

УДК 621.311

**РЕЖИМЫ РАБОТЫ МИКРОСЕТЕЙ: ИЗОЛИРОВАННЫЙ
(ОСТРОВНОЙ) И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ С СЕТЬЮ**

Габдрахманова С.Е., студентка гр. ЦСА-1-24, II курс
Научный руководитель: Вассунова Ю.Ю., к.т.н., доцент
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань

Микросеть представляет собой локальную энергетическую систему, объединяющую распределенные генерирующие установки, накопители и электроприемники, функционирующую как единый управляемый объект. Ключевой особенностью является способность функционировать в двух основных состояниях: параллельно с внешней распределительной сетью и в изолированном (так называемом островном) режиме, что в совокупности позволяет обеспечить надежное и качественное электроснабжение как в штатных, так и в аварийных ситуациях.

Актуальность исследования данной тематики обусловлена современными проблемами функционирования распределительных сетей. Рост электрических нагрузок, усложнение структуры графиков потребления, значительная удаленность сельских сетей от центров питания и нерациональное размещение подстанций — все это в комплексе приводит к заметному ухудшению качества электроэнергии. Как показывают результаты измерений, более чем в 15 % случаев отклонения напряжения превышают допустимые значения, что, безусловно, негативно сказывается на работе различных типов электроприемников. В этих условиях микросети рассматриваются как перспективное и эффективное решение, позволяющее существенно повысить надежность и управляемость систем электроснабжения за счет возможности гибкого изменения состояния и поддержания баланса мощности средствами автоматического управления [1].

Изолированное состояние характеризуется размыканием точки общего присоединения (РСС) и, соответственно, функционированием участка сети полностью автономно от основной сети. При этом электроснабжение потребителей осуществляется исключительно за счет собственных распределенных установок, включая возобновляемые источники энергии и системы накопления. Переход в изолированное состояние может быть обусловлен как аварийными причинами (например, нарушениями в основной сети, провалами напряжения или короткими замыканиями), так и плановыми (удаленные районы, объекты критической инфраструктуры, проведение ремонтных воздействий). Основными задачами при таком функционировании выступают поддержание баланса между генерацией и потреблением, стабилизация частоты и напряжения посредством автоматических регуляторов и накопителей, а также

управление нагрузками путем приоритетного отключения менее важных потребителей в случае возникновения дефицита генерируемой мощности [2].

Параллельное состояние, в свою очередь, характеризуется замкнутым положением точки общего присоединения (РСС). Данный тип присоединения является наиболее распространенным на практике, поскольку он позволяет применять методы управления распределенными установками на основе статизма без необходимости создания развитой информационно-коммуникационной инфраструктуры. В параллельном состоянии обеспечивается возможность оптимального управления зарядом систем накопления энергии и рационального распределения загрузки генерирующих элементов с учетом их технико-экономических показателей. При параллельном функционировании все распределенные установки управляются как источники тока. Вместе с тем, следует отметить, что необходимость обмена информацией между локальными и центральным контроллерами несколько снижает общую надежность и масштабируемость микросети. Кроме того, гармонические составляющие токов, обусловленные наличием нелинейных нагрузок, требуют дополнительной компенсации, так как они негативно влияют на корректное распределение мощности между генерирующими элементами [3].

Переходы между состояниями осуществляются, как правило, при возникновении аварийных ситуаций в основной сети. В процессе отключения необходимо обеспечить плавное отделение микросети для недопущения провалов и бросков напряжения, которые способны нарушить устойчивую работу оборудования. Возврат к параллельному функционированию и последующая синхронизация с сетью представляют собой наиболее сложный технический аспект с точки зрения реализации. При подключении к основной сети требуется точное совпадение напряжения, частоты и фазы для обеспечения безударного включения и предотвращения нежелательных бросков тока. Процесс синхронизации реализуется автоматическими системами управления, которые осуществляют выравнивание указанных параметров непосредственно перед замыканием точки общего присоединения [2,3,4].

Сравнение рассматриваемых состояний выявляет различия по ряду ключевых параметров. При параллельном режиме обеспечивается управление установками на основе статизма, стабильность поддерживается внешней сетью, а также достигается оптимизация загрузки генерирующих элементов с учетом их технико-экономических показателей. В изолированном же режиме применяется децентрализованное управление, стабилизация параметров достигается за счет работы автоматических регуляторов и накопителей, а также обеспечивается сокращение эксплуатационных расходов благодаря минимальным затратам на топливо и снижению потерь при передаче энергии [2,3].

Таким образом, можно заключить, что двухрежимная работа микросетей имеет определяющее значение для повышения гибкости и надежности современных систем электроснабжения. Параллельное функционирование позволяет оптимизировать загрузку генерирующих элементов и осуществлять обмен мощностью с внешней сетью, тогда как изолированное обеспечивает

автономность потребителей в удаленных районах и бесперебойность электро-снабжения при возникновении аварийных ситуаций. Применение микросетей способствует решению актуальных проблем распределительных сетей, связанных с отклонениями напряжения и постоянным ростом нагрузок. Интеграция возобновляемых установок и накопителей в составе микросетей создает благоприятные условия для дальнейшего повышения устойчивости энергосистем и снижения эксплуатационных затрат.

Список литературы

1. Синиченко А. С., Бубликов К. Е. Микросети с распределенными источниками энергии как часть активно-адаптивных сетей, их принципы работы и классификация / А. С. Синиченко, К. Е. Бубликов // Инновационные тенденции развития российской науки : Материалы XVI Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 29–31 марта 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 233-237.
2. Исаев Д. З. Островной режим работы в распределительных сетях / Д. З. Исаев // Тенденции развития науки и образования. – 2025. – № 117-6. – С. 104-106. – DOI 10.18411/trnio-01-2025-296.
3. Илюшин П. В., Вольный В. С. Обзор структур микросетей низкого напряжения с распределенными источниками энергии / П. В. Илюшин, В. С. Вольный // Релейная защита и автоматизация. – 2023. – № 1(50). – С. 68-80.
4. Микросети: автономные и гибридные энергосистемы в 2026 году // [electrikman.ru](https://www.electrikman.ru) URL: <https://www.electrikman.ru/stati/blog/mikroseti-microgrids-avtonomnye-i-gibridnye-energосistemy-v-2026-godu/> (дата обращения: 18.03.2026).