



ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

С.Х. Масаев¹, У.Х. Макаев², М.В. Дебиев³

¹ПАО «Россети Северный Кавказ» г. Грозный, Россия

²Ремонтно-строительная фирма ООО «Мир» г. Грозный, Россия

³ГГНТУ имени академика М.Д. Миллионщикова,

г. Грозный, Россия,

mair76@mail.ru

Резюме: В статье рассмотрено состояние функционирования электроэнергетики Чеченской Республики. Приведены сравнительные данные по приему в сеть и полезному отпуску электроэнергии Чеченской Республики за последние годы. Рассмотрена структура суммарной трансформаторной мощности всех подстанций, а также общая протяженность линий электропередачи АО «Чеченэнерго». Изучены основные проблемы электроэнергетики Чеченской энергосистемы, которыми являются отсутствие собственных генерирующих мощностей, нехватка трансформаторных мощностей подстанций 110 и 35 кВ и высокий уровень износа основных производственных фондов электросетевого хозяйства. Рассмотрены задачи по снижению потерь электрической энергии Чеченской энергосистемы. Определены значения и причины потерь электрической энергии в разных районных электрических сетях (РЭС) АО «Чеченэнерго». Выполнен сравнительный анализ по потерям электрической энергии за последние годы. Рассмотрены вопросы, касающиеся реактивной мощности в электрических сетях. Проведен анализ по определению значений реактивной мощности в разных районных электрических сетях АО «Чеченэнерго». Предложены мероприятия, способствующие нормализации реактивной мощности и улучшению технико-экономических показателей в электрических сетях. Проведен анализ улучшения электрических схем сетей для обеспечения устойчивости и надежности электроснабжения потребителей республики. Предложена система управления и диагностирования производственным процессом, которая позволит регулировать и координировать деятельность по управлению техническим состоянием, а также надежностью энергосистемы.

Ключевые слова: электроэнергетика, энергосистема, центр питания, электрическая энергия, потери электрической энергии, класс напряжения, районные электрические сети (РЭС), реактивная мощность, линия электропередачи.

Для цитирования: Масаев С.Х., Макаев У.Х., Дебиев М.В. Основные этапы повышения функционирования электросетевого комплекса Чеченской Республики // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2020. Т. 22. № 4. С. 43-53. doi:10.30724/1998-9903-2020-22-4-43-53.

BASIC STAGES OF INCREASING FUNCTIONING ELECTRIC POWER OF THE CHECHEN REPUBLIC

SKh. Mashaev¹, UKh. Mashaev², MV. Debiev³

¹PJSC Rosseti North Caucasus Grozny, Russia

²Repair and construction company LLC «Mir», Grozny, Russia

³GGNTU named after academician M.D. Millionshchikova,

Grozny, Russia

mair76@mail.ru

Abstract: The article considers the state of the electric power industry functioning of the Chechen Republic. Comparative data on the reception in the network and useful electricity supply of the Chechen Republic in recent years are presented. The total transformer capacity structure of all substations, as well as the power lines total length of Chechenenergo JSC, is considered. The main electric power industry problems of the Chechen power system, which are the lack of own generating capacities, the transformer capacities shortage of substations 110 and 35 kV and the main production assets high level wear of the electric grid economy, are studied. The tasks to reduce the Chechen energy system electric energy losses are considered. The values and causes of the electric energy losses in different district electric networks (RES) of JSC "Chechenenergo" are determined. A comparative analysis of the electrical energy losses in recent years has been performed. Issues related to reactive power in electrical networks are considered. An analysis was carried out to determine the reactive power values in different district electric networks of Chechenenergo JSC. Measures are proposed that contribute to the reactive power normalization and the improvement of technical and economic indicators in electric networks. The networks electrical circuits improvement analysis was carried out to ensure the power supply stability and reliability to consumers in the republic. The production process control system and diagnostics is proposed, which will allow to regulate and coordinate the activities to manage the technical condition, as well as the power system reliability.

Keywords: electric power industry, power system, power center, electric energy, electric energy losses, voltage class, district electric networks, reactive power, power line.

For citation: Masaev SKh, Macaev UKh, Debiev MV. Basic stages of increasing functioning electric power of the Chechen Republic. *Power engineering: research, equipment, technology.* 2020;22(4):43-53. doi:10.30724/1998-9903-2020-22-4-43-53.

Введение

Стабильное функционирование электроэнергетики, как одной из самой высокотехнологичной отрасли промышленности, является гарантом развития всех отраслей народного хозяйства и обеспечения комфорта населению. Электроэнергия дает человеку свет и тепло, облегчает его физический и интеллектуальный труд. Одним словом – без электроэнергии невозможно представить себе современную жизнь.

Благодаря развитию добычи и переработки нефти, одной из первых на Северном Кавказе электростанций была построена в г. Грозном в 1895 г. при нефтеперегонном заводе на Старых промыслах, а в 1896 г. вторая электростанция, также при нефтеперегонном заводе. Эти даты являются началом зарождения электроэнергетики Чеченской Республики [1].

Электроэнергетика переносит тяжелый процесс реформы, когда некий единый механизм разделен на несколько частей: генерацию, электросети, энергосбыт и управление. В электроэнергетике произошла реформа, которая вызвала новую форму «болезни» как для энергетики, так и населения. Это хороший метод управления человеческим коллективом, но трудно приживается к технологическому процессу функционирования энергосистемы. Разделены производственные службы на независимые подразделения: службу подстанций, службу релейной защиты и автоматики, службу изоляции и диагностики оборудования, метрологическую службу, диспетчеров по транспорту электроэнергии, энергосбыт.

