

В итоге мы получаем проект, который требует единовременных больших капитальных вложений с достаточно быстрым сроком окупаемости в 6,35 лет. Данный проект позволяет многим предприятиям обновить свои котельные установки на современные электрические, не нагружая дополнительно энергосистему, также снижая энергопотребление в пики энергосистемы благодаря гибкому потреблению электроэнергии котлов. Данный проект является экологически чистым, потому что мы используем энергию ветра и котельные установки без выброса вредных веществ.

Литература

1. Бердиков, Р. Н. Политика инновационного развития и модернизации ОАО «ФСК ЕЭС» / Р. Н. Бердиков. – Режим доступа: <http://www.fsk-ees.ru>. – Дата доступа: 30.03.2021.
2. Ганэ, В. А. Управление деятельностью инновационного предприятия на контрактных рынках высокотехнологичных проектов / В. А. Ганэ, И. А. Гончарук // Белорус. экон. журн. – 2010. – № 4. – С. 78–89.
3. Парр, Э. Программируемые контроллеры. Руководство для инженера : пер. с англ. / Э. Парр. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. М. Гецман, Н. А. Попкова

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Один из показателей энергетической безопасности страны – доля собственных энергоресурсов в ее топливном балансе. Для Республики Беларусь, в полной мере не обеспеченной собственными топливно-энергетическими ресурсами, важно отслеживать мировые энергетические тренды и анализировать их влияние на экономику страны для выработки рациональной энергетической политики.

Единая энергетическая модель нашей страны представляет собой централизованную систему с учетом особенностей каждой области, в частности, наличия запасов собственных энергоресурсов, в которой большая часть электроэнергии вырабатывается крупными станциями, а затем поставляется потребителям. Преимущество данной системы состоит в том, что благодаря ограниченному числу генераторов удается достаточно просто поддерживать необходимый баланс между производством и использованием электричества.

Специфика и основа энергетической модели – теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) – паротурбинные и парогазовые), конденсационные электростанции (КЭС) и котельные. Система энергообеспечения остается в основном углеводородной. Ее основу составляют КЭС и ТЭЦ, а также многочисленные блок-станции на базе когенерационных установок. Кроме того, в ее состав входят ГЭС с установленной мощностью около 250 МВт и введенные ветроэнергетические установки [1].

**Данные электрогенерирующих мощностей Республики Беларусь
по состоянию на 01.01.2021 г.**

Категория энергообъекта	Количество, шт.	Установленная электрическая мощность, МВт
Белорусская АЭС (РУП БелАЭС) (прием в эксплуатацию в I-м квартале 2021 г.)	1	1 194,00
<i>Итого АЭС</i>	1	1 194,00
Тепловые электростанции высокого давления	12	8 148,57
Малые тепловые электростанции	30	651,62
Гидроэлектростанции (ГРЭС)	24	88,11
Ветроэлектрическая станция (ВЭС)	1	9,00
<i>Итого энергоисточники на балансе ГПО «Белэнерго»</i>	67	8 897,31
<i>С учетом БелАЭС</i>	1	10 091,31
Блок-станции	338	1176,688
<i>Итого по энергосистеме на 01.01.2021 г.</i>	67 + 338	10 073,99
<i>С учетом БелАЭС</i>	1	11 267,99

Доля ТЭЦ (все основные и малые ТЭЦ) составляет 40,7 и 36,4 % относительно установленной мощности энергосистемы без учета и с учетом энергоблока № 1 Белорусской АЭС соответственно (табл. 1). Они имеют наибольшую эффективность в отопительный период в связи с высокими тепловыми нагрузками. При этом при проектировании установленная мощность генерирующего оборудования ТЭЦ выбирается исходя из условия полного обеспечения теплоснабжения населения и промышленных потребителей региона (зона теплоснабжения ТЭЦ) в период максимальных тепловых нагрузок. Отметим, что электропотребление Республики Беларусь на промышленные организации составляет около 60 %, население потребляет 20 % (городское/сельское население – 70/30 %), на непромышленных потребителей – 11 %, на сельскохозяйственные нужды – около 7 %, городской и железнодорожный транспорт – около 2 % [2].

Межотопительный период характеризуется высокой потребностью в эффективных конденсационных мощностях, т. е. ТЭЦ, работающие по конденсационному циклу, менее экономичны и имеют значительные ограничения мощности вне отопительного периода из-за недостаточной охлаждающей способности градирен, недостаточных тепловых нагрузок для обеспечения полной загрузки Р-турбин и т. п.). При этом доля КЭС (Березовская ГРЭС, Лукомльская ГРЭС, ТЭЦ-5) составляет 46,7 и 41,7 % относительно установленной мощности энергосистемы без учета и с учетом энергоблока № 1 Белорусской АЭС соответственно.

Проанализировав структуру генерирующих объектов в стране, высокая степень концентрации мощностей представлена выделением доминирования тепловой энергетики, а также относительно небольшой степенью развития объектов распределенной генерации (табл. 2). Однако доля потребительских блок-станций с разбивкой по виду топлива составляет 11,7 и 10,4 % относительно установленной мощности энергосистемы без учета и с учетом энергоблока № 1 Белорусской АЭС соответственно.

