

Абдылдаев Рысбек Нурмаматович – к.т.н., доцент,  
Кулуев Жалил Осмонахунович - доцент,  
Абсаматов Эльдияр Абдилаатович - магистрант,  
Ошский технологический университет

## **АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

*Рассмотрены организационные и технические мероприятия, обеспечивающие надежность электроснабжения без привлечения и с привлечением дополнительных капитальных вложений.*

*Ключевые слова: электроснабжение, надежность, потребитель, мероприятия, электроэнергия, электростанция, воздушная линия.*

Абдылдаев Рысбек Нурмаматович – т.и.к., доцент,  
Кулуев Жалил Осмонахунович - доцент,  
Абсаматов Эльдияр Абдилаатович - магистрант,  
Ош технологиялык университети

## **ЭЛЕКТР МЕНЕН КАМСЫЗДООНУН ЖӨНГӨ САЛУУСУН ТАЛДОО**

*Кошумча капиталдык салымдарды тартуусу жок жана тартуусу менен электр менен камсыздоонун ишенимдүүлүгүн камсыздаган уюштуруучу жана техникалык иш чаралар каралды.*

*Ачкыч сөздөр: электр менен камсыздоо, ишенимдүүлүк, керектөөчү, иш чаралар, электр энергиясы, электр станциясы, аба чубалгысы.*

Abdyldaev Rysbek Nurmamatovich - candidate of technical sciences, associate professor,  
Kuluev Zhalil Osmonahunovich - associate professor,  
Absamatov Eldijar Abdilaatovich - graduate student,  
Osh Technological University

## **ANALYSIS OF MEASURES TO ENSURE RELIABILITY OF POWER SUPPLY**

*The organizational and technical measures that ensure the reliability of power supply without and with the involvement of additional capital investments are considered.*

*Key words: power supply, reliability, consumer, measures, electricity, power plant, overhead line.*

Чтобы обеспечить нормальную работу каждой категории потребителей, необходимо использовать различные мероприятия, направленные на повышение надежности электроснабжения. В электрических сетях применяются два типа мероприятий – это организационно-технические и технические.

### **Организационно-технические мероприятия**

Организационно-технические мероприятия не требуют дополнительных капиталовложений, так как увязываются с квалифицированным управлением и рациональной организацией работ.

К организационно-техническим мероприятиям относятся:

- повышение требований к трудовой и производственной дисциплине персонала;
- создание условий повышения квалификации персонала;
- рациональная организация, планирование текущих и капитальных ремонтов, профилактических испытаний, а также аварийных работ; ремонт линий под напряжением;
- подготовка персонала к работе в строгом соответствии с инструкциями и правилами техники безопасности;
- рациональная организация отыскания и ликвидации повреждений за счет совершенствования поиска повреждений и использования специальной аппаратуры; специализированного автотранспорта; диспетчеризации, телемеханизации, радиосвязи и другого; механизации работ по восстановлению линий;
- заблаговременное создание аварийных запасов материалов и оборудования, подготовка механизмов для проведения работ.

**2. Технические мероприятия.** Технические мероприятия и средства требуют дополнительных капиталовложений на развитие схем электроснабжения и обновление электрооборудования. К таким мероприятиям относятся:

- 1) повышение надежности отдельных элементов сетей путем поэтапного вывода из строя устаревших конструкций, оборудования;
- 2) сокращение радиуса действия электрических сетей;
- 3) применение подземных кабельных сетей;
- 4) сетевое и местное резервирование;
- 5) использование резервных электростанций;
- 6) автоматизация сельских электрических сетей;
- 7) использование современных методов технического диагностирования.

### **1. Повышение надежности элементов электрических сетей.**

В распределительных сетях напряжением до 1 кВ широкое применение находят воздушные линии электропередачи с изолированными проводами (ВЛИ), а в сетях напряжением 6–35 кВ – с покрытыми (защищенными) проводами (ВЛП).

Стоимость таких линий выше, чем традиционных воздушных линий с неизолированными алюминиевыми и сталеалюминиевыми проводами, однако они обладают рядом преимуществ:

- затраты на их эксплуатацию ниже, а надежность электроснабжения выше, так как исключены короткие замыкания;
- снижаются габариты линий до земли и инженерных сооружений, что позволяет уменьшать высоту, а значит, и стоимость опор;
- снижаются затраты на монтаж ВЛИ, а для ВЛИ напряжением 0,38 кВ – возможностью вести монтаж проводов по фасадам зданий, отсутствием изоляторов и траверс, возможностью совместной подвески на существующих линиях;
- упрощается ремонт и монтаж линий, сокращаются их сроки;
- снижается возможность несанкционированных подключений к линиям;
- снижается возможность поражения электрическим током при монтаже, ремонте и эксплуатации, а также при работах вблизи линии;
- по сравнению с традиционными линиями ВЛИ имеют более низкое реактивное сопротивление.

