

Анализ структуры балансов мощности и электроэнергии региональной энергосистемы Свердловской области

А. А. Булыгина, А. О. Егоров, А. А. Савосина

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Екатеринбург, Россия

alisa310520@mail.ru, a.o.egorov@urfu.ru, Alena7C@mail.ru

Аннотация. Региональная энергосистема Свердловской области с годовым объёмом потребления электроэнергии более 40 млрд кВт·ч в год является одной из крупнейших в России. На территории региона функционируют мощные горные, металлургические и машиностроительные предприятия, которым требуются большие объёмы дешёвой тепловой и электрической энергии. Одним из вариантов снижения стоимости электроэнергии является изменение структуры установленной мощности электростанций. Ключевым объектом энергосистемы является Рефтинская ГРЭС установленной мощностью 3800 МВт, которая работает на угле и обеспечивает до 40% выработки электроэнергии. Снижение стоимости электроэнергии в будущем может быть достигнуто за счёт реконструкции энергоблоков Рефтинской ГРЭС, а также её перехода на Кузбасский уголь. Дополнительно, в перспективе до 2030 года ввод в работу новых объектов генерации в регионе может составить до 2000 МВт за счёт строительства нового энергоблока на Белоярской АЭС (1200 МВт), объектов малой газовой генерации (до 500 МВт) и за счёт строительства малых гидроэлектростанций (до 300 МВт). Возможный потенциал снижения стоимости электроэнергии при изменении структуры выработки электроэнергии в регионе может составлять не более 30%. С учётом длительных сроков строительства электростанций, структура их установленной мощности и структура выработки электроэнергии не изменится в регионе в перспективе до 2030 года, а для сдерживания роста тарифов на электроэнергию в регионе требуются инновационные рыночные механизмы управления или иные способы производства электроэнергии.

Ключевые слова: структура установленной мощности и выработки электроэнергии, коэффициент использования установленной мощности, тарифы на электроэнергию

I. ВВЕДЕНИЕ

Свердловская область расположена на Среднем Урале, занимает территорию площадью 194,3 км², на которой проживают более 4,33 млн человек. Административным центром региона является город Екатеринбург с населением 1,53 млн человек. Регион является одним из крупнейших промышленных центров России и традиционно входит в состав регионов-доноров Российской экономики. Валовый региональный продукт (ВРП) региона по итогам 2020 года составил более чем 2330 млрд руб. Основой экономики Свердловской области являются предприятия чёрной и цветной металлургии, являющиеся наиболее энергоёмкими потребителями энергоресурсов, а также горно-добывающие и машиностроительные промышленные предприятия [1, 2].

Фундаментом постоянно развивающейся экономики региона является торговля, мощная горно-рудная сырьевая база, и мощные машиностроительный

и энергетический секторы. Региональная энергосистема Свердловской области является одной из крупнейших в России и ей требуются значительные объёмы дешёвых энергетических ресурсов, способных обеспечить выработку дешёвых тепловой и электрической энергии.

II. ЦЕНОВЫЕ ЗОНЫ ОПТОВОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Одной из особенностей экономики и энергетики региона являются относительно высокие тарифы на электроэнергию, которые в период с 1990 по 2010-й годы значительно выросли и стали причиной закрытия и/или демонтажа большого количества энергоёмких промышленных производств и их дальнейшего переезда на новые площадки в Сибирь.

Сегодня покупка электроэнергии для всех крупных потребителей электроэнергии осуществляется на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ), который действует в 2-х ценовых зонах, рис. 1:



Рис. 1. Ценовые зоны оптового рынка электроэнергии России

Свердловская область находится на территории I-й ценовой зоны ОРЭМ, в свою очередь Сибирь является II-й ценовой зоной ОРЭМ. В 2021-м году, разница в цене на покупку электроэнергии для потребителей ОРЭМ составляет 50% летом и доходит до 80% зимой. Цены на мощность и электроэнергию в Сибири всегда ниже по причине наличия огромных гидроэнергетических ресурсов, обеспечивающих низкую стоимость выработки электроэнергии на Ангаро-Енисейском каскаде гидроэлектростанций (ГЭС).