Таблица 2

Данные по установленной мощности блок-станций, работающих параллельно с Объединенной энергетической системой (ОЭС) Беларуси, по состоянию на 01.01.2021 г.

Виды топлива	Количество, шт.	Установленная мощность, МВт
Итого по блок-станциям	338	1176,688
Невозобновляемые источники:	166	785,119
– природный газ	155	684,601
– попутный нефтяной газ	5	42,26
– ВЭР	6	58,258
Возобновляемые источники (ВИЭ):	172	391,569
– солнце	70	160,31
– ветер	41	102,652
– вода	28	7,278
– биогаз	24	37,259
– древесное топливо	3	3,08
– иные (сточные воды)	1	0,5
– биомасса	5	80,04

Согласно приведенным данным табл. 2, видно, что доля ВИЭ (с учетом блок-станций) составляет 4,9 и 4,3 % относительно установленной мощности энергосистемы без учета и с учетом энергоблока № 1 Белорусской АЭС соответственно. Можно отметить, что среди ВИЭ наибольшую долю занимают вода (энергия движения водных потоков) и ветер.

Намечаемый ввод атомной электростанции мощностью около 2400 МВ окажет значительное влияние на формирование и изменение структуры генерирующих мощностей в баланс ОЭС Беларуси, предназначенных для покрытия переменной части суточных графиков электрической нагрузки. При существующем уровне потребления электрической энергии есть необходимость резервирования в любой момент времени энергоблока большой единичной мощности и сложности, связанные с балансированием энергосистемы в период минимальных нагрузок (ночное время).

После ввода в работу БелАЭС будет резко сокращаться выработка электроэнергии на КЭС, в том числе на современных парогазовых энергоблоках Лукомльской ГРЭС, Березовской ГРЭС и Минской ТЭЦ 5. Остальные энергоблоки КЭС будут переведены в холодный резерв с включением в работу в основном в периоды плановых остановок энергоблоков АЭС. Следовательно, в покрытии переменной части графика нагрузки должны участвовать как маневренные генерирующие мощности, относящиеся к пикорезервным источникам и представляющие собой ГЭС, газотурбинные энергоустановки, так и отдельные источники на парогазовых блоках.

Для эффективного использования существующих мощностей нужен рост потребления электрической энергии. Для обеспечения данного роста потребления электрической энергии необходимо широкое использование электроэнергии для нужд теплоснабжения, развитие электромобильного транспорта, создание энергоем-

ких промышленных производств. Рост электропотребления должен стимулироваться соответствующей тарифной политикой, направленной на выравнивание суточного графика нагрузки.

В Беларуси необходимо исследовать разработки в сфере ВИЭ, способствующие созданию новых экспортных рынков (рапс, древесные паллеты, биобутанол, оборудование и технологии), что позволит диверсифицировать отечественный энергоэкспорт и полнее включиться в международные цепочки разделения труда в сфере энергетики.

В ближайшей перспективе по результатам мирового опыта основную долю рынка займут гибридные проекты, в которых ВИЭ, в первую очередь, солнечные электростанции будут комплектоваться накопителями энергии. В дальнейшем системы хранения энергии станут реальной альтернативой генерирующим активам любого типа, а также расширению сетей.

Л и т е р а т у р а

1. Белэнерго. – Режим доступа: <https://www.energo.by/content/deyatelnost-obedineniya/osnovnyepokazateli/>. – Дата доступа: 26.03.2021.
2. Данильченко, А. Энергетический кризис, проблемы структурной перестройки и перспективы развития белорусской энергетики / А. Данильченко, Л. Падалко // Энергет. финансово-экон. ситуация в Беларуси. – 2009. – С. 19–37.

ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С УЧЕТОМ БелАЭС

Т. Д. Ковалева

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научные руководители: П. И. Климович, Е. М. Гецман

Данная работа направлена на исследование режимов работы энергосистемы Беларуси с учетом Белорусской атомной электростанции (БелАЭС).

На основе статистических данных по работе энергосистемы Республики Беларусь за последнее время были изучены режимы работы энергосистемы.

Развитие Белорусской энергосистемы направлено на повышение надежного и бесперебойного электроснабжения. Под энергосистемой понимаются генерирующие источники и сетевая инфраструктура энерго- и теплоснабжающих организаций, входящих в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», и электрогенерирующие источники других владельцев. В соответствии с Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.12.2015 г. № 1084 [1]: энергетическая безопасность – состояние защищенности граждан, общества, государства, экономики от угроз дефицита в обеспечении их потребностей в энергии экономически доступными энергетическими ресурсами приемлемого качества, от угроз нарушения бесперебойности энергоснабжения.

Для обеспечения энергетической безопасности в условиях таких особенностей энергетической сферы, как невозможность работы «на склад» ввиду отсутствия развитых, доступных и экономически целесообразных способов хранения больших объемов электроэнергии и соответственно постоянной необходимости поддержания баланса между генерацией и постоянно изменяющимся потреблением, а также для обеспечения возможности проведения ремонтных работ на оборудовании и объектах энергетической отрасли, обеспечения экономически эффективной работы отрасли