Материалы и методы

АО «Чеченэнерго» является субъектом оптового рынка электроэнергии, а также гарантирующим поставщиком электроэнергии, обслуживающим потребителей пяти городов (Грозный, Гудермес, Аргун, Шали, Урус-Мартан) и 16 сельских районов Чеченской Республики. АО «Чеченэнерго» обслуживает 200 тыс. физических и 16 тыс. юридических лиц.

Приём в сеть в 2018 году составил 2,75 млрд. кВт.ч. при полезном отпуске 1,76 млрд.кВт.ч. В 2019 году приём в сеть составил 2,90 млрд. кВт. ч. при полезном отпуске 1,83 млрд. кВт.ч.

На балансе АО «Чеченэнерго» имеется следующий технический потенциал – количество подстанций (ПС)4928 шт., в том числе [2]:

- 27 ПС 110 кВ;
- 59 ПС 35 кВ;
- 4842 ПС 6-10 кВ.

Суммарная трансформаторная мощность всех подстанций составляет – 2258,96 МВА.

Протяженность линий электропередачи составляет – 14678,31 км, в том числе:

- ВЛ 110 кВ – 52 шт. (1150,54 км);
- ВЛ 35 кВ – 88 шт. (980,65 км);
- ВЛ 6-20 – 355 шт. (4798,85 км);
- ВЛ 0,4 – 7408 шт. (7748,27 км);
- КЛ 6-20 кВ – 441 шт. (459,62 км);
- КЛ 0,4 кВ – 449 шт. (644,95 км).

АО «Чеченэнерго» проводит единую техническую политику, направленную на техническое развитие, повышение надежности и эффективности функционирования основных средств [3].

В рамках снижения потерь электроэнергии по всем районным электрическим сетям (РЭС) проводилось проектное обследование всех распределительных сетей, выполнялись расчеты потерь и допустимых дисбалансов электроэнергии.

Планируется создать такой экономический механизм, который бы ставил в прямую зависимость рост заработной платы персонала от его квалификации, активности и эффективности действий в области снижения электрических потерь.

Можно смело утверждать, что главной негативной характеристикой текущего состояния электроэнергетики являются показатели потерь электрической энергии, которые создают огромные убытки Чеченской энергосистеме. Это невыгодно никому, ни потребителям, так как для них вырастут тарифы, ни работникам АО «Чеченэнерго». В виду вышесказанного, одной из главных и первоочередных задач для Чеченской энергосистемы является снижение потерь электрической энергии [4,5,6].

Результаты и обсуждения

Одной из первоочередных задач повышения функционирования электроэнергетики является снижение потерь электрической энергии в сетях. Ситуацию с потерями электрической энергии невозможно описать, используя слово «замечательно». Если говорить более подробно, то есть две главные проблемы: это хищение электроэнергии и потери в сетях. Если говорить о последней (потери в распределительных электрических сетях 0,4 кВ), то здесь основные причины таковы: низкое сечение провода; некачественное соединение проводов; несимметричное распределение нагрузки по фазам [7,8,9].

В связи с развитием рыночных отношений для хозяйствующего объекта, проблемы потерь электроэнергии существенно возрастают и требуют поиска новых путей их снижения. Эти пути и подходы должны вырабатываться и реализовываться с учетом существенных изменений в сетях [10,11,12]. Рост потерь в электрических сетях определен действием физических закономерностей и развитием всей энергосистемы АО «Чеченэнерго» в целом. Поэтому потери в электрических сетях неизбежны. Однако, их снижение до экономически обоснованного уровня, является одним из главных направлений энергосбережения. Актуальность данной проблемы отражается не только в финансовой стабильности АО «Чеченэнерго», но и в увеличении убытков, а для потребителей, в конечном итоге, рост тарифов на электроэнергию.

Электрическая энергия является видом продукции, для передачи которой расходуется часть передаваемой электроэнергии, которая необходима для создания магнитных полей, необходимых на ее транспортировку. Поэтому потери электроэнергии при ее транспортировке неизбежны. Непрерывный рост нагрузок, обусловленный незаконным подключением некоторых потребителей, нередко вызывает увеличение загрузки электрических сетей выше экономически запланированного уровня, что ведет к дополнительному увеличению потерь электроэнергии. Во многих селах, где осуществлялись выдачи земельных участков под строительства частных домовладений, идет массовый застрой домов, где соответственно тянутся провода для подачи электричества в стихийном исполнении. Пока приходится констатировать, что плохие показатели превосходят наши желания и усилия. Анализ показал, что росту потерь электроэнергии в распределительных сетях АО «Чеченэнерго» способствует в основном следующие факторы:

– отставание темпов нового сетевого строительства от темпов роста нагрузки; (это заметно на единичных трансформаторных пунктах густо заселенной местности в Курчалоевском, Шалинском и Грозненском районах Чеченской Республики);

– несоответствие техническим параметрам элементов сети; (линии имеют большие недопустимые по нормативу длины, связи с расширением застроек) от центра установки трансформаторов, что вызывает излишние потери на нагреве проводов);

– высокой неравномерностью электрических нагрузок; (по диспетчерским данным снятых нагрузочных показаний по трансформаторным пунктам, свидетельствуют разные загрузки по фазам, что существенно влияет на рост потерь электроэнергии);

– несоответствие сечения проводов ВЛ нагрузкам; (по данным предпроектного обследования выявлено наличие проводов в сетях несоответствующих нагрузкам, например в Шелковском, Шатойском и Итум-Калиском районах, где во многих местах до сих пор используется провод сечения А-16 в фазных проводах);

– увеличение установленной мощности трансформаторов; (имеются места потребительского значения, где стоят трансформаторные пункты, загруженные лишь до 20%, что также приводит к дополнительным потерям в сетях).