По данным торгов на ОРЭМ на 22.06.2021 (лето) цена на покупку электроэнергии составляла 1693 руб/МВт·ч и 938 руб/МВт·ч в I-й и II-й ценовых зонах соответственно. По состоянию на 25.11.2021 (зима) цена на покупку электроэнергии составляла 1706 руб/МВт·ч и 1083 руб/МВт·ч в I-й и II-й ценовых зонах соответственно [3].

Для конечных потребителей, приобретающих электроэнергию не на ОРЭМ, а по фиксированным тарифам из сетей гарантирующих поставщиков разница в стоимости электроэнергии может быть ещё большей и отличаться в 2-3 раза. Так, в I-м полугодии стоимость электроэнергии для потребителей на тарифном уровне СН-II (10 и 6 кВт) по одноставочному тарифу, в Красноярском крае и Иркутской области составила 2,35 и 1,1 руб/кВт·ч соответственно (Сибирь), а в Свердловской области (Урал) – 2,76 руб/кВт·ч [3–5].

Для многих промышленных предприятий такая разница в стоимости электроэнергии является критической. Поэтому обеспечение низких тарифов на электроэнергию, с целью обеспечения дальнейшей возможности устойчивого развития промышленности и экономики региона, является одной из важнейших задач.

III. ОТЧЁТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

Объём ежегодного потребления электроэнергии в Единой энергетической системе России (ЕЭС России) составляет более 1 трлн кВт·ч. Региональная энергосистема Свердловской области входит в состав крупнейшей в ЕЭС России Объединённой энергетической системы Урала (ОЭС Урала) с ежегодным объёмом потребления электроэнергии более 250 млрд кВт·ч.

По данным АО «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС», www.so-eps.ru), по итогам 2020 календарного года, объём потребления электроэнергии в Свердловской области составил 41,347 млрд кВт·ч, по этому показателю регион находится на 6-м месте среди крупнейших (ТОП-10) региональных энергосистем России [6, 7], рис. 2:

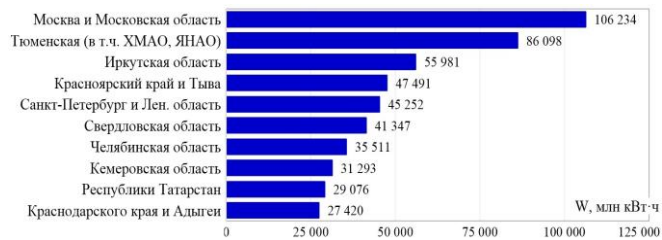


Рис. 2. Потребление электроэнергии в крупнейших региональных энергосистемах России по итогам 2020-го года

Ещё одной особенностью региональной энергосистемы Свердловской области является отсутствие значительных гидроэнергетических ресурсов и запасов энергетических углей и газа, в связи с чем все крупные электростанции вырабатывают электроэнергию на тепловых электростанциях (ТЭС) путём сжигания привозного угля или путём сжигания природного газа, поставляемого из Ямало-Ненецкого автономного округа. Таким образом, транспортировка энергоресурсов неизбежно приводит к повышению стоимости электроэнергии в регионе.

В тоже время, в энергосистеме Свердловской области за период с 2010 по 2020-й годы наблюдается устойчивая тенденция на снижение (падение) электрической нагрузки с 6960 до 6013 МВт (-14%) на фоне относительно стабильного потребления электроэнергии на уровне 40-43 млрд кВт·ч в год. При этом ВРП региона с 2010 по 2019-й год ежегодно увеличивался и вырос с 1046 до млрд 2409 млрд руб., что говорит об относительно высокой эффективности использования энергии на предприятиях региона [8, 9].

