки информации, экспертными опросами, измерениями и т.д.

В соответствии с [13] для получения дополнительной информации и снижения уровня неопределенности среды, кроме сбора и обработки статистических данных, в ряде случаев целесообразно использовать экспертные оценки, обработанные следующим образом.

При сборе и дальнейшей обработке информации, полученной от экспертов, необходимо придерживаться определенных принципов проведения экспертного опроса для повышения достоверности полученной информации. Должны быть учтены такие факторы, как независимость работы экспертов для устранения влияния авторитетных мнений, анонимность ответов, наличие обратной связи в процессе проведения нескольких туров опроса. При этом многое зависит от вопросов анкеты, которые должны не только уточнять прогнозируемые показатели, но и способствовать выявлению компетентности и объективности экспертов. Для учета квалификации, стажа работы, аргументированности ответов эксперта, его самооценки и другого используется ряд коэффициентов. Значения некоторых из их можно определить по балльной системе с использованием таблиц [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ по теме реферата показал, что у существующей распределительной электросети в сельских районах плохая надежность и время перерывов электроснабжения находится в интервале 70 -140 часов в год. В связи с этим сельские потребители несут большие ущербы, как от недоотпуска электроэнергии, так и от качества зависящего от потерь электроэнергии.

Сети изношены в среднем на 85 % и требуют реконструкции и внедрения современного оборудования.

Целесообразно производить выбор средств повышения надежности по многокритериальной модели с учетом неопределенности исходной информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абовский, Н. П. Творчество: системный подход, законы развития, принятие решений/ Н. П. Абовский. - М.: СИНТЕГ, 1998.-294 с.

. Арзамасцев, Д. А. Применение компонентного анализа для выбора решений в условиях многокритериальности / Д. А. Арзамасцев, Л. И. Мардер, А. Л. Мызин // Фактор неопределенности при принятии оптимальных решений в больших системах энергетики, Иркутск. - 1974. - Т.2. - С. 5-17.

. Астахов, С. М. Совместное использование секционирования и резервирования в сельских распределительных сетях 6- 10кВ / С.М. Астахов // Вестник ФГОУ ВПО «Орловский государственный агроинженерный университет». - Орел: ОГАУ, 2005. Вып. 2.

. Березовский, Б. А. Многокритериальная оптимизация: математические аспекты / Б. А. Березовский, Ю. М. Барышников, В. И. Борзенко, Л. М. Кемпнер. - М.: Наука, 1989.

. Брахман, Т. Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике / Т. Р. Брахман. - М.: Радио и связь, 1984.

. Будзко, И. А. Комплексная оценка показателей технического состояния сельских сетей 10 и 0,38 кВ / И. А. Будзко //Электрические станции. - 1987. - № 12.

. Будзко, И. А. Особенности оптимизационных задач энергетики и методов их решения / И. А. Будзко, М. С. Левин // Электричество. - 2004. - № 3. - С. 1 - 7.

. Будзко И. А.Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов / И. А. Будзко, М. С. Левин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1985. - 320 с.

. Будзко, И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / И. А. Будзко, Н. М. Зуль. - М.: Агропромиздат, 1990. - 496 с.

. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Л. Кини. - М.: Радио и связь, 1981.

. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах / О. И. Ларичев. - М.: Логос, 2000. - 295 с.

. Левин, М. С. Методы теории принятия решений в задачах оптимизации систем электроснабжения / М. С. Левин., Т. Б. Лещинская. - М.: ВИПКзнерго, 1989. - 130 с.

. Лещинская, Т. Б. Алгоритм принятия решения многокритериальных задач оптимизации с неопределенной информацией на примере выбора оптимальной мощности глубокого ввода высокого наряжения / Т. Б. лещинская, А. А. Глазунов, Г. В. Шведов // Электичество. - 2004. - № 10. - С. 8-14.

. Лещинская, Т. Б. Методы многокритериальной оптимизации систем электроснабжения сельских районов в условиях неоределенности исходной информации / Т. Б. Лещинская. - М.: Агроконсалт, 1998. - 120 с.

.Лещинская, Т. Б. Многокритериальная оценка технико-экономического состояния распределительных электрических сетей / Т. Б. Лещинская, В. В. Князев. - М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2006. - 100 с.

. Лещинская, Т. Б. Применение методов многокритериального выбора при оптимизации электроснабжения сельских районов / Т. Б. Лещинская // Электричество. - 2003. - № 1. - С. 14 - 22.

.Лещинская,Т.Б. Разработка методики планирования систем электроснабжения с малой плотностью нагрузок с учетом неопределенности исходной информации / Т. Б. Лещинская, А. А. Метельков. - М.: Агроконсалт, 2003. - 115 с.

. Лещинская, Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т. Б. Лещинская. - М.: КолосС, 2006. - 368 с.

. Магадеев, Э. В. Анализ надежности электроснабжения с учетом модернизации оборудования подстанций / Э. В. Магадеев //Механизация и электрофикация сельского хозяйства. - М., 2008. - №1.

. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.

. Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход / В. Д. Ногин. - М.: Физматлит, 2002. - 176 с.

. Орловский, С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С. А. Орловский. - М.:Наука, 1981. - 208 с.

. Правила устройства электроустановок : Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7 / - Новосибирск.: Сиб. унив. изд-во, 2008. - 853 с.

. Разработка стратегий развития распределительных электрических сетей до 2015 года // Научный отчет ВИЭСХ. Под науч. рук. В. В. Князева. - М.: Изд-во ОАО «РОСЭП», 2004.

. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства: утв. М-вом энергетики и электрофикации СССР 08.10.86. - М.: Сельэнергопроект, 1986. - 34 с.

. Сушко В. А. Реформирование электроэнергетики. Прогноз ситуации после 2010 года / В. Сушко // Новости электротехники. - 2008. - № 1

. Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р. И. Трухаев. - М.: Наука, 1981. - 258 с.

. Шабад, М. А. Автоматизация распределительных электрических сетей с использованием цифровых реле / М. А. Шабад. - СПб.: Петербургский энергетический институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов Минэнерго РФ, 2003. - 56 с.

. Шевляков, В. И. Концептуальные подходы к реконструкции и техническому перевооружению распределительных сетей сельских территорий / В. И. Шевляков // Сб. науч. тр. - М.: ВИЭСХ, 2001.

. Экель, П. Я. Учет фактора неопределенности в задачах моделирования и оптимизации электрических сетей / П. Я. Экель, В. А. Попов // Известия АН СССР. Энергетика и транспорт. - 1985. - № 2. - С. 50 - 58.