Традиционные распределительные сети 0,4 -10 кВ, построенные еще в прошлом веке, в нынешних условиях имеют ряд существенных технологических недостатков:

- большая длина сетей;
- небольшая пропускная способность;
- значительное количество длинных ответвлений к потребителям;
- большие коммерческие потери электроэнергии из-за простоты подключения (нарушена технология подключения).

В Чеченской Республике такие недостатки имеются в плоскостных районах, где преобладают обширные равнинные территории, как Шелковской, Наурский и Надтеречный районы. Подобные же проблемы возникают с горными селами, расположенными по длинным горным ущельям, где почти отсутствует возможность строительства новых резервных ВЛ, из-за географического расположения. Поэтому частые сбои электричества являются причинами социального неудобства местных жителей, это относится к Шатойскому, Итум-Калинскому, Шароевскому, Ножай-Юртовскому и Веденскому районам.

Немаловажная проблема и на объектах, которые не были изначально на балансе «Чеченэнерго», а сейчас вошли в АО «Чеченэнерго». Они несут большие потери электроэнергии: электрические сети ветхие, давно не подвергались капитальным ремонтам. Активы из МЖКХ были переданы на баланс в АО «Чеченэнерго». В основном эти сети из городов Грозный, Гудермес, Аргун и станицы Шелковская. На этих полуразрушенных объектах не проводились даже промежуточные восстановительные процессы, после известных всем разрушительных событий в Чечне. Потому, объекты таких районов стали проблемными не только с точки зрения стабильности электроснабжения, но и с большими потерями электроэнергии, что отражается на экономических составляющих. В то время, как все вокруг не стоит на месте, а продвижений вперед нет, кажется, будто движение идет назад. Проведенное проектное обследование и выводы инженерных изысканий наталкивают на применение технологических новшеств, что позволит кардинально изменить прошлые стереотипы строительства и реконструкции ВЛ в наиболее проблемных районах.

Электроэнергия, расходуемая при ее транспортировке называется технической потерей. В силу существующих географических очертаний и сложившейся структуры электрических схем и их параметрических данных, в каждом РЭС индивидуально определяются нормативы потерь, составляются мероприятия, которые на практике почти не реализуются из-за финансовой ограниченности.

В течение периода с 2005 по 2019 гг. суммарные потери в АО «Чеченэнерго» снизились незначительно как в абсолютном значении, так и в процентах отпуска электроэнергии в сеть. Так, если взять отчетные данные по РЭС, за 2016 год по всем РЭС и в целом по АО «Чеченэнерго» в итоге потери составляли – 34,0%, за 2017 год – 34,4%, за 2018 год – 35,7%, за 2019 год составляют – 36,8%. Основными причинами из них являются: непрерывный рост нагрузок электрических сетей, связанный с естественным ростом нагрузок электрических сетей и отставания темпов прироста пропускной способности сети от темпов прироста потребления электроэнергии [13].

За последнее десятилетие потребление электроэнергии по Чеченской Республике увеличилось в два раза. После известных событий задача стояла «подать свет» потребителям любыми путями и способами, а далее были проблемы из-за ограниченности финансирования Чеченской энергетики. Вопрос электроснабжения потребителей, который решался эпизодично, а порой и стихийно несдержанными потребителями, не всегда соответствовал нынешним стандартам требования. В некоторых населенных пунктах оставались нерешенными вопросы организации контроля за потреблением электроэнергии и системы учета.

Нормирование уровня потерь определяется на основе ручного расчета потерь на определенный период без прогнозных расчетов. Проектировщики тотально обследовали все сети напряжением 0,4 – 10 кВ и выделили два необходимых значения такого норматива: прогнозируемые нагрузки и фактически состоявшиеся нагрузки в конце определенного периода. Прогнозируемое значение потерь включается в тариф [13,14].

При выполнении работ проектными организациями, приоритетными были направления в очередности внедрения мероприятий по снижению потерь электроэнергии. В ходе обследования электрических сетей проводился визуальный анализ:

- отчетных диспетчерских данных по РЭС, по балансам и потерям электроэнергии в сетях;
- систем коммерческого и технического учета электроэнергии;
- мероприятий по снижению потерь и повышению качества электроэнергии.

Проанализировав данные по электрическим сетям, напрашивается вывод: в электрических сетях нарушен баланс между активной и реактивной мощностями.

Потребители должны соблюдать значения соотношения (тангенса) потребления реактивной и активной мощности, определенной в договоре в соответствии с порядком, утвержденным Минпромэнерго РФ. Указанные характеристики определяются сетевой организацией для потребителей услуг, присоединенным к электрическим сетям напряжением 35 кВ и ниже.

При отклонении потребителя от установленных договором значений соотношения в результате участия в регулировании реактивной мощности по согласованию с сетевой организацией он оплачивает услуги по передаче электрической энергии, в том числе в составе конечного тарифа (цены) на электрическую энергию, поставляемую ему по договору энергоснабжения с учетом понижающего коэффициента, устанавливаемого в соответствии с методическими указаниями, утверждаемыми ФСТ РФ (Федеральная служба по тарифу Российской Федерации).

