

## ГИБРИДНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ГАРАНТИРОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

*Тягунов М.Г., Васьков А.Г., Абраменко Д.М.  
Национальный исследовательский университет «МЭИ»*

Развитие локальных энергетических систем, не включенных в систему централизованного электроснабжения, в значительной степени связано с использованием местных энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых. Однако установки на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) обладают одним существенным недостатком: в отсутствие аккумуляторов энергии большой емкости не имеют гарантий обеспечения потребителей электроэнергией на уровне, определенном ПУЭ.

На сегодняшний день в мире не существует единого системного подхода к обоснованию структуры и параметров гибридных энергокомплексов с учетом режимов работы генерирующих установок и потребителей регуляторов. Для эффективного применения технологий малой распределенной энергетики важным условием является учёт специфики локального спроса, максимальное использование местных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии, единство всего энергокомплекса – от генерации до потребителя.

Предлагаемый в работе подход основан на комплексном обосновании параметров генерирующей, накапливающей, передающей, распределяющей и потребляющей частей локальной энергосистемы, которую предлагается называть «гибридным энергетическим комплексом». При разработке интеллектуальных распределенных энергетических систем с использованием возобновляемых источников энергии существенного повышения энергетической эффективности их работы можно достичь путём комплексной оптимизации режимов работы генераторов, аккумулирующих устройств и потребителей-регуляторов в едином процессе оптимизации. В проектной практике разные организации решают этот вопрос путем экспертной оценки. В предлагаемой работе осуществляется реализация данного комплексного подхода к оптимизации интеллектуальных гибридных энергокомплексов.

Говоря о системных свойствах систем энергоснабжения, необходимо рассматривать основные элементы, которые формируют целевую и технологическую структуру распределенной энергосистемы, состоящей из множества локальных самобалансирующихся энергоузлов, объединенных линиями обмена резервной или балансирующей мощностью.

Энергосистемы включают в свой состав потребителей, формирующих спрос на электрическую, тепловую, механическую и др. виды потребляемой энергии, производителей (генераторов) требуемых видов энергии, средств доставки энергии потребителю, гибкую систему резервирования поставщиков энергии и эффективного управления всеми элементами системы.

Важными особенностями малых энергосистем являются:

- каждый энергоузел представляет собой локальную энергосистему (ЛоЭС) со своей генерирующей, транспортной и потребляющей инфраструктурой;
- единичная мощность источников и потребителей энергии соизмеримы с мощностью ЛоЭС;
- режим работы каждого элемента влияет на устойчивость и надёжность работы остальных элементов и всей ЛоЭС;
- энергетическая безопасность энергоузлов достигается за счет их самобалансирования и управляемости потребителей.

Гибридный энергетический комплекс (ГЭК) – техническая система, объединяющая в рамках единого технологического процесса генераторы электрической, тепловой и др. видов энергии различных типов, аккумуляторы энергии, средства коммутации и передачи энергии, а также активных потребителей.

Использование энергетических установок на основе ВИЭ в малых энергосистемах затруднено отсутствием у них возможностей обеспечения гарантированного энергоснабжения, что лежит в основе модели управления традиционными энергосистемами – от проектируемого источника энергии требуется выработка энергии в точном соответствии с графиком потребления энергии в заданном интервале времени. С системной точки зрения это приводит к неучёту электростанций на основе ВИЭ в балансе энергосистемы.

Преодоление этого затруднения обычно ищется в области создания аккумуляторов электроэнергии.

Уже достаточно давно в литературных источниках упоминается идея о том, что эффективность использования изолированных ВИЭ должна повышаться путём развития регулируемых нагрузок, которые могут использовать энергию в любое время, а получаемый в результате их работы продукт может храниться без устройства дорогих сооружений (водоподъём, помол зерна, дробление сухих кормов, отопление с применением тепловых аккумуляторов).

Анализ результатов численных экспериментов по моделированию энергоснабжения населённого пункта, показав эффективность предложенных подходов по оптимизации всего ГЭК в целом – и его генерирующей части, и потребителя. Использование баков-аккумуляторов, выполняющих роль аккумулятора, позволяет существенно увеличить долю ВИЭ в энергобалансе такого потребителя.

Показано, что эффективность использования ВИЭ может быть повышена путём развития потребителей-регуляторов (потребителей энергии и потребителей свободной мощности), которые могут использовать энергию в любое время, когда есть приход ресурса ВИЭ.

Эффективность использования ГЭК возрастает по мере того, как его потребляющая часть становится менее требовательной к бесперебойности электроснабжения, т.е. при снижении требований потребителя к бесперебойности электроснабжения появляется возможность более широкого использования ВИЭ, что приводит не только к снижению топливных затрат, но и установленной мощности резервирующей ДГУ. При этом увеличивается доля свободной мощности, вырабатываемой установками на основе ВИЭ, которая может быть использована для работы потребителя-регулятора, а оптимизация структуры потребителей ГЭК позволяет снизить затраты на дизельное топливо на 50 %.

Возможные технические решения потребителей-регуляторов:

- Системы тепло- и хладоснабжения, оборудованные баками-аккумуляторами тепла (холода);
- Системы водоснабжения с гидравлическими аккумуляторами (водонапорными башнями, водохранилищами водохозяйственного назначения).