IV. ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Основой энергосистемы Свердловской области являются ТЭС, работающие на угле и газе. По данным Схемы и программы развития электроэнергетики Свердловской области на период 2021–2025 годов [10], по состоянию на 01.03.2020 в Свердловской области функционируют 32 электростанции установленной мощностью от 2,4 МВт и выше, на площадках которых установлены 118 энергоблоков (турбина + генератор), их суммарная установленная мощность составляет 10 540,85 МВт. При этом в составе 32-х электростанций присутствует 1 атомная (Белоярская АЭС, 1485 МВт, 4 энергоблока) и 1 ГЭС (Верхотурская ГЭС, 7,0 МВт, 3 энергоблока). Остальные 30 электростанций суммарной установленной мощностью 9048,85 МВт – ТЭС, работающих на газе и угле. В составе газовых ТЭС функционируют 6 новых парогазовых установок (ПГУ) суммарной установленной мощностью 2029,2 МВт, которые являются новыми и введены в эксплуатацию на площадках 5-ти ТЭС в период с 2011 по 2017-й годы.

По данным [11], по итогам функционирования в 2020-м году (по состоянию на 01.01.2021), установленная мощность электростанций региональной энергосистемы Свердловской области составила 10557,7 МВт, а выработка электроэнергии – 56,417 млрд кВт·ч. Т.е. при потреблении электроэнергии в регионе в объёме 41,35 млрд кВт·ч в 2020-м году, 73% выработанной электроэнергии потребляется внутри региона, остальные 27% электрической энергии экспортируются в соседние энергосистемы.

Общая структура установленной мощности электростанций и структура выработки электроэнергии на электростанциях энергосистемы Свердловской области по состоянию на 01.01.2021 по [11], приведена на рис. 3, 4 и в табл. I:

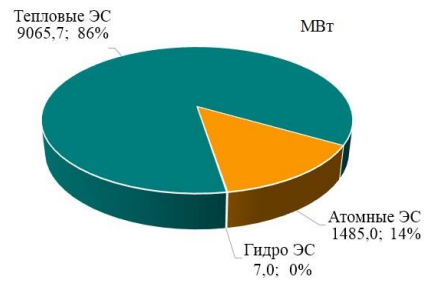


Рис. 3. Структура установленной мощности электростанций энергосистемы Свердловской области на 01.01.2021

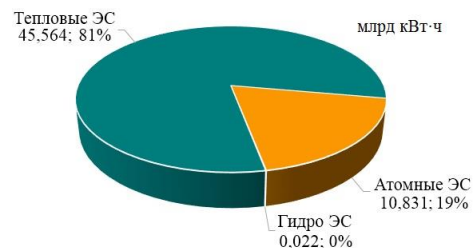


Рис. 4. Структура выработки электроэнергии на электростанциях энергосистемы Свердловской области за 2020-й год

ТАБЛИЦА I СТРУКТУРА УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ И СТРУКТУРА ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ СВЕДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2020 Г.

№	Вид ЭС	N _{эс} , ед.	P _{уст.} , МВт	Вес, %	W _{год.} , млрд кВт·ч	Вес, %
	Свердл. обл.	32	10 557,7	100,0%	56,417	100,0%
1.	Атомные ЭС	1	1 485,0	14,1%	10,831	19,2%
2.	Гидро ЭС	1	7,0	0,1%	0,022	0,0%
3.	Тепловые ЭС	30	9 065,7	85,9%	45,564	80,7%

Отчётные данные АО «СО ЕЭС» [6, 7] и данные Правительства Свердловской области [10, 11] являются объективными. Однако их существенным недостатком является отсутствие структуры установленной мощности электростанций и выработки электроэнергии по видам топлива. Поэтому чтобы такие данные можно было использовать для анализа возможных путей снижения стоимости электроэнергии в регионе, необходимо далее выполнить их детализацию.

V. СТРУКТУРА УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ И ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Для определения возможных направлений вероятного снижения стоимости электроэнергии в регионе необходимо установить, какой объём электроэнергии на каком виде топлива и на каких электростанциях вырабатывается ежегодно. В части энергоблоков, работающих на газе, отдельный интерес представляют современные энергоэффективные паро-газовые энергоблоки ТЭС (ПГУ).