В случае несоблюдения потребителем услуг установленных договором значений соотношения потребления активной и реактивной мощности, кроме случаев, когда это явилось следствием выполнения диспетчерских команд или распоряжений субъекта оперативно-диспетчерского управления. Осуществлять по соглашению сторон: он устанавливает и обслуживает устройства, обеспечивающие регулирование реактивной мощности, либо оплачивает услуги по передаче электрической энергии, в том числе в составе конечного тарифа (цены) на электрическую энергию, поставляемую ему по договору электроснабжения, с учетом соответствующего повышающего коэффициента.

В Постановлении Правительства № 861 от 27.12.2004 г. оговорены определенные значения реактивной мощности – тангенс угла должен быть в сети напряжением 110 кВ – 0,5; 35 кВ – 0,4; 0,4 кВ – 0,35 [15]. Коэффициент реактивной мощности – это отношение реактивной мощности к активной, среднее значение которого должно составлять – 0,8. В энергосистеме Чеченской Республики данный коэффициент равен около – 0,3. При низком коэффициенте мощности токи превышают свои значения гораздо выше номинальных, что способствует нагреву оборудования и соответственно возникновению дополнительных потерь электроэнергии в сети.

В частности, в некоторых РЭС Чеченской энергосистемы был проведен анализ по определению установленной и подключенной мощности. Т.е. был произведен расчет подключенной мощности путем суммирования всех трансформаторных подстанций (ТП) 10(6)/0,4кВ по конкретным РЭС. При этом установленная мощность питающих подстанций 110/35/10 кВ оказалась значительно ниже подключенной. Такое значительное расхождение в установленной и подключенной мощности говорит о недогруженности многих ТП-10(6)/0,4 кВ, что приводит к дополнительным потерям электроэнергии.

Приведем сравнение установленной и подключенной мощности в некоторых РЭС:

- Урус-Мартановские РЭС – установленная мощность на подстанциях 110/35/10 кВ составляет 74500 кВА, а подключенная составляет – 112598 кВА;
- Веденские РЭС – 9600 кВА – 28368 кВА;
- Ножай-Юртовские РЭС – 14600 кВА – 21934 кВА;
- Грозненские РЭС – 22300 кВА – 41200 кВА;
- Ачхой-Мартановские РЭС – 15200 кВА – 44123 кВА.

Пример: Потребление электроэнергии за октябрь 2019 г. по Урус-Мартановскому району составил 17,0 млн. кВт.ч., а активная мощность при этом составляет 23611,1 кВт (17000000:720=23611,1). Следовательно, определяя коэффициент мощности (cosφ), определяемый как отношение полезной мощности к полной, учитывая при этом в

данном случае подключенную мощность (112598кВА) равен $\cos\phi \approx 0,2$ ($23611,1:112598 \approx 0,2$).

Данный коэффициент мощности характеризует наличие большой реактивной мощности в сети, то есть это означает преобладание реактивной мощности над активной. Иначе говоря, наблюдается большой сдвиг фаз между током и напряжением, то есть большой процент электроэнергии идет на нагрев проводов при сложившемся коэффициенте мощности равном 0,2. То есть, при низком коэффициенте мощности, ток по проводам увеличивается создавая нагрев в них, соответственно растут потери электроэнергии в проводах. При уменьшении $\cos\phi$ в два раза, в 4 раза увеличиваются потери электроэнергии и наоборот. Поэтому надо стремиться к увеличению $\cos\phi$ и уменьшению величины передаваемой реактивной мощности (рис.1) [16].

