

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЛАСТНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

**В. В. Панасюк**

*Соискатель кафедры экономики организации Академии управления при Президенте Республики Беларусь, заместитель председателя Постоянной комиссии Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь по промышленности, топливно-энергетическому комплексу, транспорту и связи, г. Минск, Беларусь, e-mail: panasiukvasili@yandex.ru*

### Реферат

Энергетика является базовой отраслью и прямо влияет на деятельность всех секторов экономики. От слаженной работы всех структурных подразделений, входящих в энергосистему страны, зависит устойчивое социально-экономическое развитие и энергетическая безопасность как регионов, так и государства в целом. Особенность белорусской энергосистемы заключается в ее целостности, которая проявляется в общности целей и задач по надежному и бесперебойному снабжению качественной и экологически безопасной энергией потребителей. В статье проанализированы общие признаки организационно-правовой формы функционирования и основные цели деятельности областных энергосистем с учетом специфических особенностей электроэнергетической отрасли, отличающих ее от других отраслей экономики, а также определены важнейшие задачи на перспективу.

**Ключевые слова:** энергия, энергетическая безопасность, электроэнергетическая отрасль, функционирование, областные энергосистемы.

## CONCEPTUAL FOUNDATIONS AND FEATURES OF THE FUNCTIONING OF REGIONAL ENERGY SYSTEMS

**V. V. Panasiuk**

### Abstract

Energy is the basic industry and directly affects the activities of all sectors of the economy. Sustainable socio-economic development and energy security of both the regions and the state as a whole depend on the coordinated work of all structural units that are part of the country's energy system. The peculiarity of the Belarusian energy system lies in its integrity, which is manifested in the common goals and objectives for reliable and uninterrupted supply of high-quality and environmentally friendly energy to consumers. The article analyzes the general features of the organizational and legal form of functioning and the main goals of the regional energy systems, taking into account the specific features of the electric power industry, which distinguish it from other sectors of the economy, and also identifies the most important tasks for the future.

**Keywords:** energy, energy security, electric power industry, functioning, regional power systems.

### Введение

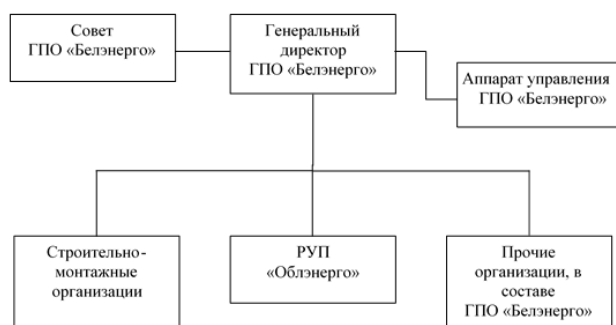
Энергетика относится к основным отраслям национальной экономики Республики Беларусь и ее развитие определяется рядом концепций, стратегий и государственных программ, обеспечивающих достижение основных показателей общественного производства и повышения уровня жизни граждан [1]. От надежного и эффективного функционирования, степени развития всех субъектов хозяйствования, входящих в энергетическую систему страны, зависит устойчивое социально-экономическое развитие и энергетическая безопасность как регионов, так и государства в целом.

Энергетическая система Беларуси представляет собой динамично развивающийся высокотехнологичный комплекс, включающий электрические станции, котельные установки, электрические и тепловые сети, которые связаны общим режимом их работы на территории всей страны.

### Основная часть

В настоящее время для управления электроэнергетической отраслью страны применяется трехуровневая схема: Министерство энергетики Республики Беларусь (далее Минэнерго РБ) – Государственное производственное объединение «Белэнерго» (далее ГПО «Белэнерго») – Республиканские унитарные предприятия (далее РУП «Облэнерго»). В общем виде компетенции распределены следующим образом: уровень государственного регулирования и проведения государственной политики относится к Минэнерго РБ, уровень технической политики развития объединенной энергосистемы и координация текущей операционной деятельности организаций, входящих в состав – ГПО «Белэнерго», уровень перспективного развития и управление текущей операционной деятельности областной энергосистемы – РУП «Облэнерго».

С учетом вышеизложенного, а также уставов ГПО «Белэнерго» [2], РУП «Облэнерго» [3], организационную структуру управления (далее – ОСУ) ГПО «Белэнерго» можно в общем виде представить следующим образом:



**Рисунок 1** – Организационная структура управления ГПО «Белэнерго»

Рассматривая представленную на рисунке 1 ОСУ ГПО «Белэнерго» и согласно уставным документам, Минэнерго РБ осуществляет общее руководство энергетическим комплексом Республики Беларусь [1], а функции управления хозяйственной деятельностью Белорусской энергосистемы выполняются ГПО «Белэнерго», которое непосредственно подчинено Министерству энергетики Республики Беларусь [2].

В состав ГПО «Белэнерго» входят: шесть областных предприятий электроэнергетики РУП «Облэнерго»; предприятие диспетчерского управления РУП «ОДУ»; строительно-монтажные, ремонтные, производственные, сервисные и образовательные организации; научно-исследовательские и проектно-исследовательские институты. А также в состав ГПО «Белэнерго» входит государственное предприятие «Белорусская АЭС» (далее БелАЭС) [2]. Анализируя ОСУ ГПО «Белэнерго», следует отметить четкое разделение функций проведения государственной политики и технической политики между Минэнерго РБ и ГПО «Белэнерго», но вместе

с тем, в части взаимодействия с РУП «Облэнерго» порой размыт функционал и многие функции могут дублироваться между отраслевым министерством, ГПО «Белэнерго» и областными энергосистемами.