Для повышения надежности используются мачтовые трансформаторные подстанции (МТП) 6–10/0,4 кВ, обладающие следующими преимуществами:

- 1) простота и невысокая стоимость их сооружения;
- 2) быстрый монтаж и демонтаж;
- 3) не представляют опасности для окружающей среды;
- 4) раздельное размещение высоко- и низковольтного оборудования подстанции;
- 5) МТП можно расположить рядом с потребителями и отказаться от необходимости

- сооружения протяженных низковольтных линий, тем самым снизив потери электроэнергии и стоимость электрической сети;
- 6) высоковольтное оборудование не доступно с земли, предотвращаются попытки хищения электрооборудования, слив трансформаторного масла;
  - 7) из-за хорошей вентиляции резко снижается подверженность коррозии трансформатора и высоковольтных предохранителей;
  - 8) раздельное размещение высоко- и низковольтного оборудования позволяет обслуживать и ремонтировать низковольтное оборудование в плохую погоду;
  - 9) наглядность схемы, открытая установка высоковольтного оборудования обеспечивает высокую надежность работы МТП;
  - 10) эстетичный внешний вид.

К недостаткам МТП необходимо отнести:

- 1) неудобство эксплуатации и ремонта оборудования;
- 2) неудовлетворительные условия работы оборудования вследствие постоянных воздействий на него солнца, осадков, пыли и химических веществ.

### ***2. Сокращение радиуса действия электрических сетей***

Число повреждений воздушных линий растет пропорционально длине линий. Сокращение радиуса действия электрических сетей 10 кВ позволит уменьшить количество повреждений. Задача нахождения оптимального радиуса действия относится к распределительным сетям. Она должна решаться комплексно с одновременным учетом ряда факторов. К таким факторам относятся:

- принимаемая система напряжений, используемая для электроснабжения;
- количество питающих подстанций;
- количество распределительных линий, отходящих от питающих подстанций;
- количество потребительских трансформаторных подстанций;
- количество и длина распределительных линий напряжением 0,38 кВ.

### ***3. Применение подземных кабельных сетей***

Значительные преимущества перед воздушными линиями имеют подземные кабельные линии (КЛ):

- они короче воздушных, так как их не нужно прокладывать по обочинам полей севооборотов, а можно вести кратчайшим путем;
- полностью устраняются помехи производству;
- высокая надежность в эксплуатации. Число отключений снижается в 8–10 раз.

Продолжительность ликвидации аварий на КЛ при современном уровне эксплуатации примерно в три раза больше, так как сложнее найти место повреждения и приходится проводить земляные работы по вскрытию траншеи. Но используя специальные приборы, можно ускорить отыскание повреждений.

Особенно существенно, что капитальные вложения на КЛ при прокладке кабелеукладчиками практически одинаковы при современных ценах на кабели.

Поэтому КЛ напряжением 10 кВ признаны весьма перспективными для развития сельских электрических сетей.

### ***4. Сетевое и местное резервирование.***

Электрические сети работают в основном в разомкнутом режиме, т.е. они обеспечивают одностороннее питание потребителей. Используя такой режим, удается снизить значение токов короткого замыкания, потери мощности в сетях; облегчить поддержание требуемых уровней напряжения на подстанциях и т. п. Однако надежность электроснабжения потребителей при этом ниже, чем при замкнутом режиме, т.е. при двухстороннем питании потребителей.

В качестве мероприятий по повышению надежности могут использоваться различные виды резервирования.

По характеру взаимодействия участвующих в переключениях устройств автоматического ввода резерва можно разделить на:

- 1) местный АВР – выполняется для включения резервного питания ТП или РП после исчезновения напряжения от основного источника питания;
- 2) сетевой АВР, который выполняется для взаиморезервирования двух линий, отходящих от разных подстанций или разных секций шин 10 кВ одной подстанции 110(35)/10 кВ и устанавливается вблизи точки нормального токораздела. Отличается от местного АВР тем, что операции по переключениям происходят в различных местах сети и взаимодействие расставленных в сети устройств определяется поставленной перед автоматикой задачей.

### **5. Использование резервных электростанций**

Одним из способов местного резервирования является резервирование с помощью передвижных и стационарных резервных электростанций.

Автономный источник питания электроэнергией (АИП) – электроагрегат или электростанция – позволяет питать потребителей независимо от основных источников. К АИП относятся: газотурбинные установки, газопоршневые агрегаты, микротурбины, дизельные электростанции, а также предназначенные для этих целей агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т. п.

Различают:

- передвижной АИП – его конструкция предусматривает перемещение и транспортирование без нарушения готовности к работе, а также может предусматривать возможность его работы при транспортировании;
- стационарный АИП – предназначен для работы без перемещения.