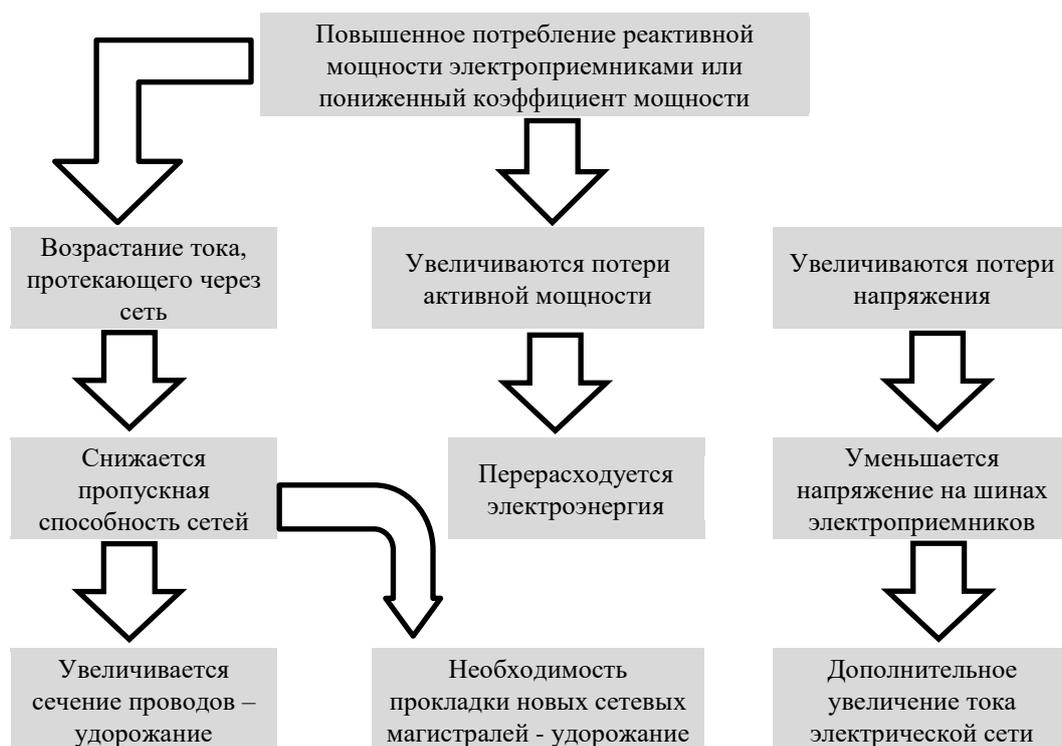


Рис. 1.Реактивная мощность и проблемы ее увеличения

При больших реактивных мощностях повышается напряжение. При повышении напряжения вызывается нагрев в сети, а это уже потеря электроэнергии. Чтобы этот процесс был под контролем надо постоянно регулировать реактивную мощность. Перенапряжение для сети вредный резонансный процесс, который может способствовать возникновению аварийного очага. Необходимо применение технических мер по регулированию баланса мощности, то есть предусмотреть реакторы для отбора мощности. Они в системе не предусмотрены. Возникает вопрос. Как улучшить технико-экономические показатели в энергосистеме? В помощь энергоснабжающим организациям, для решения вопроса по снижению потерь электроэнергии, Министерством энергетики РФ приказом №380 от 23 июня 2015 г. введен порядок расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности. Согласно данному порядку для потребителей мощностью более 150 кВт предельно допустимые значения коэффициента реактивной мощности составляют 0,5 для сетей 110 кВ, 0,4 для сетей 6-35 кВ, 0,35 для сетей 0,4 кВ. При определении обязательств сторон в договорах об этом надо указать, также указать при выдаче технических условий для подключения потребителя к сетям АО «Чеченэнерго». В договоре надо оговаривать о штрафах за превышение тангенса ϕ – коэффициента реактивной мощности. Поэтому непринятие соответствующих мер по повышению коэффициента мощности с установкой источников реактивной мощности, создает благоприятные условия роста потерь электроэнергии в электрических сетях. В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ), для уменьшения потерь электроэнергии необходимо уменьшить сопротивление, то есть увеличить сечение провода.

Такая же картина наблюдается и по городским сетям.

По итогам Проектного обследования электрических сетей ВЛ-0,4-10кВ, выполнялись расчеты потерь по каждому трансформаторным пунктам в РЭС, а также проводились следующие мероприятия по снижению потерь электроэнергии:

- мероприятия по строительству, реконструкции, техническому перевооружению и развитию электрических сетей;
- мероприятия по совершенствованию расчетного и технического учета, метрологического обеспечения измерений электроэнергии;
- мероприятия по выявлению, предотвращению и снижению хищений электроэнергии;
- мероприятия по совершенствованию организации работ, стимулированию снижения потерь, повышению квалификации персонала, контролю его деятельности.

В результате проведения анализа потерь электроэнергии по РЭС, было выявлено, что снижение потерь в сетях 0,4-10кВ связано также со значительными перекосами напряжений по фазам, где наблюдается падение напряжения на нагруженных фазах. Повышенное напряжение может привести к выходу из строя электрических приборов и оборудования потребителей. Асимметрия напряжений возникает из-за разного падения напряжения в проводах линии при перекосах фазных токов, вызванных неравномерным распределением однофазных нагрузок. При этом в нулевом проводе четырехпроводной линии появляется ток, равный геометрической сумме фазных токов. В некоторых случаях (например, при отключении нагрузки одной или двух фаз) по нулевому проводу может протекать ток, равный фазному току нагрузки. Это приводит к дополнительным потерям в ВЛ 0,4 кВ, распределительных трансформаторах 10/0,4 кВ и, соответственно, в высоковольтных сетях. Подобная ситуация характерна для многих сельских районов и может возникнуть в жилых многоквартирных домах, где не представляется возможным равномерно распределить нагрузку по фазам, в результате чего в нулевом проводе появляются достаточно большие токи, что приводит к дополнительным потерям в проводниках групповых и питающих линий и вызывает необходимость увеличения сечения нулевого рабочего провода до уровня фазных. Перекосы напряжения сильно сказываются на потребителях. Так небольшая асимметрия напряжения (например, до 2%) на зажимах асинхронного двигателя приводит к значительному увеличению потерь мощности, что в свою очередь, вызывает дополнительный нагрев обмоток и снижает срок службы их изоляции, а при перекосах до 5% общие потери возрастают в 1,5 раза и, соответственно, растет потребляемый ток. Для компенсации перекоса напряжений целесообразно перераспределить токи нагрузки по фазам, выровнив их значения. Необходимость ограничения тока нулевого провода вызвана еще и тем, что в распределительных сетях 0,4 кВ, выполненных кабелем, сечение нулевого провода обычно принимается на ступень меньше сечения фазного провода. В целях уменьшения потерь электроэнергии в сетях 0,4 кВ за счет перераспределения токов по фазам, ограничение тока в нулевом проводе и снижение перекосов напряжения, предлагается использовать трехфазный балансирующий автотрансформатор. При этом, если на линии 0,4 кВ до узла нагрузки произойдет короткое замыкание (одной из фаз на нулевой провод), потребители будут защищены от перебоев электроэнергии, установленным автотрансформатором.

Концепция реконструкции электрических сетей

Стратегия построения разветвленной электрической сети 0,4 кВ направлена на повышение операционной эффективности, надежности работы сети, снижения уровня потерь. Принципиально новое построение электрических сетей предполагает разгрузку центров питания и модернизацию разветвленной сети 0,4 кВ с фиксированной электрической нагрузки. В населенных пунктах для потребителей будут монтироваться новые столбовые трансформаторные подстанции, что позволит сократить протяженность линий низкого класса напряжения и тем самым снизить потери электроэнергии. В целом такая модернизация позволит сократить протяженность линий низкого класса, поднять на новый уровень надежность и качество электроснабжения потребителей.

