

Автоматизированная система управления региональными электрическими сетями

М.В. Дебиев, З.М. Курбанов, Х.Л. Кагиров, М.Р. Исаев, А.М. Дебиева

*Грозненский государственный нефтяной технический университет
имени академика М. Д. Миллионщикова*

Аннотация: Данная статья посвящена вопросам внедрения автоматизированной системы управления региональными электрическими сетями на основе интеллектуальных технологий. Значимость рассматриваемого вопроса выражается в том, что наряду с развитием технологий и их активным применением повышаются электрические нагрузки в сетях, где происходят большие потери электроэнергии. Рассмотрены некоторые вопросы повышения эффективности производства и потребления энергоресурсов на региональном уровне. Описаны основные элементы системного подхода к анализу автоматизированной системы управления технологическим процессом региональной энергетической системой (АСУТП РЭС). Приведен пример проектирования и реализации пилотного проекта внедрения интеллектуальных технологий в электрических сетях Чеченской Республики, в частности в электрических сетях г. Аргун. Рассмотрены наиболее значимые сущности региональной электроэнергетики, определяющие процесс функционирования АСУТП РЭС, а также оказывающие или способные оказать влияние на структуру и процесс функционирования АСУТП РЭС, где степень влияния, ситуации и моменты влияния у всех приводимых сущностей абсолютно разные. Проведенная методика формирования сущностей представляет зависимость их в разной мере между собой.

Ключевые слова: учет электроэнергии, электрическая сеть, интеллектуальные технологии, автоматизированная система управления технологическим процессом, региональная энергетическая система, тариф на электроэнергию.

Проблема развития энергетического комплекса страны по всем возможным направлениям, по всем регионам и на всех уровнях является всегда актуальной, а сейчас и для любых стран, в том числе и для России, несмотря на ее огромный потенциал в этой сфере [1, 2]. Особую остроту и специфическую особенность приобрела эта государственная задача в нынешних условиях военного-политического противоборства России с рядом развитых стран Запада, когда объекты энергетического комплекса становятся объектами прямых военных атак, как на физическом уровне, так и на других уровнях, включая информационного противоборства. В этой связи ко всем объектам энергетического комплекса предъявляются повышенные

требования как к важным объектам критической инфраструктуры, в том числе и к автоматизированным системам в этой сфере, согласно Федеральному закону №187 [3]. В этой связи многовариантность и многонаправленность производства и использования энергии повышает общую надежность и устойчивость энергетического комплекса к различным негативным, в том числе дестабилизирующим воздействиям. Здесь под многовариантностью понимается развитие всех возможных направлений получения энергии, включая альтернативную и малую энергетику [4, 5]. Под многонаправленностью понимается создание, внедрение и развитие систем производства и потребления энергии на уровне всех юридических и физических субъектов, заинтересованных в использовании энергии, то есть создание энергопроизводящих мощностей как на уровне государства, так и на уровне отдельных регионов, компаний, промышленных зон, кластеров, отраслей, автономных объектов, предпринимателей, физических лиц [6, 7].

Все энергетические системы, начиная с некоторого минимального уровня мощности, должны полностью контролироваться со стороны местных органов власти либо быть подчинёнными им. Примерами подобных систем являются альтернативные источники энергии, в том числе находящиеся в собственности частных лиц и организаций. В настоящее время наступает новый этап в этой сфере. Он связан, в частности, с интенсивным развитием и относительной рентабельностью современных систем альтернативной энергетики, а также с провозглашенными со стороны Росатома реализованными проектами создания малых атомных станций, которые могут быть размещены и эксплуатируемы на уровне отдельных местных органов государственной структуры, крупных компаний и даже на уровне экономических объектов средней мощности [8, 9].

Важным направлением развития энергетического комплекса на всех уровнях, и в особенности на государственном и региональном уровнях, где

фигурирует массовый потребитель энергоресурсов, является внедрение систем автоматизации, опирающихся на активное использование информационных технологий, то есть внедрение и активное использование АСУТП региональной энергетической системой разного назначения, и, прежде всего, АСУТП, ответственных за управление технологическими процессами производства и транспортировки энергоресурсов, и АСУП, ответственных за организацию и управление энергетическим комплексом, включая распределение энергии по потребителям на рассматриваемом уровне [3, 10]. Поэтому разработка и внедрение АСУТП в энергетической сфере на всех уровнях, включая региональный, является важной актуальной задачей. В работе рассматривается задача разработки структуры АСУТП на основе методов системного подхода. Традиционно многие подобные системы разрабатываются на основе методов эмпирического и экспертного подходов, опирающихся на накопленный опыт разработки подобных систем и квалификацию специалистов в данной сфере. Однако, при таком подходе из сферы рассмотрения могут выпасть отдельные аспекты функционирования АСУТП, связанные с особенностями рассматриваемого объекта энергетического комплекса, с новыми явлениями в данной сфере, с недостаточным опытом экспертов, и это касается в частности, сферы обеспечения информационной безопасности. Системный подход позволит охватить все аспекты деятельности рассматриваемого объекта (в данном случае региональной энергетической системы - РЭС) и тем самым избежать указанных недостатков и недочетов в процессе формирования АСУТП.