На кафедре ГВИЭ НИУ «МЭИ» начаты работы по разработке типовых гибридных энергетических комплексов, предназначенных для гарантированного теплоснабжения потребителей и водоснабжения водопользователей и водопотребителей. Для успешной и эффективной работы гибридный энергетический комплекс должен быть оснащён интеллектуальной системой управления, представляя из себя интеллектуальную сеть Microgrid.

Целью проекта является: повышение энергетической эффективности интеллектуальных энергетических комплексов распределённых энергосистем на основе сов-

местного использования местных источников энергии, аккумулирующих устройств и управляемых потребителей энергии путём режимного обоснования их параметров.

Задачи проекта и возможные пути их решения:

- определение взаимозависимости режимных параметров генераторов энергетических комплексов, аккумуляторов и управляемых потребителей энергии в системах распределенной энергетики;
- разработка принципов и алгоритмов интеллектуального управления режимами работы гибридного энергетического комплекса;
- разработка методики обоснования структуры и параметров гибридных энергетических комплексов на основе совместного использования традиционных и возобновляемых источников энергии, аккумулирующих устройств, управляемых потребителей и средств интеллектуального управления ими для систем распределенной энергетики на различных стадиях их проектирования.

Предлагается поэлементное моделирование всех узлов комплекса, что позволит включать разработанные модели в состав программных средств диспетчерского управления, автоматизированного управления и автоматизированного проектирования этих установок и энергетических комплексов с их участием.

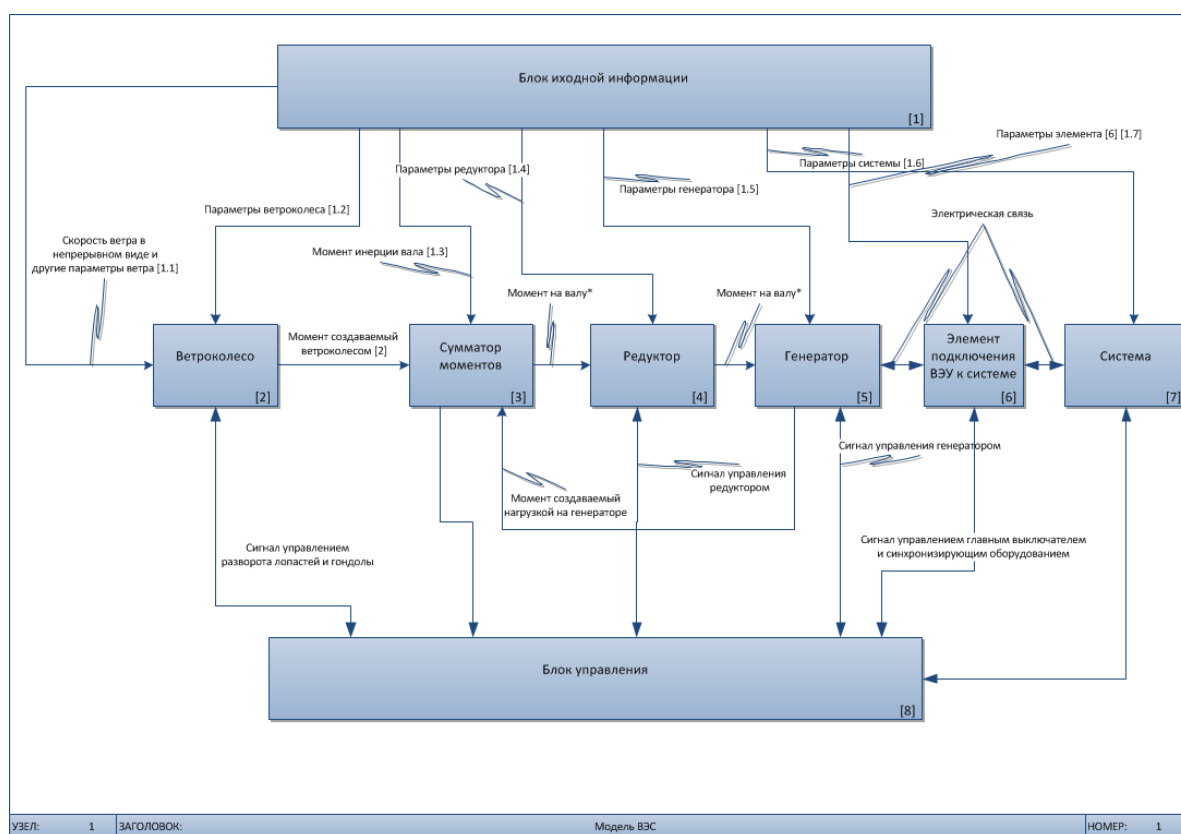


Рис. 1. Пример поэлементного моделирования ВЭУ

Для обеспечения адаптивности и надежности, в системе необходимо учитывать износ оборудования, прогноз климатически условий, запаса топлива и расходные материалы. На основе этих данных формируется наиболее эффективный плановый режим работы комплекса, который корректируется в реальном времени на основе изменения внешних данных.

Второй шаг построения данной системы, это разработка адаптивных или интеллектуальных алгоритмов. Задача этих алгоритмов в реальном времени оценить величину отклонения от планового режима и выдать решение по предотвращению неисправности или локализации неисправности. На основе которых будут формироваться

управляющие воздействия и рекомендовать воздействия для увеличения эффективности работы комплекса.

Функционирование такой системы позволит:

- Снизить эксплуатационные затраты до минимума;
- Снизить необходимый запас топлива для гарантированного источника питания и спрогнозирует его расход;
- Повысить общую надежность электроснабжения потребителя.