Реконструкция воздушных линий со столбовыми трансформаторными подстанциями увеличит пропускную способность сети 0,4 кВ, а также и возможности технологического присоединения новых потребителей в расширяющихся населенных пунктах. Кроме того, применение столбовых трансформаторных подстанций повысит электробезопасность, так как токоведущие части оборудования изолированы. Опыт применения в ряде регионов электросетевой компании 250-вольтдобавочных трансформаторов, позволил стабилизировать напряжение в сети, повысить надежность срабатывания защиты ВЛ.

Главная особенность планируемой концепции – это организации системы корпоративной связи по распределительным сетям 0,4 кВ, с учетом последних достижений

цифровой обработки сигналов, а также передачи информации и диагностики электролиний. Рассмотрение концепции решения проблемы передачи информации дистанционной диагностики ВЛ разных классов напряжения, а также получение достоверных сведений по потребленной электроэнергии потребителями, приведет к снижению потерь электроэнергии [4,11,17].

Наряду с этим стоит немаловажная проблема внедрения системы управления и диагностирования производственных активов АО «Чеченэнерго». Любые отклонения от нормальных режимов работы электрооборудования приводят к ухудшению качества электроснабжения, или прекращению отпуска электроэнергии потребителям, что влечет за собой экономические и социальные последствия. Чтобы исключить подобные случаи, их следует предупреждать. Техническое состояние оборудования – это техническое лицо энергосистемы, а в данном случае – АО «Чеченэнерго». Для этого необходимо в комплекс АО «Чеченэнерго» внедрить систему управления производственными активами. Данная система будет регулировать и координировать деятельность по управлению техническим состоянием, надежностью энергосистемы, оптимизировать затраты и повышать эффективность работы оборудования на всем протяжении его жизненного цикла с целью обеспечения электроснабжения. Главной задачей управления производственными активами является обеспечение баланса между затратами на оборудования и рисками его отказа. Это естественно позволит сократить затраты на содержание ВЛ и подстанций, а также устранение последствий аварий-отказов. В целом такая система позволит изменить принципы формирования плановых ремонтов и продлить сроки службы электрооборудования. Более того, будет способствовать искоренению практикующихся стереотипов в ремонтном процессе. В таких условиях функционирования энергосистемы на технического руководителя возлагается важная роль для принятия наиболее целесообразных решений по перспективному развитию электроэнергетики.

В данный момент наша система далеко отстала от многих ведущих энергосистем по уровню технического развития и по уровню управления режимами, из-за чего диспетчера теряют время на вывод в ремонт и ввод в работу оборудования. Эти вопросы требуют создания и внедрения автоматизированной системы управления на базе цифровой техники и современных средств связи.

Наиболее целесообразно иметь линии электропередач такими, чтобы отключение одной из них не приводило к нарушению устойчивости и надежности электроснабжения потребителей в массовом порядке. Схемы подстанций требуется пересмотреть так, чтобы была возможность придать им наибольшую гибкость при переключениях и резервирование при отключениях, тем самым минимизировать время прекращения электроснабжения потребителя.

С каждым годом все более широкое применение при строительстве силовых и осветительных воздушных электрических линий приобретает самонесущий изолированный провод (СИП). Такие линии электропередач принято обозначать аббревиатурой «ВЛИ». СИП имеет ряд преимуществ: простота монтажа, удобство в эксплуатации и сохранение соблюдения мер безопасности. Провод СИП способствует снижению потерь электроэнергии на воздушных линиях, вследствие уменьшения реактивного сопротивления более чем в 3 раза. Существенным преимуществом является допустимость подключения новых потребителей под напряжением, без отключения основных потребителей. При эксплуатации линий с проводом СИП исключено воровство электроэнергии путем несанкционированного подключения снаружи. Использование в сетях провода СИП уменьшает вероятность грозových перенапряжений в сетях.

Если в целом резюмировать ситуацию, то на стадии внедрения мероприятий по снижению потерь электроэнергии в сетях главную роль играет так называемый человеческий фактор [20]:

- обучение и повышение квалификации персонала;
- мотивация персонала, моральное и материальное стимулирование;
- оповещение персонала о целях и задачах снижения потерь.

Кроме того персонал необходимо мотивировать на выполнение требований, быть морально и материально заинтересованным в фактическом, а не формальном снижении потерь. Для этого обучение должно носить системный характер для всех уровней - от руководителей подразделений, служб и отделов до рядовых исполнителей. Руководители должны уметь ставить и решать задачи управления процессом снижения потерь в сетях, а исполнители – уметь решать конкретные задачи. Эти знания и умения должны подкрепляться системой поощрения, что приведет к снижению потерь электроэнергии в сетях. Вместе с тем необходимо включать и выявление хищений электроэнергии с

обязательным поощрением персонала. В связи с этим должен быть постоянный контроль со стороны руководителей энергосистемы, Энергосбыта и РЭС. В конечном счете требуется наладить экономический механизм поощрений в области снижения потерь.