Для решения этой задачи сначала по [10] были определены виды топлива, на котором работает электростанция, далее по спутниковым снимкам технологических площадок электростанций данные были подтверждены, а для отдельных станций уточнены. Дополнительно, для определения объёмов выработки электрической энергии, были использованы данные годовых отчётов собственников электростанций. Результаты исследований и выделения структуры балансов мощности и электроэнергии по видам топлива, приведены на рис. 5, 6 и в табл. II:

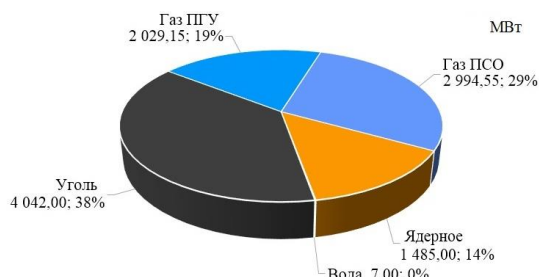


Рис. 5. Структура установленной мощности электростанций энергосистемы Свердловской области на 01.01.2021 с выделением видов топлива

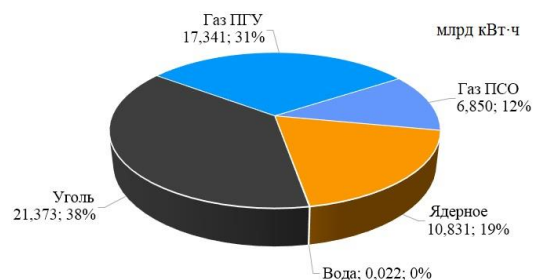


Рис. 6. Структура выработки электроэнергии на электростанциях энергосистемы Свердловской области за 2020-й год с выделением видов топлива

ТАБЛИЦА II Установленная мощность и выработка электроэнергии на электростанциях по видам топлива в СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ на 01.01.2021 г.

№	Топливо	N _{эс} , ед.	P _{усл} , МВт	Вес, %	W _{год} , млрд кВт·ч	Вес, %
	Свердл. обл.	32	10 557,7	100	56,417	100
1.	Атомные ЭС	1	1 485,0	14,7%	10,831	19,2%
2.	Гидро ЭС	1	7,0	0,1%	0,022	0,0%
3.	Тепловые ЭС	30	9 065,7	85,9%	45,564	80,7%
3.1.	ТЭС Уголь	3	4 042,0	38,3%	21,373	37,9%
3.2.	ТЭС Газ ПГУ	5	2 029,2	19,2%	17,341	30,7%
3.3.	ТЭС Газ ПСО	23	2 994,6	28,4%	6,850	12,1%

Всего в энергосистеме Свердловской области, по состоянию на 01.01.2021, функционируют 32 электростанции суммарной установленной мощностью 10557,7 МВт, за 2020-й год они выработали 56,417 млрд кВт·ч электроэнергии. Установить объёмы выработки для АЭС и ГЭС не представляет затруднений, т.к. станции этих видов функционируют в количестве 1 ед. Намного более важно выделить структуру ТЭС.

Так, крупнейшая ТЭС в Свердловской области – Рефтинская ГРЭС установленной мощностью 3800 МВт (10 энергоблоков), работает на угле и является крупнейшей угольной ТЭС в России. Также на угле работают Богословская ТЭЦ (7 энергоблоков, 141 МВт) и 6 энергоблоков Красногорской ТЭЦ (6 из 7 блоков, и 101 из 121 МВт). Итого, на угле работают 23 энергоблока на 3-х ТЭС суммарной установленной мощностью 4042,0 МВт. Численность и установленная мощность ПГУ была установлена в разделе IV. Остальные установленные мощности и объёмы выработки приходятся на ТЭС, работающие по блочной схеме (включая объекты распределённой генерации), им присвоено условное обозначение «Газ ПСО» (паросиловое оборудование).

Таким образом, из 80,7% объёмов выработки электроэнергии, которые приходятся на ТЭС – 37,9% приходится на уголь и 42,9% приходится на газ. В их числе - 30,7% приходится на ТЭС с ПГУ и 12,1% приходится на ТЭС работающих по блочной схеме.