Областные энергосистемы РУП «Облэнерго» созданы по территориальному принципу согласно административно-территориальному устройству страны и в едином технологическом процессе осуществляют комплексную деятельность, включая производство, передачу, распределение и сбыт электрической и тепловой энергии. Они являются вертикально интегрированными компаниями, включающими электростанции, электрические и тепловые сети.

К общим признакам организационно-правовой формы функционирования областных энергосистем можно отнести то, что они осуществляют свою деятельность в статусе юридических лиц; являются коммерческими организациями с самостоятельным финансовым балансом; владеют, пользуются и распоряжаются на праве хозяйственного ведения имуществом, которое находится в собственности Республики Беларусь. Имущество региональных энергосистем не входит в состав имущества ГПО «Белэнерго».

К обобщенным характеристикам РУП «Облэнерго» на микроуровне следует отнести то, что в своем составе они имеют обособленные структурные подразделения (филиалы), которые не являются юридическими лицами и наделены имуществом со стороны вышестоящей организации, но вместе с тем, во многих случаях представляют собой крупнейшие энергетические комплексы белорусской энергосистемы.

Согласно утвержденных Минэнерго РБ Уставов региональных энергосистем, на примере Минского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Минскэнерго» (далее РУП «Минскэнерго»), областные энергосистемы к основным целям своей деятельности относят надежное, качественное, безопасное, экономически эффективное функционирование и инновационное развитие производства, передачи, распределения и продажи электрической и тепловой энергии потребителям. А как коммерческие организации они стремятся получить максимальную прибыль от основных видов экономической деятельности [3].

Во исполнение основных целей своей деятельности РУП «Облэнерго» осуществляют следующие функции:

- производство, передача и распределение электрической и тепловой энергии;
- внедрение энергосберегающих и новых технологий;
- рациональное использование топливно-энергетических ресурсов и местных видов топлива;
- планирование и проведение технического обслуживания, материальное и техническое снабжение и топливообеспечение объектов электроэнергетики (электрических станций, котельных, электрических и тепловых сетей, энергетического и технологического оборудования) энергосистемы;
- обеспечение готовности объектов электроэнергетики к осенне-зимнему периоду;
- проведение анализа структуры потребления электрической и тепловой энергии, включая составление и анализ балансов электрической и тепловой энергии; разработку перспективных и годовых балансов энергии и их выполнение;
- содержание зданий, сооружений, оборудования при производстве, передаче, распределении и продаже электрической и тепловой энергии в соответствии с установленными требованиями;
- разработка и реализация комплекса мер по обеспечению здоровых и безопасных условий труда, соблюдение законодательства об охране труда, принятие необходимых мер по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников организаций, по пожарной безопасности и охране окружающей среды;
- развитие, внедрение современных интегрированных информационных систем и технологий (в том числе электронных услуг), автоматизации распределительных электрических сетей;
- покупка и продажа электрической и тепловой энергии, производимой на территории Республики Беларусь.

Также основными признаками деятельности РУП «Облэнерго» является то, что реализация основных целей и функционирование областных энергосистем осуществляется с учетом специфических особенностей электроэнергетической отрасли, характеризующих ее отличие от других отраслей экономики. К таковым можно отнести:

- ✓ невозможность работы «на склад готовой продукции» – запасов энергии, с учетом соблюдения постоянного баланса производства и потребления;
- ✓ прямая зависимость объемов производства от запросов потребителей и погодных условий, а не желания энергетиков;
- ✓ объективная необходимость планирования производства энергии с учетом утренних и вечерних часовых максимумов нагрузок и прогноза погодных условий, а не только в месячно-квартальном и годовом периоде, как это делается в других отраслях экономики;
- ✓ надежное, бесперебойное и безопасное снабжение энергией всех потребителей как обязательное условие стабильной работы всех отраслей экономики страны и повышения уровня жизни граждан.

Несмотря на довольно специфические особенности функционала своей деятельности, по итогам работы ГПО «Белэнерго» за 2020 год на заседании Совета объединения 19 февраля 2021 года генеральным директором ГПО «Белэнерго» Павлом Дроздом было отмечено, что «в ушедшем году выполнена наша основная задача – обеспечено надежное и бесперебойное электро- и теплоснабжение всех потребителей Белорусской энергосистемы. Самым важным событием стало включение 3 ноября первого энергоблока Белорусской АЭС в объединенную энергосистему» [4].

Ввод в коммерческую эксплуатацию двух энергоблоков БелАЭС суммарной установленной мощности 2400 МВт обеспечит около 40 % потребности страны в электрической энергии; снизит долю природного газа в производстве электроэнергии до 65 % против 98 % в 2019 году и объемы потребления природного газа до 4 миллиардов кубических метров с сокращением выбросов парниковых газов в атмосферу более, чем на 7 млн тонн в год; мобилизует областные энергосистемы оптимизировать действующие генерирующие мощности как по строительству пиково-резервных источников и электродкотлов для резервирования мощностей и выравнивания суточного графика нагрузок, а также масштабной реконструкции и строительству электросетевой инфраструктуры для значительного увеличения электропотребления.

Так, согласно статистическим данным энергетического баланса за 2020 год [5], по состоянию на 01.01.2021 г. общая характеристика областных энергосистем представлена в таблице 1.

В целях более полного концептуального представления о работе РУП «Облэнерго» необходимо рассмотреть их региональные особенности.