Заключение

Функционирование и перспективное развитие электроэнергетического комплекса Чеченской Республики требует создания стабильной многовекторной энергетики, которая может обеспечить высокий уровень надежного и бесперебойного электроснабжения потребителей. Встает задача эффективности использования производственных мощностей. Важно понимать, что все зависит от уровня доходов АО «Чеченэнерго», от грамотной системы управления, а также различных программ реконструкции и технического перевооружения электроэнергетического комплекса, которые реализуют дальнейшее развитие компании. Задачи снижения потерь электроэнергии должны вырабатываться и реализовываться с учетом существенных изменений в сетях. Необходимо понимать общую картину состояния оборудования, прежде чем вкладывать средства на модернизацию. Учитывая особый статус электроэнергетики в экономике и в социальном развитии Чеченской Республики, на первый план следует ставить вопросы обеспечения устойчивости и надежности электроснабжения потребителей республики. Для этого необходимо строить новые и перераспределять существующие мощности подстанций, строить резервные переточные линии электропередач. При правильном распределении финансовых ресурсов компания станет доходной и успешной. Необходимо также усиленно рассматривать возможные пути перевода действующего энергетического комплекса в другое состояние, основу которого будут составлять современные наукоемкие технологии.

Литература

1. Нашхоев Р.М. Прошлое и настоящее // История электроэнергетики Чеченской Республики, Грозный, 2006. 432 с.
2. Керимов И.А., Минцаев М.Ш., Дебиев М.В. Основные этапы реализации программы развития энергетики Чеченской Республики // Материалы 4 Всероссийской научно-технической конференции «Геоэнергетика – 2019» / Грозный: НПП «Геосфера», 2019. С. 38-56.
3. Дебиев М.В. Анализ эффективности развития региональной энергетической промышленности (на примере Чеченской Республики): дис. канд. техн. наук: 13.05.01. Волгоградский государственный технический университет. Волгоград, 2014. 212 с.
4. Воротницкий В.Э., Заслонов С.В., Калинкина М.А., и др. Методы и средства расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям. М., 2006. 164 с.
5. Cossent R, Olmos L., Gómez T., et al. Distribution network costs under different penetration levels of distributed generation. European Transactions on Electrical Power. 2011. V. 21. №6. pp. 1869-1888.
6. Приказ Минэнерго России от 30 сентября 2014 г. №674 «Об утверждении нормативов потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям территориальных сетевых организаций», Москва. Доступно по URL: <http://www.minenergo.gov.ru/node>. Ссылка активна на: 05.03.2020.
7. Железо Ю.С., Артемьев А.В., Савченко М.В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях // Руководство для практических расчетов. - М. Изд-во ЭНАС, 2004. 280 с.
8. Инструкция по снижению технологического расхода электроэнергии на передачу по электрическим сетям. «ЕЭС Россети». Доступно по : <https://meganorm.ru/Index2/1/4294816/4294816579.htm>. Ссылка активна на: 2 декабря 2019.
9. Методика расчета потерь электроэнергии возникающих не участке электросети от граница балансовой принадлежности объектов электроэнергетики до места установки расчетного прибора учета на основе Приказа Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. № 326 «Об организации в Министерстве энергетики РФ работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям». Доступно по: <http://base.garant.ru/195516>. Ссылка активна на: 2 декабря 2019.
10. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года. Указ Президента Российской Федерации от 13 мая 2018 года. СПС КонсультантПлюс. Доступно по URL: <http://www.consultant.ru>. Ссылка активна на: 21 января 2020.
11. Jenkins J. D. Economic regulation of Electricity Distribution Utilities under high penetration of Distributed Energy Resources: applying an incentive compatible menu of contracts, reference network model and uncertainty mechanism. Boston: MIT, 2014. Ссылка активна на 12 апреля 2020.
12. Luo, X., Wang, J., Dooner, M., Clarke, J. «Over view of current development in electrical energy

storage technologies and the application potential in power system operation». *Applied Energy*. 2015. V. 137. pp.511-536.

13. Схема и программа развития электроэнергетики Чеченской Республики на 2018-2022 годы. Разработчик: Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, Грозный, 2018. 96 с.

14. Керимов И.А., Гайсумов М.Я., Ахматханов Р.С. Программа развития энергетики Чеченской Республики на 2011-2030 гг. // Наука и образование в Чеченской Республике: состояние и перспективы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня основания КНИИ РАН (7 апреля 2011 г., Грозный). Грозный, 2011. С. 38-63.

15. Постановление Правительства РФ от 27.12.2004 N 861 (ред. от 30.04.2020) «Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям. Ссылка активна на: 4 июня 2020.

16. KajaPrimc, Renata Slabe-Erker. Social policy or energy policy? Time to reconsider energy poverty policies. *Energy for Sustainable Development*. 2020. V.55. pp. 32-36. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.01.001>.

17. Aldo J.Gil Perez, Teis Hansen. Technology characteristics and catching-up policies: Solar energy technologies in Mexico. *Energy for Sustainable Development*. 2020. V.56, pp. 51-66. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.03.003>.

18. Энергетическая стратегия на период до 2030 года. Доступно по:URL: <http://www.minenergo.gov.ru/activity/energostrategy>. Ссылка активна на: 16 март а 2013.

19. Pflugradt, N., Teuscher, J, Platzer, B., et al .Analysing Low-Voltage Grids using a Behaviour Based Load Profile Generator.: International Conference on Renewable Energies and Power Quality. Bilbao, 2013.

20. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Analytic Research Foundations for the Next-Generation Electric Grid. Washington DC: The National AcademiesPress, 2016. Accessed to: 29.Apr 2020.

Авторы публикации

Масаев Сулиман Хамидович – Заместитель генерального директора – руководитель электросетевого комплекса по Чеченской Республике ПАО «Россети Северный Кавказ», Грозный, Россия.