VI. АНАЛИЗ ЗАГРУЗКИ ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Все энергоблоки для допуска на ОРЭМ проходят обязательную процедуру выбора состава включенного генерирующего оборудования (ВСВГО), которую регулярно проводит на основе конкурентного отбора мощности (КОМ) АО «СО ЕЭС» [12-14]. Выполнение процедуры ВСВГО обеспечивает выработку электроэнергии на энергоэффективном генерирующем оборудовании, что позволяет обеспечить минимальную стоимость электроэнергии на ОРЭМ для потребителей.

Показателем длительности загрузки электростанций в течение календарного года и показателем эффективности их технологического функционирования является коэффициент использования установленной мощности (КИУМ). Расчёт КИУМ по типам электростанций и по типам топлива для энергосистемы Свердловской области за 2020-й год на основе данных табл. II, показан на рис. 7:

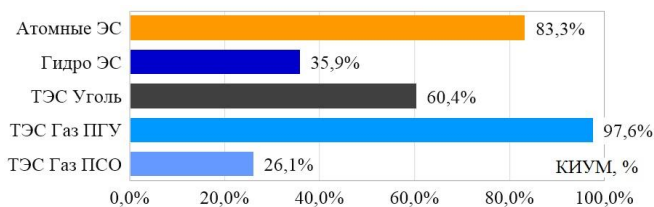


Рис. 7. Коэффициент использования установленной мощности типов электростанций по видам топлива энергосистемы Свердловской области за 2020-й год.

Из расчётов КИУМ на рис. 7 видно, что наиболее эффективное современное генерирующее оборудование ТЭС ПГУ в течение всего 2020 календарного года находилось в работе 8546 часов (КИУМ 97,6%) с небольшими перерывами на ремонт. Также высокий КИУМ зафиксирован у Белоярской АЭС, которая работала в 2020-м году 7294 часа (КИУМ 83,3%) и выводилась из работы на время перезагрузки топлива.

Единственная Верхотурская ГЭС с нормальным КИУМ 35,9% значительной роли в энергосистеме не играет, поэтому здесь и далее не рассматривается. Газовые ТЭС, работающие по блочной схеме, работали с КИУМ ниже среднего – 2287 часов (26,1%), в то время как по [6] КИУМ всех ТЭС России в 2020-м году составил 41,3%.

Ситуация, отображённая на рис. 7 говорит о рациональной загрузке электростанций энергосистемы. Однако, отдельное внимание стоит обратить на угольную генерацию, которая работала 5288 часов и имеет высокий КИУМ – 60,4%.

Ключевым объектом угольной генерации и всей энергосистемы Свердловской области, является Рефтинская ГРЭС установленной мощностью 3800 МВт. По данным [15], Рефтинская ГРЭС выработала за 2020-й год всего 20,324 млрд кВт·ч электроэнергии. Т.е. Рефтинская ГРЭС имеет долю в структуре установленной мощности энергосистемы 36%, выработала более 36% всей электроэнергии в 2020-м году с КИУМ 61%, что говорит о высокой загрузке угольной станции в течение всего года.

Высокая загрузка Рефтинской ГРЭС обусловлена тем, что станция является системообразующим объектом и формирует электрический режим в сети 500 и 220 кВ ОЭС Урала. Также Рефтинская ГРЭС является ключевым объектом, обеспечивающим электроснабжение крупных промышленных потребителей в Свердловской, Челябинской и Тюменской областях. Поэтому снижение загрузки электростанции неизбежно повлияет на устойчивость производственных процессов промышленных предприятий.

VII. КРУПНЕЙШИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

В составе энергосистемы Свердловской области функционируют крупнейшие электростанции установленной мощностью свыше 1000 МВт которые, как и Рефтинская ГРЭС, являются системообразующими и являются ключевыми как для региона, так и для ОЭС Урала [10]. Такими станциями являются Рефтинская ГРЭС (3800 МВт), Среднеуральская ГРЭС (1578,5 МВт), Белоярская АЭС (1485 МВт) и Верхнетагильская ГРЭС (1062,15 МВт). На указанные 4 станции приходится 7925,65 МВт – более 75% от всей установленной мощности и более 75% выработки всего объёма выработки электроэнергии в энергосистеме. По итогам 2020 года указанные 4 станции выработали 42,727 млрд кВт·ч, обеспечили 103% потребности в электрической энергии Свердловской области и 75% от всего объёма выработанной электроэнергии.