Важнейшим фактором эффективности регулирования рыночной системой распределенной электрогенерации является анализ выработки и потребления объема электрической энергии в разные периоды времени. Например, физические лица могут использовать тариф «день-ночь», где стоимость электроэнергии днем от 7:00 до 23:00 ночи, и ночью от 23:00 до

7:00 утра отличается. Такой тариф проявляет интерес у потребителя экономить энергию днем и получать ее в ночные провалы. Вместе с тем можно разделить часовые пояса в три периода (наибольшие электрические нагрузки с 7:00 до 10:00 и с 17:00 до 21:00, затем средние электрические нагрузки с 10:00 до 17:00 и с 21:00 до 23:00, а затем наименьшие электрические нагрузки с 23:00 до 07:00). Но одним из основных эффектов применения интеллектуальных устройств является возможность автоматической настройки к дополнительно выгодным для потребителей и производителей электроэнергии тарифов [4].

При таком раскладе экономической выгоды, а вместе с тем и эффект энергосбережения достигнут одновременно потребители и производители электроэнергии. Более того, в целом энергосистема сможет сглаживать периоды перегруза и недогруза в электрической сети [6, 11].

Автоматизированные интеллектуальные технологии, внедряемые в систему управления электрическими сетями, в частности региональными, где и электрогенерация от возобновляемых источников энергии представляется платформой получения и анализа данных для последующей трансформации в интернет-сеть, следует синхронизировать с интернет-связью [2].

Благодаря сотовой сети, автоматизированные интеллектуальные устройства электрических сетей можно подключить к GPRS-модему с SIM-картой для опроса и получения данных электросчетчиков и другого электрооборудования, находящихся на больших расстояниях.

GPRS-модем является наиболее современным устройством, что подтверждает большую возможность связать автоматизированные интеллектуальные устройства со всеми звеньями электрической сети, а более того и энергосистемой. GPRS-модем подключенный к электрической сети, к которой привязаны все юридические и физические субъекты, заинтересованные в использовании энергии, мгновенно свяжется с

центральным микропроцессорным сервером, сохраняя при этом все необходимые параметры (рис.1).



Рис. 1. – Современная система энергетики на основе автоматизированных интеллектуальных устройств

Центральный микропроцессорный сервер принимает данные от современных автоматизированных интеллектуальных устройств в нужное время, где уже не требуется времени на подключение. Плюсы модемов - низкий трафик и высокая скорость опроса.

В рамках Программы снижения потерь электрической энергии в электрических сетях Чеченской Республики, в качестве пилотного проекта запланированного на период 2020-2024 гг., (рис. 2), в г. Аргун с 2020-2022 гг. проведены работы, где достигнут эффект по снижению потерь электроэнергии реконструкцией линий электропередачи (порядка 37% от общей протяженности), трансформаторных подстанций, а также установкой новых интеллектуальных приборов учета электроэнергии. За счет выполненных в небольшой промежуток времени данных работ, суммарные

потери электрической энергии в г. Аргун уменьшились с 32,69% до 15,79% (рис. 3), а в результате продолжения таких работ в течение четырех месяцев уменьшились до 13,38%.

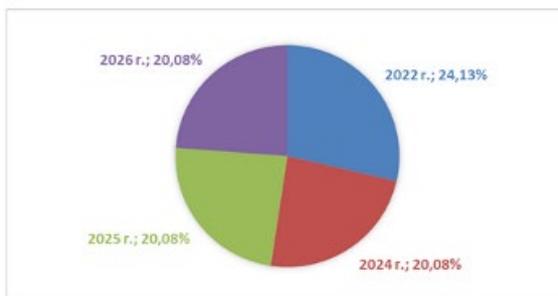


Рис. 2. – Прогнозные данные снижения потерь электроэнергии в электрических сетях Чеченской Республики

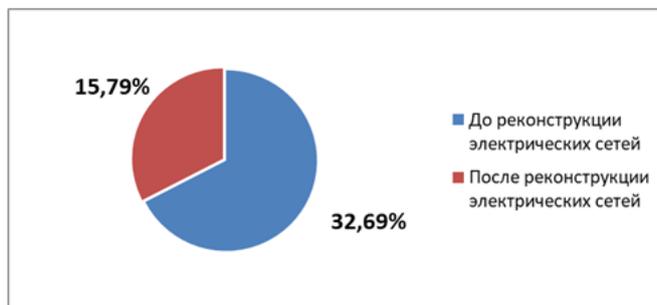


Рис. 3. – Динамика снижения потерь электроэнергии в г. Аргун за несколько месяцев

В результате проведения работ по соответствующей программе развития электросетевого комплекса, в Аргунских электрических сетях, как один из 16-ти районных электрических сетей Чеченской Республики, и в который, кроме г. Аргун входят еще и такие населенные пункты, как село

Чечен-Аул, село Комсомольское, село Новый-Центора-Юрт и поселок Примыкание, потери электрической энергии снизились до 23,0%.

