Оценка влияния геомагнитных возмущений на надежность работы ЭЭС в условиях арктической зоны

**Кругликов Ю.А., студент,
Северо-Восточный федеральный университет,
Чукотский филиал,
г. Анадырь**

E-mail: yuriy.kruglikov@gmail.com

**Научный руководитель:
старший преподаватель базовой кафедры энергетики,
Загурская Т.Ю.**

Ключевые слова

Надежность электроэнергетических систем, причины отказов элементов ЭЭС, геомагнитные возмущения, арктический регион, влияние геомагнитных возмущений.

Аннотация

В ходе данной работы проведены анализ тематической литературы, изучение энергосистемы арктического района, в частности - изолированной энергосистемы Чукотского АО; проанализированы надежность ЭЭС региона и отказы в ее функционировании по различным причинам, учитывая влияние геомагнитных возмущений на надежность ЭЭС; проведен тщательный анализ причин отказов и характер повреждений электрооборудования.

От надежной работы электростанций и электроэнергетических систем зависит надежность электроснабжения потребителей, которая в конечном счете влияет на функционирование всей экономики страны. Проблема оценки рациональной степени надежности электростанций и электроэнергетических систем является одной из важнейших проблем на современном уровне развития электроэнергетики, которая в арктических регионах подпитывается известным фактом повышенного влияния геомагнитных возмущений. Этим и определяется повышенный интерес к проблеме надежности в последние годы как в нашей стране, так и за рубежом, в странах циркумполярья.

Надежность ЭЭС - свойство электроэнергетической системы обеспечить требуемые функции (бесперебойное электроснабжение потребителей) в заданном объеме и нужного качества.

Надежность функционирования ЭЭС определяется:

- 1) структурой генерирующих мощностей;
- 2) схемой основных электросетей, их пропускной способностью;
- 3) надежностью и другими техническими характеристиками используемого в ЭЭС основного оборудования;
- 4) схемами электростанций;
- 5) качеством эксплуатации (в том числе качеством ремонтных работ оборудования);
- 6) обеспеченностью электростанций энергетическими ресурсами;
- 7) располагаемыми резервами в управляющей, сетевой и генерирующей частях ЭЭС;

- 8) внешними воздействиями на ЭЭС;
- 9) режимами тепло- и электропотребления и другими факторами;
- 10) совершенством системы управления, включая режимную и противоаварийную автоматику [1].

Важный методический аспект при исследовании свойства надёжности электросети - понятие «отказ». Под отказом понимается непредусмотренное прекращение или утрата объектом способности выполнять в необходимом объёме свои функции свыше допустимого времени [2].

В процессе эксплуатации электрооборудования в материалах, из которых оно изготовлено, вследствие механических, термических воздействий, агрессивной среды, электромагнитных полей, снижения показателей качества электрической энергии, накапливаются необратимые изменения, которые снижают прочность, нарушают взаимодействие и координацию его частей. Перечисленные изменения в случайные моменты времени могут приводить к отказу электрического оборудования [3].

В одном случае отказ функционирования считается частичным и приводит к ограничению потребляемой мощности (электротехническое устройство теряет частично свою работоспособность), в другом — полным, характеризующимся прекращением питания.

Существует два вида отказов:

- отказ в работоспособности объекта;
- отказ в электрическом снабжении - отказ функционирования.

При анализе надёжности СЭС имеют в виду процессы:

- изменение уровня функционирования,
 - изменение уровня способности выполнять заданные функции в заданном объеме
- изменение спроса электрической энергии потребителем [2].

В практике эксплуатации электростанций, систем и сетей отказы подразделяют на браки и аварии в работе. Наиболее тяжелым видом отказов являются аварии, которые приводят к нарушению электрического снабжения значительного числа потребителей, с созданием условий, опасных для окружающей среды и для людей, к порче дорогостоящего электрического оборудования. Большие аварии, в большинстве случаев, возникают в результате развития мелких, локальных аварий и из-за нарушений нормального режима электрического снабжения. Опыт эксплуатации показывает, развитие аварий происходит в большинстве случаев при ошибочных действиях оперативного персонала, при неправильной работе устройств релейной защиты и автоматики, а также при недостаточной надёжности применяемых схем электрического снабжения и самого электрического оборудования [3].

Самый ненадёжный элемент СЭС - линии электропередачи, причина: влияние на них большого числа различных внешних воздействий и их большая протяженность.

Основные причины повреждения воздушных линий это:

- нагрузки, обусловленные ветром;
- возгорание деревянных опор;
- перекрытия изоляции, вызванные грозой;
- ослабление прочности деталей опор;
- вибрация и пляска проводов;
- повреждение опор и проводов автомобильным транспортом;
- гололедно-изморозевые отложения и т.д. [4].

Эти причины, обычно, приводят к нарушению или ослаблению механической прочности опор, изоляторов, проводов, а также к поломке деталей опор, гниению деревянных опор, коррозии металлических частей опор. Вибрация, «пляска» и обрыв проводов, разрушение опор сопровождается чаще всего однофазным или многофазным коротким замыканием линий электропередачи. Таким образом, на повреждаемость воздушных линий влияют коммутационные и атмосферные перенапряжения, действие ветра и загрязнение воздуха, изменения температуры окружающей среды [3].