Одной из крупнейших областных энергосистем Беларуси по суммарной установленной мощности в 3400 МВт, а это более 38 % мощности всех электростанций, входящих в ГПО «Белэнерго», является РУП «Витебскэнерго». В данной энергосистеме передача и распределение электроэнергии осуществляется через линии электропередач (далее – ЛЭП) протяженностью 51 тыс. км, в структуру энергосистемы входит филиал самой крупной электростанции страны с установленной мощностью 2890 МВт – Лукомльская ГРЭС (таблица 1). В 2017 году в Витебской энергосистеме введены самые крупные гидроэлектростанции (далее – ГЭС) страны Полоцкая и Витебская ГЭС с установленной мощностью 21,66 и 40,0 МВт соответственно [6]. Согласно республиканским статистическим данным [5] и информации ГПО «Белэнерго» [2] выработка электроэнергии РУП «Витебскэнерго» по итогам 2020 года достигла более 12 млрд кВт\*ч (таблица 2), что составляет более 35 % от выработки электроэнергии всеми электростанциями, входящими в состав ГПО «Белэнерго».

Таблица 1 – Общая характеристика областных энергосистем в 2020 г.

		Белэнерго	Брест-энерго	Витебск-энерго	Гомельэнерго	Гродноэнерго	Минскэнерго	Могилевэнерго
Установленная мощность	МВт	8897	1159	3400	973	393	2405	567
Мощность наиболее крупной электростанции	МВт	2890	1095	2890	544	312	1035	297
Установленная мощность возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ)	МВт	97,1	0,3	64,5	0	28,1	2,9	4
Протяженность линий электропередачи	тыс. км	281	40	51	43	38	69	39
Воздушные ЛЭП напряжением 35–750 кВ	тыс. км	37	5	5	7	5	9	6
Воздушные ЛЭП напряжением 0,4–10 кВ	тыс. км	202	35	41	37	28	44	17
Протяженность тепловых сетей в однотрубном исчислении	тыс. км	8	1	1	1	1	3	1
Количество трансформаторных подстанций 35–750 кВ	ед.	1358	189	216	251	166	312	224

Таблица 2 – Основные технико-экономические показатели областных энергосистем за 2020 г.

		Белэнерго	Брест-энерго	Витебск-энерго	Гомельэнерго	Гродноэнерго	Минскэнерго	Могилевэнерго
Выработка электроэнергии – всего	млн.кВт*ч	34036,6	5561,5	12163,8	2691,1	1863,5	9706,6	1710,6
	в т. ч. АЭС	338,4						
	в т. ч. ТЭС	33302,9	5560,8	11871,9	2691,1	1774,9	9706,4	1697,9
	в т. ч. ВИЭ	394,1	0,7	291,9	0	88,6	0,2	12,7
Конечное потребление первичной электроэнергии (из ТЭБ 2020)	млн.кВт*ч		2805	3963	7765	3926	11423	3326
Отпуск теплоты – всего	тыс.Гкал	32000,6	2493	4996	5603	2863	12186	3859
	в т. ч. ТЭС	28177,3	1751	4646	5345	2739	9907	3789
	в т. ч. РК	3823,3	742	350	258	124	2278	70
Конечное потребление первичной теплоты (из ТЭБ 2020)	тыс.Гкал		5147	7606	10500	6624	18696	5650
Расход условного топлива – всего	тыс.т у.т.	12772,3	1805,2	4020,8	1774,9	753,2	3877,6	940,4
Расход условного топлива на отпуск ЭЭ	тыс.т у.т.	7443	1397,6	3191,4	446,3	274,3	1856,8	276,7
Удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии	г/кВт*ч	238,5	262,4	280,5	188,1	167,7	206,2	185,3
Расход условного топлива на отпуск ТЭ	тыс.т у.т.	5329,2	407,6	829,4	928,6	478,9	2020,8	663,7
Удельный расход условного топлива на отпуск теплоты	кг/Гкал	166,9	164,13	166,19	166,02	167,86	166,29	172,15

Вместе с тем по технико-экономическим показателям (далее – ТЭП) следует отметить по Витебской энергосистеме довольно высокие удельные расходы топлива на отпуск электроэнергии на уровне 280,5 г/кВт\*ч (таблица 2), что обусловлено большой долей собственной выработки электроэнергии на конденсационных энергоблоках и наличием в областной энергосистеме физически и морально устаревшего электрогенерирующего оборудования, установленного на крупных электростанциях. Для положительного влияния по оптимизации затрат на выработку электроэнергии в период до 2025 г. предусмотрен вывод из эксплуатации старых конденсационных энергоблоков на Лукомльской ГРЭС суммарной мощностью 600 Мвт и турбоагрегатов на Новополоцкой ТЭЦ суммарной мощностью 110 Мвт [7]. С учетом ввода БелАЭС в Витебской энергосистеме планируется ввод пиково-резервных энергоисточников на Лукомльской ГРЭС и Новополоцкой ТЭЦ установленной мощностью 150 и 100 Мвт соответственно, а также обновление электросетевого хозяйства по реконструкции ВЛ-330кВ «Лукомльская ГРЭС – Мирадино» и подстанций ПС-330кВ «Орша» и «Полоцк» [7].