Также в региональной энергосистеме функционируют 5 крупных теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), обеспечивающих тепло- и электроснабжение крупных городов и блок-станции промышленных предприятий, обеспечивающих тепло- и электроснабжение промплощадок горно-добывающих, металлургических и машиностроительных производств. Данные о функционировании в 2020 году таких крупнейших электростанций с установленной мощностью свыше 100 МВт приведены на рис. 8 и 9:

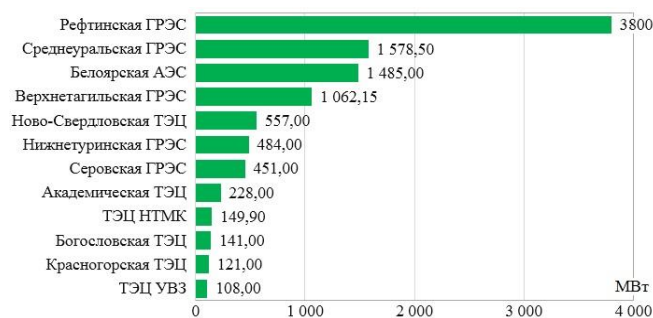


Рис. 8. Установленная мощность крупнейших электростанций энергосистемы Свердловской области на 01.01.2021

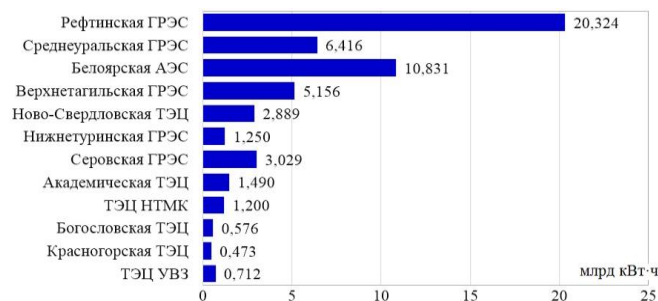


Рис. 9. Выработка электроэнергии на крупнейших электростанциях энергосистемы Свердловской области в 2020-м году

Указанные на рис. 8 и 9 крупнейшие электростанции в 2020-м году с установленной мощностью 10165,55 МВт (96,3%) выработали 54,346 млрд кВт·ч (96,3%) электроэнергии. В их составе ключевым объектом является Рефтинская ГРЭС, которая выработала за счёт сжигания угля 20,324 млрд кВт·ч (36%) электроэнергии.

Остальные электростанции энергосистемы региона с установленной мощностью менее 100 МВт, являются локальными и обеспечивают преимущественно тепло- и электроснабжение небольших энергорайонов и небольших промышленных производств. Всего таких станций в энергосистеме – 20 ед., их установленная мощность составляет 392,15 МВт, в течение 2020 года они выработали 2,07 млрд кВт·ч (3,7%) электроэнергии с высоким КИУМ 60,3%.

С учётом положений Прогноза развития энергетики мира и России на период до 2040 года [16] и с учётом того, что большинство генерирующего оборудования в энергосистеме Свердловской области является газовым, новым и эффективным, а Рефтинская ГРЭС участвует в формировании стоимости электроэнергии в регионе на величину до 36%, именно в отношении неё необходимо рассматривать мероприятия по возможному снижению стоимости электроэнергии.

VIII. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РЕГИОНЕ

Анализ возможных путей снижения стоимости электроэнергии в Свердловской области может быть рассмотрен как в направлении перехода Рефтинской ГРЭС на иные энергетические угли, или в отношении ввода в работу новых замещающих мощностей.

В 2020-м году Рефтинская ГРЭС в результате коммерческой сделки перешла от ПАО «Энел Россия» к ООО «Сибирская генерирующая компания» (ООО «СГК»). С 2021 г. ООО «СГК» рассматривает перевод Рефтинской ГРЭС работающей на Экибастузских углях (Казахстан) на угли Кузнецкого угольного бассейна (Кемеровская область). Научные исследования [17] подтвердили эффективность такого перехода. Дополнительно, отдельные энергоблоки Рефтинской

ГРЭС включены в программу комплексной модернизации, намеченной на 2026 год.