Принято различать резервные электростанции по мощности: малой – до 50 кВт; средней – до 200 кВт; большой – свыше 200 кВт.

По степени автоматизации: неавтоматизированные; автоматизированные.

Неавтоматизированные агрегаты и электростанции предназначены для одиночной работы. Они обеспечивают напряжение на шинах ДЭС в пределах +5 % номинального значения при номинальной частоте вращения генератора.

В автоматизированных ДЭС предусмотрены три степени автоматизации.

Первая степень автоматизации предусматривает устройство аварийно-предупредительной защиты и сигнализации, а также может быть автоматизирован процесс подзарядки аккумуляторных стартерных батарей и наполнения горючим топливных баков.

Вторая степень автоматизации предусматривает дополнительные устройства для дистанционного и автоматического управления пуска агрегатов, синхронизации работы параллельно присоединенных агрегатов, принятия нагрузки, контроля за работой и остановкой, подогрева дизеля.

Третья степень автоматизации включает все операции первой и второй категории и должна обеспечивать автоматическое наполнение топливных, масляных, водяных баков, воздушных баллонов и других вспомогательных процессов и операций.

### **6. Автоматизация сельских электрических сетей**

Автоматизация электрических сетей – это одно из наиболее эффективных средств повышения надежности электроснабжения. В эти мероприятия входит:

- совершенствование релейной защиты;
- использование автоматического повторного включения (АПВ);
- автоматическое секционирование;
- автоматическое включение резерва (АВР);
- автоматизация контроля ненормальных и аварийных режимов;
- автоматизация поиска места повреждения;
- автоматизация регулирования напряжения и другие способы.

На сегодняшний день во всем мире активно осуществляется развитие и внедрение интеллектуальных сетей, или Smart Grid.

Сегодня принято выделять три ключевые подсистемы Smart Grid:

- автоматизированные системы управления активами и режимами сетевой компании (DMS) → выбор оптимальных стратегий развития на основании объективных данных;
- автоматизированные системы управления аварийными режимами работы сетей (DA) → минимизация последствий повреждений в сети;
- автоматизированные системы управления энергопотреблением (AMS) → оптимизация режимов энергопотребления и минимизация потерь электрической энергии.

#### *Подходы к секционированию воздушных линий*

Наиболее эффективным способом повышения надежности электроснабжения в воздушных электрических сетях среднего напряжения является секционирование линии коммутационными аппаратами (разъединителями, управляемыми разъединителями, пунктами секционирования). В существующих схемах построения распределительных сетей чаще всего используется ручной подход к управлению аварийными режимами.

**Централизованный подход.** Такой подход к секционированию, или управлению аварийным режимом работы сети, можно разделить на местный и дистанционный. Основной отличительной чертой данного подхода является зависимость работы секционных аппаратов (разъединителей, пунктов секционирования) от решений верхнего уровня (диспетчера).

**Ручной местный подход.** Для обеспечения возможности выделения (секционирования) поврежденного участка сети на магистрали устанавливаются линейные разъединители, а в ряде случаев – пункты секционирования на базе ячеек КРУН. Сетевой резерв выполняется вручную.

**Децентрализованный подход.** Наиболее эффективным способом повышения надежности электроснабжения в воздушных распределительных сетях является реализация автоматического подхода к управлению аварийными режимами, при котором обеспечивается полная независимость работы пунктов секционирования от внешнего управления. Этот подход также получил название децентрализованного. Каждый отдельный аппарат, являясь интеллектуальным устройством, анализирует режимы работы электрической сети и автоматически производит ее реконфигурацию в аварийных режимах, т. е. локализацию места повреждения и восстановление электроснабжения потребителей неповрежденных участков сети.

Для достижения максимального эффекта от проведения мероприятий по повышению надежности электроснабжения потребителей необходимо использовать комплексный подход. Эти мероприятия должны учитывать конкретные условия, что позволит выбрать оптимальный комплекс технических средств.

#### **Заключение**

Рассмотрены организационные и технические мероприятия, обеспечивающие надежность электроснабжения без привлечения и с привлечением дополнительных капитальных вложений. Приведена классификация этих мероприятий и краткое описание каждого мероприятия, их положительные и отрицательные стороны.

#### **Литература:**

1. **Алферова, Т.В.** Надежность электроснабжения потребителей агропромышленного комплекса: учеб.пособие [Текст] / О.Ю. Пухальская, А.А. Алферов // М-во образования Респ. Беларусь, Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухова, 2017. – 112 с.
2. **Воропай, Н.И.** Надежность систем электроснабжения [Текст] / Н.И. Воропай // учеб.пособие, Изд. 2-е, перераб. и доп. - Новосибирск : Наука, 2015. - 208 с.
3. **Хорольский, В.Я.** Надежность электроснабжения [Текст] / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов.// Ростов н/Д: Терра Принт, 2007. – 128 с.