В состав РУП «Брестэнерго» входят 7 электростанций с суммарной установленной мощностью 1159 МВт, в том числе вторая в стране по величине установленной мощности в 1095 МВт – Березовская ГРЭС, а также 3 крупных котельных с котлоагрегатами суммарной тепловой мощностью 2493 Гкал/час. На балансе предприятия более 40 тыс. км ЛЭП различного уровня напряжений (таблица 1), в том числе единственная региональная энергосистема в стране с наличием ЛЭП и подстанций с классом напряжения в 220 кВ [8]. Для встраивания БелАЭС в энергосистему страны в регионе устанавливается четыре

электрокотла, три из них уже введены в эксплуатацию, это: «Восточная районная котельная № 2 филиала Брестские тепловые сети», «Южная районная котельная» и «Западная мини-ТЭЦ» в г. Пинске; четвертый будет смонтирован на Березовской ГРЭС – и в итоге суммарная номинальная мощность установленных электрокотлов составит 140 МВт [9]. По ТЭП данной энергосистемы следует отметить относительно высокие удельные расходы топлива на выработку электроэнергии – 262,4 г/кВт\*ч и самые низкие удельные расходы топлива на отпуск тепла – 164,13 кг/Гкал (таблица 2). Высокий расход топлива на выработку электроэнергии объясняется работой старых конденсационных энергоблоков на Березовской ГРЭС, которые планируется вывести из эксплуатации к 2025 году суммарной мощностью 430 МВт [7]. Самые низкие удельные расходы топлива по теплу обусловлены преимущественным отпуском тепла от котельных при отсутствии расходов на сетевые насосы теплофикационных комплексов. По развитию электросетевой инфраструктуры в Брестской областной энергосистеме к крупным проектам следует отнести строительство ВЛ-330 кВ «Березовская ГРЭС – Пинск – Микашевичи» протяженностью 177 км и масштабные мероприятия по модернизации сети 220 кВ с выводом из эксплуатации объектов данного класса напряжения [7].

Гомельская областная энергосистема включает в себя 6 электростанций суммарной установленной мощностью 973 МВт, в том числе самую крупную теплоэлектроцентраль (далее – ТЭЦ) в юго-восточном регионе страны – Гомельскую ТЭЦ-2 с установленной мощностью 544 МВт и отпуском более трети тепловой энергии в области (таблица 1). Новое оборудование, установленное на многих

энергоисточниках, и не привлечение мощностей данной энергосистемы в регулировании нагрузок позволяет получать относительно низкие удельные расходы топлива на производство электроэнергии и отпуск тепла на уровне 188,1 г/кВт\*ч и 166,02 кг/Гкал соответственно (таблица 2). Протяженность ЛЭП всех классов напряжения составляет более 43 тыс. км (таблица 1), а количество трансформаторных подстанций насчитывает более 11 тыс. штук [10]. По развитию электросетевого хозяйства в данной энергосистеме масштабными являются сооружение ЛЭП-330 кВ «Мозырь –Микашевичи» и реконструкция ОРУ-330 кВ подстанции «Мозырь» с переводом ОРУ-330 кВ на «полупотную» схему с установкой выключателей 330 кВ, установкой автотрансформатора АТ- 3330/110 кВ мощностью 200 МВ\*А, реконструкцией ОРУ-110 кВ с заменой выключателей на элегазовые [7]. Заслуживает внимания опыт големских энергетиков по лидерству среди предприятий отрасли ежегодно первыми в стране завершать подготовку к отопительному сезону, выполняя поручения облисполкома, по оформлению паспортов готовности прохождения отопительного сезона – к 1 сентября, а по объектам социальной сферы и жилищного фонда срок сокращен до 15 августа [11].

Республиканским унитарным предприятием «Могилевэнерго» эксплуатируется: 6 ТЭЦ, 3 районных котельных, обеспечивающих теплоснабжение в г. Могилеве, г. Бобруйске, г. Осиповичах и г. Костюковичи, а также три ГЭС [12]. Суммарная установленная электрическая мощность энергоисточников составляет 567 МВт; тепловая мощность – 3815 Гкал/ч. На балансе предприятия более 39 тыс. км электрических сетей различных классов напряжения (таблица 1). По балансу электрической энергии данная энергосистема дефицитна (таблица 2). РУП «Могилевэнерго» по сложившейся структуре генерации обеспечивает своих потребителей электроэнергией не только выработанной на собственных электростанциях, но и значительной части электроэнергией, поступающей из Витебской и Минской энергосистем, в том числе и БелАЭС [13]. Для оптимизации затрат на производство тепловой и электрической энергии в филиале «Могилевская ТЭЦ-2» запланирована установка турбоагрегата P-18/24-2,1/0,25 мощностью 20,2 МВт взамен отработавшей свой ресурс турбины Т-50/60 -130 ст.№3 [7]. По развитию и реконструкции электрической сети продолжается реконструкция подстанции ПС 330 кВ «Могилев» с применением выключателей-разъединителей (ДЦВ) 330 кВ и заменой двух трансформаторов АТ 330/110/10 кВ мощностью по 200 МВ\*А с внедрением современных цифровых решений [7]. В 2021 году введен в эксплуатацию объект «Реконструкция ПС Могилев-330», и это первая в стране полностью цифровая трансформаторная подстанция класса напряжения 330 кВ [2].