Новые генерирующие (замещающие) мощности могут быть введены в работу на Белоярской АЭС. Оператором Белоярской АЭС является АО «Концерн Росэнергоатом», по программе которого на площадке Белоярской АЭС планируется строительство блока №5 мощностью 1200 МВт к 2030 г. [18]. Т.е. к 2030 году установленная мощность Белоярской АЭС может вырасти до 2685 МВт, но этого явно недостаточно, чтобы заместить мощности Рефтинской ГРЭС.

Ещё одним путём развития генерирующих мощностей в регионе является строительство объектов распределённой генерации. Так, за период с 2008 по 2020-й год в Свердловской области были введены в эксплуатацию 12 объектов малой генерации суммарной установленной мощностью 165,9 МВт [10]. Также в регионе имеется возможность развития малых ГЭС, потенциал которых оценивается в 300 МВт [19]. Однако такие объёмы генерирующих мощностей явно недостаточны для электроснабжения крупных металлургических и горнодобывающих предприятий.

В этой связи структура баланса мощности и электроэнергии в энергосистеме Свердловской области останется в долгосрочной перспективе неизменной, а сдерживание роста тарифов на электроэнергию во многом зависит от механизмов государственного регулирования и внедрения современных технологий управления спросом [20].

IX. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Свердловская область является одним из крупнейших промышленных центров России, региональная энергосистема Свердловской области с годовым объёмом потребления электроэнергии более 40 млрд кВт·ч в год занимает 6-е место среди всех региональных энергосистем России.

2. Установленная мощность 32-х электростанций региональной энергосистемы Свердловской области составляет 10557,7 МВт. На территории региона функционируют 1 АЭС (1485 МВт), 1 ГЭС (7 МВт) и 30 ТЭС (9065,7 МВт). Основной объём выработки электроэнергии в регионе осуществляется на 12 ТЭС мощностью свыше 100 МВт – 54,346 млрд кВт·ч.

3. В составе структуры установленной мощности региональной энергосистемы 38% имеют угольные ТЭС, 19% – газовые блоки ПГУ ТЭС, 29% – газовые ТЭС, работающие по блочной схеме и 14% – АЭС.

4. В составе структуры выработки электроэнергии в регионе 38% всей электроэнергии вырабатываются на угле, 31% - на газовых блоках ПГУ ТЭС, 12% - на блочных ТЭС и 19% на ядерном топливе АЭС. Высокую загрузку генерирующего оборудования и высокий КИУМ имеют ПГУ – 97,6% и АЭС – 83,3%, что подтверждает оптимальную загрузку генерирующего оборудования энергосистемы для обеспечения минимальных цен на электроэнергию.

5. Ключевым объектом региональной энергосистемы Свердловской области является Рефтинская ГРЭС установленной мощностью 3800 МВт, работающая на угле. Рефтинская ГРЭС имеет долю 38% в структуре установленной мощности и обеспечивает выработку более чем 21 млрд кВт·ч (38%) электроэнергии в год.

6. Возможный потенциал снижения стоимости электроэнергии в регионе может составлять не более чем 30% и может быть реализован за счёт перехода Рефтинской ГРЭС на угли Кузбасса, и/или за счёт строительства новых или замещающих мощностей в объёме ~2000 МВт: строительства нового энергоблока Белоярской АЭС установленной мощностью 1200 МВт, строительства объектов малой генерации суммарной установленной мощностью до 500 МВт работающей на газе и за счёт строительства малых ГЭС суммарной установленной мощностью до 300 МВт.