В данном исследовании предлагается провести анализ поставленной цели на основе методов системного анализа. Основными результатами реализации данного подхода являются концепция формирования АСУТП РЭС, представляющая совокупность всех компонентов системы и их взаимосвязи, и общая технологическая схема функционирования АСУТП РЭС, описывающая все технологические процессы, на основе реализации которых обеспечивается функционирование АСУТП РЭС в рамках сформированной концепции ее построения. Рассмотрим вкратце задачу формирования концепции построения АСУТП РЭС.

Объект системного анализа представляет разработку общей концепции построения АСУТП РЭС, а цель формирования концепции ее построения направлена на создание наиболее благоприятных условий производства и потребления энергоресурсов с учётом основных направлений и особенностей развития местного экономического потенциала, региональной экономики и социальных требований [1].

Основными этапами построения АСУТП РЭС являются следующие.

1. Формирование множества сущностей (объектов, процессов, событий, явлений), которые оказывают или могут оказать влияние на процесс функционирования АСУТП РЭС.

2. Для каждой из сущностей формирования полного множества всех факторов, которые связаны с (точнее, могут оказать влияние или воздействие на объект, взаимодействуют с ним, активно контактируют с ним, определяют структуру или значение параметров) АСУТП РЭС. Здесь под фактором понимается взаимодействие любого типа сущности с АСУТП РЭС.

3. Для каждого из факторов формирование достаточно полного множества измеримых параметров (то есть оцениваемых численно или по

определённой шкале), совокупность которых позволяет достаточно точно описать и оценить влияние рассматриваемого фактора на АСУТП РЭС.

4. Построения формул, процедур и соотношений, позволяющих системно (то есть в совокупности, комплексно) оценить воздействие на АСУТП РЭС на уровне факторов, а затем и сущностей.

Описанная схема позволяет всесторонне охватить все факторы, способные оказать влияние (воздействие) на АСУТП РЭС, а также взаимосвязи между ними.

Ниже проводится реализация указанной схемы применительно к рассматриваемой задаче.

Отметим, что при создании энергогенерирующих мощностей регионального уровня вне ФЭС необходимо получить соответствующие разрешения на уровне проекта - проект должен пройти полную экспертизу.

ФЭС применительно к АСУТП РЭС, прежде всего, связано с общим контролем деятельности местного оператора РЭС, а также с возможностью получения, в том числе оперативных данных в случае необходимости, связанных с деятельностью РЭС. Вопрос вмешательства ФЭС непосредственно в деятельность РЭС может касаться только критических, чрезвычайных и специфических ситуаций, перечень которых должен быть заранее установлен и технологически регламентирован.

Энергогенерирующие мощности, не входящие в ФЭС и оказывающие услуги по электроснабжению (независимые энергенерирующие мощности – НЭМ).

Таковых крайне мало, поскольку федеральные органы в сфере энергетики крайне жёстко и негативно относятся к вопросу региональных и частных энергогенерирующих объектов значимой мощности как рыночных субъектов. Однако, непосредственное участие местных органов власти в создании энергогенерирующих мощностей может изменить эту ситуацию.

Создание энергогенерирующих мощностей под непосредственным руководством местных органов власти и под активным контролем со стороны системного оператора ФЭС вполне реально. В этом вопросе, прежде всего, важно обоснование, для чего целесообразно создание энергогенерирующих мощностей регионального уровня. Отметим, что в большинстве западных стран имеются частные энергогенерирующие компании.

Важно сформировать множество факторов, включающих все сущности, которые оказывают или способны оказать влияние на структуру и процесс функционирования АСУТП РЭС. Степень влияния, ситуации и моменты влияния у всех предполагаемых сущностей абсолютно разные. Кроме того, сами сущности между собой зависимы в разной мере. Поэтому, необходимо оценивать среднюю степень влияния каждой сущности на АСУТП РЭС и уровень взаимозависимости сущностей между собой.