Производственная характеристика РУП «Гродноэнерго» включает в себя более 38 тыс. км ЛЭП различного уровня напряжения и генерирующие мощности в размере 393 МВт, в том числе крупную тепловую станцию – Гродненскую ТЭЦ-2 установленной мощностью 312 МВт (таблица 1). В состав генерации также входят 8 ГЭС суммарной мощностью 19 МВт и ветроэнергетические установки (далее – ВЭУ), объединенные в «Новогрудскую ВЭС» общей мощностью 9 МВт [14]. Удельные расходы топлива на выработку электроэнергии на данном предприятии составляют 167,7 г/кВт\*ч (таблица 2), это самые низкие в энергосистеме и обусловлены: отсутствием крупных конденсационных мощностей; работой без привлечения к регулированию нагрузок – максимально по тепловому графику оборудования ТЭЦ; постоянно проводимыми реконструктивными работами на существующих энергоисточниках с применением современных технологий. Так, в 2013 году на Гродненской ТЭЦ-2 введена газотурбинная установка мощностью 121,7 МВт. На этой же электростанции выполнена масштабная реконструкция турбоагрегата ПТ-60-130/13 с заменой вспомогательного оборудования и генератора, внедрением автоматизированной системы управления, позволившие улучшить экономичность эксплуатации турбины с увеличением мощности с 60 до 70 МВт. Благодаря реализации данного мероприятия выросла годовая выработка электроэнергии на ТЭЦ примерно на 32 млн. кВт\*ч и снижен расход топлива [15]. Гродненскую энергосистему можно по праву назвать первопроходцем в стране по использованию ВИЭ. Впервые в Беларуси в 2011 году была введена ветроэнергетическая установка (далее – ВЭУ) мощностью 1,5 МВт в Новогрудском районе и с учетом успешной эксплуатации уже в 2016 году на площадке первой ВЭУ завершено строительство еще 5 установок аналогичной мощности с объединением их в единый энергокомплекс «Новогрудской ВЭС», которая позволяет ежегодно вырабатывать около

22 млн кВт\*ч электроэнергии. Также в 2012 году на реке Неман была введена в эксплуатацию Гродненская ГЭС установленной мощностью 17 МВт, являясь на момент ввода самой крупной ГЭС в Беларуси и полученный здесь опыт строительства и эксплуатации был широко использован при реализации аналогичных проектов Полоцкой и Витебской ГЭС в РУП «Витебскэнерго» на реке Западная Двина. Огромный объем работы с решением множества сложнейших задач было выполнено руководителями и специалистами РУП «Гродноэнерго» для надежного функционирования БелАЭС и энергосистемы в целом, успешно реализовав инвестиционный проект «Строительство АЭС в Республике Беларусь. Выдача мощности и связь с энергосистемой», заказчиком которого было определено данное предприятие. В результате был введен в эксплуатацию узел – подстанция «Поставы-330 кВ», которая по двум воздушным ЛЭП-330 кВ непосредственно связывает БелАЭС с белорусской энергосистемой и является опорной подстанцией для передачи электроэнергии в Гродненскую, Витебскую и Минскую энергосистемы по 5-и воздушным ЛЭП-330 кВ [16].

РУП «Минскэнерго» – крупнейшее и особо значимое предприятие среди областных энергосистем страны обеспечивает надежное и бесперебойное энергоснабжение Минской области и более чем двухмиллионный мегаполис, столицу Республики Беларусь – город Минск, с охватом обслуживания 38 % населения страны и более 100 тысяч юридических лиц. Установленная мощность электростанций предприятия составляет 2405 МВт и сопоставима с суммарной мощностью двух энергоблоков первой в стране БелАЭС (таблица 1). В столичной энергосистеме вырабатывается более четверти производимой в Республике Беларусь электроэнергии и до 40 % производимой в ГПО «Белэнерго» тепловой энергии (таблица 2). В состав предприятия входят шесть теплоэлектроцентралей (далее – ТЭЦ), это Минские: ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, ТЭЦ-5; Жодинская ТЭЦ, Борисовская ТЭЦ, среди которых самой крупной является Минская ТЭЦ-4 с установленной мощностью 1035 МВт (таблица 1). Также на балансе предприятия находятся крупные районные котельные в городах: Минск, Молодечно, Борисов; мини-ТЭЦ: в Вилейке, Молодечно, Солигорске, Слуцке. В данной областной энергосистеме электросетевая инфраструктура представляет собой протяженность ЛЭП всех классов напряжения около 70 тыс. км (включая более 16 тыс. км кабельных линий электропередачи), количество трансформаторных подстанций 35–750 кВ составляет 312 единиц (таблица 1), что в 1,5 раза больше, чем в крупной энергосистеме РУП «Витебскэнерго». В Минской энергосистеме расположены важнейшие энергетические узлы с крупнейшими подстанциями класса напряжения 330–750 кВ для надежного электроснабжения не только ответственных потребителей республиканского значения, таких как ОАО «Беларуськалий», но и для осуществления связи с областными энергосистемами страны и обеспечения межгосударственных перетоков [3]. Не менее грандиозна по величине и протяженности тепловых сетей, которая составляет более 3 тыс. км в однотрубном исчислении (таблица 1). Выполняя высокие требования к качеству и надежности энергоснабжения потребителей столицы, только филиалом «Минские кабельные сети» обеспечивается работа 36 подстанций 35–110 кВ, воздушных ЛЭП 0,4–10 кВ длиной 465 км, кабельных ЛЭП 0,4–110 кВ протяженностью 8223 км, с зоной обслуживания по состоянию на 01.01.2020 г. 929961 абонентов [17]. Масштабную работу по обеспечению теплоснабжением потребителей столицы (около 14 тыс. абонентов) с присоединенной суммарной тепловой нагрузкой 9956 Гкал/ч осуществляет филиал «Минские тепловые сети», вырабатывая собственное тепло, а также транспортируя его от Минских ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4. Минские тепловые сети и Минская ТЭЦ-4 эксплуатируют уникальный комплекс теплоснабжения юго-западной части Минска по совместной работе ТЭЦ с пиковыми котельными Минских тепловых сетей. Следует отметить, что по величине и степени сложности схемы теплоснабжения столицы, обслуживаемой Минскими тепловыми сетями, она занимает второе (после Москвы) место среди стран СНГ и Балтии [18]. Несмотря на сложнейшую организационно-технологическую структуру Минская областная энергосистема достигает хороших ТЭП, где по итогам 2020 г. удельный расход условного топлива на производство электроэнергии составил 206,2 г/кВт\*ч, а удельный расход условного топлива на производство тепловой энергии – 166,29 кг/Гкал (таблица 2), и это при условии постоянном привлечении крупных столичных ТЭЦ к регулированию

