

С.С. ШИПИЛОВ, аспирант (ЮУрГУ)  
Научный руководитель И.М. КИРПИЧНИКОВА, д.т.н., профессор  
(ЮУрГУ)  
г. Челябинск

## **АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

В современном мире остро растет спрос на электрическую энергию и генер. В статье изложены результаты исследований, представленных в предыдущих работах [1-4], и посвященных разработке виртуальной электростанции (Virtual Power Plants (VPP)) в составе локального информационного центра. Основной целью работы является рассмотрение концепции комбинированной системы электроснабжения, которая объединяет в себе как традиционные, так и альтернативные источники энергии. В данном случае виртуальная электростанция играет ключевую роль при работе сети в режиме реального времени, проводя анализ потребности в электроэнергии и генерируемой мощности. С помощью специального алгоритма управления система автоматически оптимизирует использование имеющихся источников энергии для обеспечения эффективной работы ВИЭ и минимизации потерь энергии.

Постоянное совершенствование метода планирования и управления энергоснабжением позволит создать интеллектуальную систему, способную адаптироваться к изменяющимся условиям и обеспечивать стабильность работы системы электроснабжения в будущем, что особенно важно для объектов первой категории электроснабжения.

В работе был рассмотрен объект здравоохранения – клиника Южно-Уральского государственного медицинского университета (ЮУГМУ), г. Челябинск, в которой ряд зданий, в частности, роддом, относятся к объектам первой категории электроснабжения.

За последние четыре года в общем по клинике было зафиксировано следующее число отказов централизованной электросети и ввода резерва: 2021 год 4 случая отказа, 2022 год – 2 случая, в 2023 год – 3 случая, и в 2024 году - также 3 случая. Эти данные были взяты для оценки рисков и разработки стратегии для обеспечения непрерывности энергоснабжения в будущем.

Для обеспечения эффективного и надежного потребления электроэнергии система с VPP в автоматическом режиме должна осуществлять коммутацию электрической сети в соответствии с разработанным алгорит-

мом управления, представленным на рисунке 1. Алгоритм предусматривает выполнение коммутации по одному из 15 сценариев, в зависимости от входных данных.

Электроснабжение объекта может осуществляться только от источников ВИЭ при генерации ими энергии, достаточной для обеспечения потребителей необходимой мощностью, а при генерации избыточной энергии, излишки могут быть переданы обратно в сеть и проданы энергосбытовой компании согласно закону ФЗ №35 «Об электроэнергетике» [5].

Помимо источников ВИЭ, электроснабжение также может осуществляться от внешних источников сети, а также от соседних мультиконтактных систем (МКС), работой которых будут управлять свои локальные информационные центры [3].

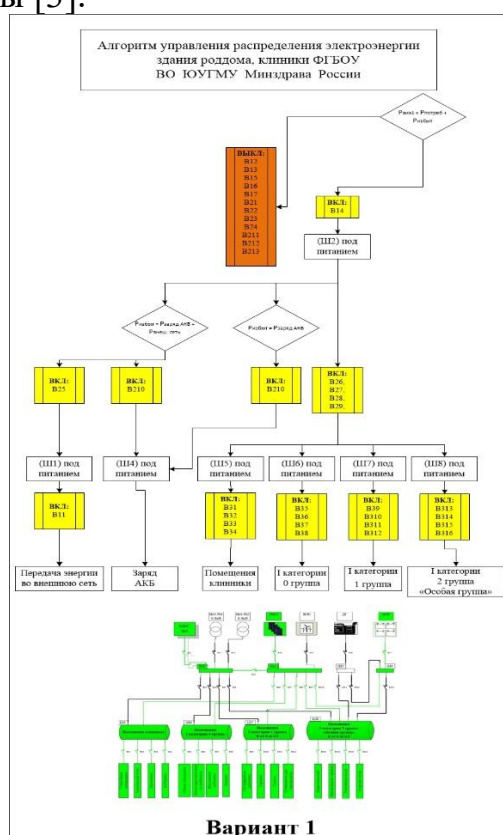


Рис. 1. Алгоритм локального центра управления здания №1 (роддома, клиники ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России)

В случаях безветрия и низкой солнечной интенсивности электроснабжение исследуемого объекта будет осуществляться от одного из внешних источников или соседних МКС, энергия генерируемая ВИЭ в таком случае может быть направлена на заряд АКБ или отключена от шин электроснабжения здания при её значениях, близких к нулю. АКБ в данной схеме служат для осуществления питания самых важных потребителей, отключение которых даже на короткое время создаст угрозу здоровью, а в некоторых случаях и жизни пациентам. Ёмкость и количество аккумуля-

торных батарей выбирается из расчета осуществления электроснабжения помещений «особой группы», на время, необходимое для включения дизельного генератора (ДГ), который является аварийным источником питания.