Макаев Умар Хамидович – тех. д-р. Ремонтно-строительной фирмы ООО «Мир» г. Грозный, Россия.

Дебиев Майрбек Вахаевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электротехника и электропривод» Грозненского государственного нефтяного технического университета им. акад. М.Д. Миллионщикова, Грозный, Россия.

References

1. Nashkhoev RM. *Past and Present. History of the Electric Power Industry of the Chechen Republic*, Grozny, 2006.432 p.

2. Kerimov IA, Mintsaeв MSh, Debieв MV. The main stages of the implementation of the energy development program of the Chechen Republic. *Materials of the IV All-Russian scientific and technical conference "Geoenergy - 2019"*. Ed. Doctor of Technical Sciences Mintsaeва M.Sh. Grozny: NPP Geosphere, 2019. pp. 38-56.

3. Debieв MV. *Analysis of the development efficiency of the regional energy industry (on the example of the Chechen Republic)*: dis. Cand. tech. Sciences: 13.05.01. Volgograd state. tech. un-t Volgograd, 2014. 221 p.

4. Vorotnitsky VE, Zaslonoв SV, Kalinkina MA., et al. *Methods and means of calculating, analyzing and reducing losses of electric energy during its transmission through electric networks*. M., 2006.164 p.

5. Cossent R., Olmos L., Gómez T., et al. Distribution network costs under different penetration levels of distributed generation. *European Transactions on Electrical Power*. 2011;21(6):1869-1888.

6. *Order of the Ministry of Energy of Russia dated September 30. 2014. N. 674. On approval of standards for the loss of electric energy when it is transferred through the electric grids of territorial grid*

organizations, Moscow. Available at: URL: <http://www.minenergo.gov.ru/node>. Accessed to: 05 March 2020.

7. Iron YuS, Artemyev AV, Savchenko MV. Calculation, analysis and rationing of electric power losses in electric networks. *Manual for practical calculations*. M. Publishing House of ENAS, 2004. 280 p.

8. *Instructions for reducing the technological energy consumption for transmission over electric networks*. EES Rosseti. Available at :<https://meganorm.ru/Index2/1/4294816/4294816579.htm>. Accessed to: 02 dec 2019.

9. The methodology for calculating the energy losses arising in the section of the power supply network from the boundary of the balance sheet of electric power facilities to the place of installation of the metering meter on the basis of Order of the Ministry of Energy of the Russian Federation of December 30. 2008 N. 326. *On the organization in the Ministry of Energy of the Russian Federation of work on the approval of standards for technological losses of electricity when it is transmitted over electric networks*. Available at: <http://base.garant.ru/195516>. Accessed to: 2 dec 2019.

10. *On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024*. Decree of the President of the Russian Federation of May 13, 2018. SPS Consultant Plus. Available at: URL: <http://www.consultant.ru/>. Accessed to: 21 Jan 2020.

11. Jenkins JD. Economic regulation of Electricity Distribution Utilities under high penetration of Distributed Energy Resources: *applying an incentive compatible menu of contracts, reference network model and uncertainty mechanism*. Boston: MIT, 2014.

12. Luo X, Wang J, Dooner M. et al. Over view of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation. *Applied Energy*. 2015;137:511-536.

13. *Scheme and program for the development of the electric power industry of the Chechen Republic for 2018-2022*. Developer: Grozny State Oil Technical University named after academician M.D. Millionschikova, Grozny, 2018. 96 p.

14. Kerimov IA, Gaysumov MYa, Akhmatkhanov RS. *Energy Development Program of the Chechen Republic for 2011-2030. Science and education in the Chechen Republic: state and development prospects*. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 10th anniversary of the foundation of the KNII RAS (April 7, 2011, Grozny). Grozny, 2011. pp. 38-63.

15. Decree of the Government of the Russian Federation of December 27, 2004. N. 861 (as amended on April 30, 2020). On the approval of the Rules of non-discriminatory access to electric energy transmission services and the provision of these services. *Rules of non-discriminatory access to operational dispatch management services in the electric power industry and the provision of these services, objects for the production of electric energy, as well as objects of electric grid facilities belonging to network organizations and other persons to electric network*. Accessed to: 04 Jun 2020.

16. Kaja Primc, Renata Slabe-Erker. Social policy or energy policy? Time to reconsider energy poverty policies. *Energy for Sustainable Development*. 2020;55:32-36. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.01.001>.

17. Aldo J.Gil Perez, Teis Hansen. Technology characteristics and catching-up policies: Solar energy technologies in Mexico. *Energy for Sustainable Development*. 2020;56:51-66. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.03.003>.

18. *Energy strategy for the period until 2030*. Available at: URL: <http://www.minenergo.gov.ru/activity/energostrategy>. Accessed to: 16 March 2013.

19. Pflugradt N, Teuscher J, Platzer B, et al. *Analysing Low-Voltage Grids using a Behaviour Based Load Profile Generator*. International Conference on Renewable Energies and Power Quality. Bilbao, 2013. Accessed to: 05 Apr 2020.

20. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Analytic Research Foundations for the Next-Generation Electric Grid*. Washington DC: The National Academies Press, 2016. Accessed to: 29 Apr 2020.

Authors of the publication

Suliman Kh. Masaev – PJSC Rosseti North Caucasus Grozny, Russia.

Umar Kh. Makaev – Repair and construction company LLC «Mir», Grozny, Russia.

Mairbek V. Debiev – GGNTU named after academician M.D. Millionschikova, Grozny, Russia.

Поступила в редакцию

07 мая 2020г.