нагрузок и наличии дополнительных затрат на теплофикационных насосных. Для дальнейшего повышения экономичности работы в энергосистеме планируется вывод физического и морально устаревшего оборудования с установкой современных образцов на Минских ТЭЦ-3,4 и Жодинской ТЭЦ. В данной энергосистеме проводится масштабная работа по интеграции БелАЭС. Так, на ТЭЦ, входящих в состав РУП «Минскэнерго», для сглаживания ночных нагрузок введено электрокотлов суммарной мощностью в 360 МВт, а это 40% мощности электрокотлов, установленных на предприятиях ГПО «Белэнерго» [2]. Планируются большие объемы капиталовложений на реконструкцию Минской ТЭЦ-5, где в данном филиале предусматривается:

- установка пиково-резервных энергоисточников (далее – ПРЭИ) суммарной мощностью 300 МВт (ГТУ в количестве 6 шт. единичной мощностью по 54,2 МВт каждый) с подключением двух блоков ПРЭИ на напряжение 330 кВ и четырех блоков ПРЭИ на напряжение 110 кВ;
- установка автотрансформатора напряжением 330/110 кВ АТ мощностью 200 МВ·А с установкой выключателя 330 кВ и 110 кВ;
- реконструкция ОРУ 330 кВ с установкой трех элегазовых выключателей 330 кВ и подключением двух блоков ПРЭИ суммарной мощностью 100 МВт;
- реконструкция ОРУ 110 кВ с установкой четырех выключателей 110 кВ и подключением четырех блоков ПРЭИ суммарной мощностью 200 МВт [7].

В планах областной энергосистемы предусмотрено выполнение объемных мероприятий по реконструкции подстанций класса напряжения 330-750 кВ: ПС 750/330 кВ «Белорусская», ПС 330 кВ «Калийная», ПС 330 кВ «Минск Восточная», ПС 330 кВ «Молодечно», ПС 330 кВ «Слуцк (Слуцкая)» [7].

Основные направления развития в областных энергосистемах электрогенерирующих мощностей, электрических сетей и систем теплоснабжения на период до 2030 года конкретно определены в Концепции развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года, утвержденной Постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 25 февраля 2020 года № 7 [19]. Реализация данного отраслевого программного документа повлияет на величины некоторых индикаторов энергетической безопасности, предусмотренных положениями Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь [20], с актуализацией методик расчета, так как в связи с интеграцией БелАЭС в энергосистему изменится структура электровыработки и потребления газа, будут введены пиково-резервные мощности и электрокотлы, а также кардинально видоизменена электросетевая инфраструктура.

Необходимо отметить, что, проводя анализ региональных особенностей РУП «Облэнерго», следует обратить внимание на развитие в каждом регионе передающей электросетевой инфраструктуры по причине того, что одним из главных источников генерации электроэнергии в стране будет являться БелАЭС с приростом межсистемных потоков между областными энергосистемами, и как следствие – ростом нагрузочных потерь при транспортировке электроэнергии по линиям в зависимости от удаленности потребителей. Также плановый рост отгрузки электрической энергии в сеть с учетом работы электрокотлов приведет к прогнозируемому увеличению технологического расхода электрической энергии на транспорт в электрических сетях по отношению к достигнутому в 2020 году – 8,16 %. Однако планируемые в РУП «Облэнерго» объемы реконструкции и модернизации электрических сетей и подстанций позволят снизить его значение до 8,01 % в 2025 г. [2].

Также обращает на себя внимание потребность в значительных капитальных затратах на реконструкцию и строительство сетей электроснабжения для нужд отопления и горячего водоснабжения с учетом обеспечения требуемой категоричности данных электроприемников. Решения по объемам электросетевого строительства должны приниматься на основании технико-экономического обоснования в первую очередь для новой жилой застройки. Целесообразно закладывать дополнительное электросетевое строительство при возведении новых районов многоэтажной и усадебной застройки при отсутствии сетей газо- и теплоснабжения.

#### Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что энергетика, являясь базовой отраслью, прямо влияет на деятельность всех секторов экономики и комфорт наших граждан. И от слаженной работы

всех структурных подразделений, входящих в энергосистему страны, зависит устойчивое социально-экономическое развитие и энергетическая безопасность как регионов, так и государства в целом.

Особенность белорусской энергосистемы заключается в ее целостности, которая проявляется в общности целей и задач по надежному и бесперебойному снабжению качественной и экологически безопасной энергией потребителей.

Областные энергосистемы являются вертикально интегрированными компаниями, включающими электростанции, электрические и тепловые сети, функционируют с учетом специфических особенностей объектов энергетики в части технологического единства генерации, передачи, распределения и потребления энергии и невозможности складирования энергии, но и выполняют собственные региональные задачи как на отраслевом, так и на местном уровне.

Важнейшими задачами областных энергосистем на перспективу являются диверсификация по топливно-энергетическим ресурсам с уменьшением зависимости от углеводородного сырья, увеличением удельного веса по использованию местных видов топлива и возобновляемых источников энергии, а также обеспечение эффективной интеграции БелАЭС с активным стимулированием электропотребления как реальным сектором экономики, так и населением. Для этого необходимо реализовать важнейшие инвестиционные проекты по вводу нового энергооборудования, модернизации действующих генерирующих мощностей, строительству и реконструкции линий электропередач, системно проводить масштабную цифровую трансформацию в энергетике.