Известно, что перенапряжения, обусловленные протеканием в электрических сетях геоиндуцированных токов, наряду с грозовыми перенапряжениями относятся к внешним перенапряжениям [5]. Естественным источником геоиндуцированных токов являются мировые геомагнитные бури, возникающие периодически на нашей планете в результате активности Солнца. Соответственно, наиболее часто и с высокой интенсивностью эти возмущения наблюдаются в полосе широт от 600 до 700 – в так называемой авроральной зоне. Действующие линии электропередач в Чукотском автономном округе: ВЛ-110 кВ (год ввода 1960) составляют 2206,2 км. Именно в таких линиях электропередач с глухо заземлённой нейтралью напряжением 110 кВ протекают геоиндуцированные токи.

Надёжное функционирование энергетических систем в условиях зоны Арктики усложняется природными и климатическими условиями: резким набросом нагрузки в холодные дни, проблемами восстановления объектов системы (трудная доступность к элементам линий), а также наличием северных сияний – процессов электромагнитного характера, вызывающих дополнительные токи в линиях электрической передачи большой длины [6].

Мировой опыт показывает влияние геомагнитных штормов на функционирование электроэнергетических систем.

В марте 1989 г. геомагнитный шторм оказал очень сильное влияние на канадскую энергосистему Hydro-Quebec, оставив без электрической энергии 6 млн. чел. в течение примерно 9 часов. Большой шторм был во время 23-го солнечного цикла, начавшегося в 1996 г. и достигшего максимума в 2000 г. Между 19 октября и 5 ноября 2003 г. на Солнце разразились 17 мощных вспышек. Косвенное влияние испытали электросети Северной Америки, но более значимое воздействие приняла на себя Северная Европа. Необычно высокая геомагнитная активность вызвала множество нарушений в высоковольтной системе электрической передачи Швеции. Были отключены выключатели трансформаторов и нескольких линий электрической передачи из-за малых уставок защит от сверхтоков.

За последние несколько десятилетий система электрического снабжения Британии испытала значительное влияние геомагнитных индуцированных токов, преимущественно во время записанных геомагнитных штормовых событий 14 июля 1982 г., 13–14 марта 1989 г., 19–20 октября 1989 г., 8 ноября 1991 г. Эти влияния включали в себя снижения напряжения в сети, большие колебания реактивной мощности в генераторах и линиях, отказ двух трансформаторов и т.д.

Также известна взаимосвязь между временем отказа электроэнергетического оборудования и бурями геомагнитного характера в пределах 53-54 градуса северной широты. Таким образом, для исследованных широт, подтверждена необходимость учета взаимосвязи изменений основных компонент геомагнитного поля Земли и их непосредственное влияние на корректную работу электрического оборудования. Так,

для развивающейся электроэнергетической системы Чукотского АО, расположенного в Арктической зоне (63-69 градусов северной широты), важно учитывать влияние возмущений магнитного поля Земли [7].

В [8] описан опыт по исследованию влияния геомагнитных возмущений на электрическое оборудование электроэнергетической системы ОАО «Хакасэнерго» - были проведены экспериментальные исследования в нейтрали трансформатора ТРДН-32000 / 110, который установлен в ОРУ-110 кВ Абаканской ТЭЦ (ТГК-13), в период повышенной геомагнитной активности и в период спокойного состояния геомагнитного поля. Итог: установлена зависимость отказов оборудования под действием вариаций геомагнитного поля Земли в период геомагнитных бурь.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости учета и разработки алгоритма оценки влияния геомагнитных возмущений на надежность функционирования электроэнергетических систем арктических зон.

Список литературы:

1. Александров Д. С. Надёжность и качество электроснабжения предприятий [Текст] / Д. С. Александров, Е. Ф. Щербаков // Надёжность и качество электроснабжения предприятий: учебное пособие / Ульяновск: УлГТУ, 2010. – с.115-117
2. Карпов В.В., Федоров В.К., Грунин В.К., Осипов Д.С. Основы теории надежности систем электроснабжения [Текст] // Основы теории надежности систем электроснабжения: учебное пособие / Омск: Изд-во ОмГТУ, 2003. - с. 7.
- 3.https://bstudy.net/657303/tehnika/vozmozhnye_prichiny_povrezhdeniy_otkazov_osnogo_elektrooborudovaniya
4. Анищенко В.А. Колосова И.В. Основы надежности систем электроснабжения [Текст] / В. А. Анищенко, И. В. Колосова // Основы надежности систем электроснабжения: учебное пособие / Минск, 2007. - с. 9.
5. Осипов В.И. Безопасность электрических сетей России от гелиомагнитной опасности – необходимый элемент обеспечения энергетической и экологической безопасности. / В.И. Осипов, Н.А. Махутов, А.Н. Данилин // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2010. - №5. – с.42-53.
6. Гершенгорн А.И. Воздействия геомагнитных токов на электрооборудование энергосистем / А.И. Гершенгорн // Электрические станции №3 / 1993. с.54-63.
7. Исследование влияния геомагнитных бурь на отказы в электроэнергетических системах / Т.Ю. Загурская, В.И. Пантелеев, Г.Н. Чистяков // Физико-математические и технические науки как постиндустриальный фундамент эволюции информационного общества: сборник статей Международной научно-практической конференции (15 декабря 2017 г., г.Уфа). - Уфа– АЭТЕРНА, 2017. – с.83-87.
8. Чистяков Г.Н. Влияние возмущений геомагнитного поля на надежность работы устройств релейной защиты и автоматики / Г.Н. Чистяков, Е.В. Платонова, Т.Ю. Зарубина, В.И. Пантелеев // Технологии ЭМС. – 2017. - №2(61). – с.25-35.