Литература

1. Золотова И.Ю. Перекрестное субсидирование в электроэнергетике: эмпирический анализ, оценка эффективности собственной генерации // Эффективное Антикризисное Управление, 2017. № 3 (101). С. 70-77.
2. Дзюба А.П., Соловьева И.А. Управление спросом на электропотребление в России // Стратегические решения и риск-менеджмент, 2018, № 1. С. 72-79.
3. Амхаев Т.Ш., Дебиев М.В., Абдулхакимов У.И., Асхабов У.Р. Повышение качества электроэнергии внедрением интеллектуальных сетей / Вестник ГГНТУ, Технические науки 2022. Том XVIII. № 1 (27), 2022 г. – Грозный, С. 5-10.
4. Долматов И.А., Золотова И.Ю., Маскаев И.В. Новый тарифный режим для естественных монополий в России: каким он должен быть? // Эффективное Антикризисное Управление, 2017, № 3-4. С. 30-37.

5. Четошникова Л.М., Смоленцев Н.И., Четошников С.А., Гусаров Г.В. Автономные системы электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии и умной сетью. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2018. 20 (5-6). С. 3-12.
 6. Амхаев Т.Ш., Дебиев М.В., Масаев С.Х. Автоматизированная система учета электроэнергии в электрических сетях Чеченской Республики с использованием WEB-технологий // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2022. Т. 18. № 4 (30). С. 13-23.
 7. Хмара В.В., Хасцаев Б.Д., Кабышев А.М., Суворов Д.Н., Илюхин А.В. Особенности информационно-технического обеспечения автоматов мили единой разветвленной системы автоматизированного управления непрерывным технологическим процессом // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2022. Т. 18. № 2 (28). С. 41-52.
 8. Мошин А.А., Ключев Р.В. Использование альтернативных источников энергии в промышленности // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2021. Т. 6. № 3 (25). С. 81-87.
 9. Кожевников А.А., Гордиенко Е.П. Вычислительные системы комплексов микропроцессорной централизации // Вестник ГГНТУ. Технические науки. Учредители: Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, Грозный. Том 20. №2 (36), 2024. С.32-43.
 10. Suslov K.V., Solonina N.N., Stepanov V.S. A principle of power quality control in the intelligent distribution networks // International Symposium on Smart Electric Distribution Systems and Technologies EDST. 2015. pp. 131–137.
 11. Rajasekhar A.N.V.V., Babu M.N. Harmonics reduction and power quality improvement by using DPFC. 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT). 2016. pp. 1754–1758.
-



References

1. Zolotova I.Yu. E`ffektivnoe Antikrizisnoe Upravlenie, 2017. № 3 (101). pp. 70-77.
2. Dzyuba A.P., Solov`eva I.A. Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment, 2018, № 1. pp. 72-79.
3. Amxaev T.Sh., Debiev M.V., Abdulxakimov U.I., Asxabov U.R. Vestnik GGNTU, Texnicheskie nauki 2022. Tom XVIII. № 1 (27), 2022 g. – Grozny`j, pp. 5-10.
4. Dolmatov I.A., Zolotova I.Yu., Maskaev I.V. E`ffektivnoe Antikrizisnoe Upravlenie, 2017, № 3-4. pp. 30-37.
5. Chetoshnikova L.M., Smolencev N.I., Chetoshnikov S.A., Gusarov G.V. Izvestiya vy`sshix uchebny`x zavedenij. Problemy` e`nergetiki. 2018. 20 (5-6). pp. 3-12.
6. Amxaev T.Sh., Debiev M.V., Masaev S.X. Vestnik GGNTU. Texnicheskie nauki. 2022. T. 18. № 4 (30). pp. 13-23.
7. Xmara V.V., Xasczaev B.D., Kaby`shev A.M., Suvorov D.N., Ilyuxin A.V. Vestnik GGNTU. Texnicheskie nauki. 2022. T. 18. № 2 (28). pp. 41-52.
8. Moshin A.A., Klyuev R.V. Groznenskij estestvennonauchny`j byulleten`. 2021. T. 6. № 3 (25). pp. 81-87.
9. Kozhevnikov A.A., Gordienko E.P. Vestnik GGNTU. Texnicheskie nauki. Uchrediteli: Groznenskij gosudarstvenny`j neftyanoj texnicheskij universitet im. M.D. Millionshnikova, Grozny`j. Tom 20. №2 (36), 2024. pp. 32-43.
10. Suslov K.V., Solonina N.N., Stepanov V.S. A principle of power quality control in the intelligent distribution networks. International Symposium on Smart Electric Distribution Systems and Technologies EDST. 2015. pp. 131–137.
11. Rajasekhar A.N.V.V., Babu M.N. Harmonics reduction and power quality improvement by using DPFC. 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT). 2016. pp. 1754–1758.

Дата поступления: 5.04.25

Дата публикации: 25.05.25