На ближайшую перспективу необходимо дальнейшее совершенствование законодательной и нормативной базы по функционированию энергосистемы страны. Так, с учетом уже имеющейся практики реализации мероприятий по использованию атомной энергии возникла необходимость по комплексному изменению Закона Республики Беларусь «Об использовании атомной энергии». Особое внимание необходимо уделить разработке и принятию нормативно-правовых актов по реализации комплекса мероприятий, предусмотренных распоряжением Президента Республики Беларусь от 01.07.2020 № 119рп «О дополнительных мерах по решению актуальных вопросов жизнедеятельности населения» [21]. В нашей стране, в условиях отсутствия правовых основ рыночных отношений в электроэнергетической отрасли, до введения общего рынка газа и формирования общего электроэнергетического рынка в интеграционных формированиях Союзного государства и стран ЕАЭС необходима гармонизация законодательства со странами ЕАЭС по формированию актов, регулирующих общие энергетические рынки.

В целях дальнейшего развития энергетики необходимо принятие нормативно-правовых актов по разумному сочетанию рыночных принципов и государственного регулирования в отрасли. Так, согласно Указу Президента Республики Беларусь № 153 от 16 апреля 2021 г. «О развитии электроэнергетики» уже предусмотрена возможность владельцам блок-станций реализовывать избытки электроэнергии потребителям, а потребителям выбирать поставщика электроэнергии [22].

Вместе с тем, планомерно подходить к преобразованиям в отечественной электроэнергетике в связи с интеграционными процессами по созданию общего электроэнергетического рынка, возникает необходимость изменения структуры управления энергетической отраслью, где не только областные энергосистемы, но и крупные электростанции страны могли бы получить доступ к открытому рынку по продаже электроэнергии, что позволило бы улучшить экономичность работы субъектов хозяйствования энергетики и снизить энергоёмкость выпускаемой продукции.

#### Список цитированных источников

1. Министерство энергетики Республики Беларусь // Законодательство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://min-energo.gov.by>. – Дата доступа: 01.11.2021.
2. Сайт Государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» // Основные сведения - ГПО «Белэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.energo.by/content/about>. – Дата доступа: 01.11.2021.
3. Сайт Минского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Минскэнерго» // Основные сведения – РУП «Минскэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minskenergo.by>. – Дата доступа: 10.11.2021.