7. С учётом длительных сроков строительства электростанций, а также с учётом жёсткой зависимости цен на электроэнергию от стоимости первичных энергоносителей, структура установленной мощности электростанций и структура выработки электроэнергии в Свердловской области не изменится на период до 2030 года. Незначительное снижение тарифов на электроэнергию или сдерживание роста тарифов в будущем в регионе может быть реализовано через рыночные механизмы управления в энергетике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Стратегия социально-экономического развития Свердловской области на 2016-2030 годы. Закон Свердловской области №151-ОЗ. Принят Законодательным Собранием Свердловской области 15 декабря 2015 года, г.Екатеринбург.
- [2] Стратегия пространственного развития Екатеринбурга. Концепция. Екатеринбург: Tatlin, 2017. 312 с.
- [3] Приказ министерства тарифной политики Красноярского края от 29 декабря 2020 года № 64-э «Об установлении (пересмотре) единых (котловых) тарифов на услуги по передаче электрической энергии на территории Красноярского края за исключением тарифной группы потребителей «Население и приравненные к нему категории потребителей» // «Официальный интернет-портал правовой информации Красноярского края» (www.zakon.krskstate.ru).
- [4] Приказ службы по тарифам Иркутской области от 25 декабря 2020 года № 488-спр «Об установлении единых (котловых) тарифов на услуги по передаче электрической энергии на территории Иркутской области на 2021 год» // «Официальный интернет-портал правовой информации» (www.publication.pravo.gov.ru).
- [5] Постановление Свердловской области от 30.12.2020 № 276-ПК «Об установлении единых (котловых) тарифов на услуги по передаче электрической энергии по сетям Свердловской области» // «Официальный интернет-портал правовой информации Свердловской области» (www.pravo.gov66.ru).
- [6] Годовые отчёты АО «СО ЕЭС» о функционировании ЕЭС <https://www.so-ups.ru/functioning/tech-disc/tech-disc-ups/>
- [7] Ежемесячные релизы АО «СО ЕЭС» о функционировании ЕЭС
- [8] <https://www.so-ups.ru/news/press-release/nyear/2020/>
- [10] Аналитический обзор по социально-экономическому положению субъектов РФ (с показателями, влияющими на электропотребление). Уральский федеральный округ. Свердловская область. Некоммерческое партнёрство «Совет рынка». Ноябрь 2013 г. 18 с.
- [11] Валовой региональный продукт по Субъектам Российской Федерации. Федеральная служба государственной статистики. (Росстат). Отчёты за период с 2008 по 2019 годы. Росстат. <https://rosstat.gov.ru>
- [12] Схема и программа развития Свердловской области на период 2021-2025 годов
- [13] http://www.pravo.gov66.ru/media/pravo/224-УГ_qM5B2gN.pdf
- [14] Схемы и программы развития ЕЭС России
- [15] https://so-ups.ru/index.php?id=dev_sch
- [16] Черных Ф.Ю. Повышение эффективности работы электростанции в условиях рынка электроэнергии и мощности: Автореферат. /УрФУ им. Первого Президента России Б.Н.Ельцина. Екатеринбург, 2011. 24 с.
- [17] Постановление Правительства России от 25 января 2019 г. № 43 «О проведении отборов проектов модернизации генерирующих

- объектов тепловых электростанций» // «Официальный интернет-портал правовой информации» ([www publication.pravo.gov. ru](http://wwwpublication.pravo.gov.ru))
- [18] Модернизация ТЭС: повышая пенсионный возраст. Yugon Consulting. Аналитический отчёт за Июль 2021. Москва. 32 с.
- [19] ООО «Сибирская генерирующая компания» Публичный отчёт за 2020-й год
- [20] Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. Москва. ИНЭИ РАН. АЦ-2013. 110 с.
- [21] «На Рефтинской ГРЭС подтвердили возможность использования кузбасского угля марки Д». Газета «Энергетика и промышленность России. Выпуск №21-22 (425-426) ноябрь 2021. <https://www.eprussia.ru>
- [22] Инновационное развитие и технологическая модернизация Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части). Паспорт программы. Москва. 2016.
- [23] Щеклеин С.Е. Мини и микрогидроэлектростанции: Учеб. пособие. 2-е изд. Екатеринбург: Уральский государственный технический университет. 2003. 102 с
- [24] Demand Response Programs Influence On A Load Pattern. Ghoziev Bakhtiyor, Vladislav O. Samoylenko, Andrew V. Pazderin. Proceedings of the 2020 Ural Smart Energy Conference, USEC 2020, Ekaterinburg, 13-15 November, pages 114-117, DOI:10.1109/USEC50097.2020.9281259.