В случаях отключения внешних источников и недостаточной генерации источников ВИЭ, локальный центр управления здания №1, постепенно будет отключать потребителей с наименьшим приоритетом до момента необходимости включения ДГ, что позволяет сохранять эффективность работы роддома максимально продолжительное время. Это обусловлено тем, что роддом в среднем за сутки потребляет 520 кВт·ч, а ДГ может выдавать максимум 30 кВт·ч, что составляет лишь 6% от необходимого значения. Среднее время восстановления отказов на линиях ЛЭП составляет 4,38 часа, а с учётом времени на передачу информации и поиска места неисправности, это время может возрасти до 5,36 часа [6]. При совместной работе ВИЭ и ДГ в случае аварийного режима, локальный центр управления здания №1, будет стремиться покрыть потребление максимального количества потребителей. Общая схема подключения источников электроэнергии и потребителей представлена на рисунке 2.

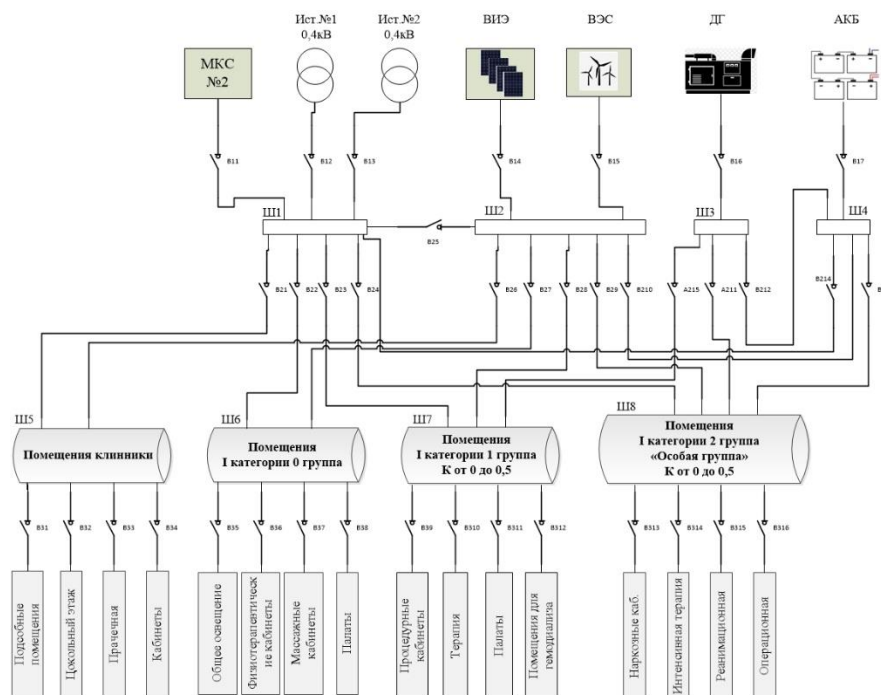


Рис. 2. Схема подключения источников электроэнергии и потребителей

Локальный информационный центр играет ключевую роль в управлении работой системы электроснабжения, координируя взаимодействие различных источников энергии и обеспечивая непрерывность поставки электричества. Постоянный мониторинг и анализ работы локальной сети позволяют оптимизировать процессы управления и обеспечивать эффективное функционирование системы.

Реализация оптимальной коммутации электрической сети в соответствии с разработанным алгоритмом управления и учетом разнообразных источников энергии является важным шагом к обеспечению надежного и устойчивого электроснабжения, способствующего сокращению использования традиционных источников энергии и снижению вредного воздействия на окружающую среду.

Список литературы:

1. Кирпичникова, И.М., Шипилов, С.С. О возможности применения возобновляемых источников энергии для объектов первой категории электроснабжения // Энергосбережение и водоподготовка. 2022, – № 3(137). – С. 63-67. – EDN DEISNF.

2. Кирпичникова, И.М., Шипилов, С.С. Использование виртуальной электростанции в схеме электроснабжения медицинского учреждения // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов (20-22 декабря 2022г.). В 2-х т. Т.2/ отв.ред. А.Н.Халин. – Тюмень: ТИУ, 2022. – С.185-188.

3. Кирпичникова, И.М., Шипилов, С.С. Создание общего информационного центра большой и малой генерации // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых, 2023. – Т. 11, № 1. – С. 25 - 28.

4. Кирпичникова, И.М., Шипилов, С.С., Якушев, А.М. Обеспечение надёжности электроснабжения медицинских организаций на основе интеллектуального управления сетью и применения ВИЭ // Энергетик, 2024. – № 3. – С. 15-19. – EDN CRMJRL.

5. Федеральный закон от 26.03.2003 N 35-ФЗ (последняя редакция от 11 июня 2021) "Об электроэнергетике" // Постановление от 02.03.2021. – №299. (дата обращения 08.11.2024).

6. Виноградов, А.В., Васильев, А.Н., Седых, И.А., Виноградова, А.В. Варианты применения мультиконтактных коммутационных систем типа мксм-4 в электрических сетях 0,4 кВ // Агротехника и энергообеспечение. 2020. – № 2 (27). – С. 5-14.

Информация об авторах:

Шипилов Сергей Сергеевич – аспирант гр. П-3004, ЮУрГУ, 454080, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, д. 76, shipil0819@yandex.ru

Кирпичникова Ирина Михайловна, д.т.н., профессор, ЮУрГУ, 454080, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, д. 76, kirpichnikovaim@susu.ru