4. Ващило, С. Ключевые показатели достигнуты / С. Ващило // Информационно-аналитическое издание ГПО «Белэнэнерго» Энергетика Беларуси. – 2021. – 25 февр. – С. 1.
  5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Энергетический баланс Республики Беларусь за 2020 год. – Режим доступа: <https://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 10.11.2021.
  6. Сайт Витебского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Витебск-энерго» // Основные сведения – РУП «Витебскэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vitebsk.energo.by>. – Дата доступа: 12.11.2021.
  7. Об утверждении комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 г. № 169 // Министерство энергетики Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/>. – Дата доступа: 15.11.2021.
  8. Сайт Брестского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Брестэнерго» // Основные сведения – РУП «Брестэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.brestenergo.by>. – Дата доступа: 15.11.2021.
  9. Козлович, В. РУП «Брестэнерго»: новое оборудование определяет новые подходы к работе / В. Козлович // Беларусь сегодня. Газ. – 2020. – 22 дек. – С. 4.
  10. Сайт Гомельского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Гомельэнерго» // Основные сведения – РУП «Гомельэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gomelenergo.by>. – Дата доступа: 16.11.2021.
  11. Никитина, Е. Сильное звено экономики региона / Е. Никитина // Гомельская правда. Газ. – 2019. 30 окт. – С. 4.
  12. Сайт Могилевского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Могилевэнерго» // Основные сведения – РУП «Могилевэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mogilev.energo.by>. – Дата доступа: 17.11.2021.
  13. Макаренко, В. Время подвести итоги / В. Макаренко // Вечерний Могилев. Газ. – 2020. 23 дек. – С. 3.
  14. Сайт Гродненского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Гродноэнерго» // Общие сведения РУП «Гродноэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.energo.grodno.by>. – Дата доступа: 17.11.2021.
  15. Шлык, Н. С уверенностью в завтрашнем дне / Н. Шлык // Гродзенская праўда. Газ. – 2019. – 18 дек. – С. 20.
  16. Кондратьева, Т. Комфорт в каждый дом / Т. Кондратьева // Беларусь сегодня. Газ. – 2018. – 22 дек. – С. 7.
  17. Сайт Минского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Минскэнерго» // Кабельные сети РУП «Минскэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minskenergo.by/filialy/minskie-kabelnye-seti>. – Дата доступа: 17.11.2021.
  18. Сайт Минского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Минскэнерго» // Минские тепловые сети РУП «Минскэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minskenergo.by/filialy/minskie-teplovye-seti>. – Дата доступа: 17.11.2021.
  19. Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года [Электронный ресурс] // Министерство энергетики Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/uploads/files/>. – Дата доступа: 24.11.2021.
  20. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Министерство энергетики Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/uploads/files/>. – Дата доступа: 24.11.2021.
  21. О дополнительных мерах по решению актуальных вопросов жизнедеятельности населения [Электронный ресурс] : Распоряжение Президента Республики Беларусь от 01.07.2020 № 119. – Режим доступа: <https://president.gov.by/ru/documents/rasporyazhenie-no-119rp-ot-1-iyulya-2020-g>. – Дата доступа: 25.11.2021.
  22. О развитии электроэнергетики [Электронный ресурс] : Указ Президента Республики Беларусь № 153 от 16 апреля 2021 г. – Режим доступа: <https://president.gov.by>. – Дата доступа: 19.11.2021.
- References**
1. Ministerstvo energetiki Respubliki Belarus' // Zakonodatel'stvo [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://minenergo.gov.by>. – Data dostupa: 01.11.2021.
  2. Sajt Gosudarstvennogo proizvodstvennogo ob'edineniya elektroenergetiki «Belenergo» // Osnovnye svedeniya - GPO «Belenergo» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.energo.by/content/about>. – Data dostupa: 01.11.2021.
  3. Sajt Minskogo respublikanskogo unitarnogo predpriyatiya elektroenergetiki «Minskenergo» // Osnovnye svedeniya – RUP «Minskenergo» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://minskenergo.by>. – Data dostupa: 10.11.2021.
  4. Vashchilo, S. Klyuchevye pokazateli dostignuty / S. Vashchilo // Informacionno-analiticheskoe izdanie GPO «Belenergo» Energetika Belarusi. – 2021. – 25 fevr. – S. 1.
  5. Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs] // Energeticheskij balans Respubliki Belarus' za 2020 god. – Rezhim dostupa: <https://belstat.gov.by/>. – Data dostupa: 10.11.2021.
  6. Sajt Vitebskogo respublikanskogo unitarnogo predpriyatiya elektroenergetiki «Vitebsk-energo» // Osnovnye svedeniya – RUP «Vitebskenergo» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.vitebsk.energo.by>. – Data dostupa: 12.11.2021.
  7. Ob utverzhenii kompleksnogo plana razvitiya elektroenergeticheskoy sfery do 2025 goda s uchetom vvoda Belorusskoj atomnoj elektrostancii [Elektronnyj resurs] : Postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 1 marta 2016 g. № 169 // Ministerstvo energetiki Respubliki Belarus'. – Rezhim dostupa: <https://minenergo.gov.by/>. – Data dostupa: 15.11.2021.
  8. Sajt Brestskogo respublikanskogo unitarnogo predpriyatiya elektroenergetiki «Brestenergo» // Osnovnye svedeniya – RUP «Brestenergo» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.brestenergo.by>. – Data dostupa: 15.11.2021.
  9. Kozlovich, V. RUP «Brestenergo»: novoe oborudovanie opredelyaet novye podhody k rabote / V. Kozlovich // Belarus' segodnya. Gaz. – 2020. – 22 dek. – S. 4.
  10. Sajt Gomel'skogo respublikanskogo unitarnogo predpriyatiya elektroenergetiki «Gomel'energo» // Osnovnye svedeniya – RUP «Gomel'energo» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.gomelenergo.by>. – Data dostupa: 16.11.2021.
  11. Nikitina, E. Sil'noe zveno ekonomiki regiona / E. Nikitina // Gomel'skaya pravda. Gaz. – 2019. 30 okt. – S. 4.
  12. Sajt Mogilevskogo respublikanskogo unitarnogo predpriyatiya elektroenergetiki «Mogilevenergo» // Osnovnye svedeniya – RUP «Mogilevenergo» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.mogilev.energo.by>. – Data dostupa: 17.11.2021.
  13. Makarenko, V. Vremya podvesti itogi / V. Makarenko // Vechernij Mogilev. Gaz. – 2020. 23 dek. – S. 3.
  14. Sajt Grodnenskogo respublikanskogo unitarnogo predpriyatiya elektroenergetiki «Grodnoenergo» // Obshchie svedeniya RUP «Grodnoenergo» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.energo.grodno.by>. – Data dostupa: 17.11.2021.
  15. Shlyk, N. S uverenno' v zavtrashnem dne / N. SHLYK // Grodzenskaya praŭda. Gaz. – 2019. – 18 dek. – S. 20.
  16. Kondrat'eva, T. Komfort v kazhdyj dom / T. Kondrat'eva // Belarus' segodnya. Gaz. – 2018. – 22 dek. – S. 7.
  17. Sajt Minskogo respublikanskogo unitarnogo predpriyatiya elektroenergetiki «Minskenergo» // Kabel'nye seti RUP «Minskenergo» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://minskenergo.by/filialy/minskie-kabelnye-seti>. – Data dostupa: 17.11.2021.
  18. Sajt Minskogo respublikanskogo unitarnogo predpriyatiya elektroenergetiki «Minskenergo» // Minskie teplovyje seti RUP «Minskenergo» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://minskenergo.by/filialy/minskie-teplovye-seti>. – Data dostupa: 17.11.2021.
  19. Konceptiya razvitiya elektrogeneriruyushchih moshchnostej i elektricheskikh setej na period do 2030 goda [Elektronnyj resurs] // Ministerstvo energetiki Respubliki Belarus'. – Rezhim dostupa: <https://minenergo.gov.by/uploads/files/>. – Data dostupa: 24.11.2021.
  20. Konceptiya energeticheskoy bezopasnosti Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs] // Ministerstvo energetiki Respubliki Belarus'. – Rezhim dostupa: <https://minenergo.gov.by/uploads/files/>. – Data dostupa: 24.11.2021.
  21. O dopolnitel'nyh merah po resheniyu aktual'nyh voprosov zhiznedeyatel'nosti naseleniya [Elektronnyj resurs] : Rasporyazhenie Prezidenta Respubliki Belarus' ot 01.07.2020 № 119. – Rezhim dostupa: <https://president.gov.by/ru/documents/rasporyazhenie-no-119rp-ot-1-iyulya-2020-g>. – Data dostupa: 25.11.2021.
  22. O razviti'i elektroenergetiki [Elektronnyj resurs] : Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus' № 153 ot 16 aprelya 2021 g. – Rezhim dostupa: <https://president.gov.by>. – Data dostupa: 19.11.2021.

*Материал поступил в редакцию 21.12.2021*