

А.Л. Мызин, д-р техн. наук, проф.,¹

А.А. Костин, магистрант,

П.Е. Мезенцев, канд. техн. наук,

г. Екатеринбург

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО ОБНОВЛЕНИЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩИХ ИСТОЧНИКОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ²

Анализируется состояние электрических станций Свердловской энергосистемы. В статье показано, что состояние генерации существенно определяет энергетическую безопасность региона и оказывает влияние на его устойчивое экономическое развитие. Также анализируется взаимосвязь между показателями стратегии социально-экономического развития Свердловской области и показателями программы и стратегии её энергетического развития на период до 2020 года.

Ключевые слова: регион, устойчивое социально-экономическое развитие, энергетическая безопасность, инновационные преобразования в энергетике, износ основных фондов.

Стратегия социально-экономического развития Свердловской области на период до 2020 года [1] основной целью развития ставит переход экономики Свердловской области на путь инновационного обновления. Такой переход диктуется требованиями обеспечения экономической безопасно-

сти России и её регионов [2–4]. Стратегия определяет электроэнергетику как одну из ключевых отраслей экономики, успех роста которой существенно обеспечит устойчивость социально-экономического развития региона [5–7]. В стратегии определены три основные проблемы электроэнергетики Свердловской области:

- 1) рост изношенности генерирующего оборудования;
- 2) рост тарифов на энергию;
- 3) наличие дефицитных энергоузлов.

Следует заметить, что вторая проблема отражает общемировую тенденцию и не является специфичной для области. Третья решается посредством рационального размещения энергогенерирующих источников и развитием электросетевого строительства.

Самой болезненной и требующей для своего решения наибольших финан-

¹ Мызин Анатолий Леонидович – профессор кафедры «Автоматизированные электрические системы Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: mez@itp.uropan.ru.

Костин Алексей Алексеевич – магистрант кафедры «Автоматизированные электрические системы Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: Mcsharky@rambler.ru.

Мезенцев Петр Евгеньевич –старший научный сотрудник Института теплофизики УрО РАН; e-mail: mez@itp.uropan.ru.

² Исследование выполнялось при финансировании РГНФ (проект №10-02-83207 а/У) и Уральского отделения РАН (проект 10-2-42-СГ).

совых, материальных, трудовых и иного рода затрат является первая из названных проблем, обсуждению которой и посвящена данная работа.

В последние два десятилетия нерешённость задачи обновления энергогенерирующих источников региона всё более угрожает его устойчивому поступательному развитию. В период 2000–2007 гг. в экономике области наступил долгожданный перелом, характеризовавшийся следующими показателями роста:

- среднегодовой темп роста ВРП составлял 8,7 %;
- среднегодовой темп роста индекса промышленного производства – 8,1 %;
- среднегодовой темп роста инвестиций в основной капитал из всех источников финансирования – 17,1 %.

Значительную роль в промышленном производстве играет металлургический комплекс, наиболее энергоёмкий из всех видов производств. Стратегией [1] поставлена задача – углублять переработку алюминия, меди, титана, стали, что предъясвляет повышенные требования к развитию электроэнергетического производства. Электроэнергетика области является одним из «полюсов конкурентоспособности». Стратегией также поставлена задача увеличения «внутрироссийских поставок промышленной продукции», а электроэнергетика относится к отраслям, производящим наиболее высокотехнологическую продукцию. Следовательно, экономике Свердловской области выгодно поддерживать избыточность энергобаланса региона. Это сделает актуальной задачу исследования состояния и развития электроэнергетики Свердловской области.

Суммарная установленная мощность всех электростанций Свердловской энергосистемы на 1 января 2011

года составила 8638,9 МВт, тогда как максимальная мощность нагрузки потребителей Свердловской области по итогам работы 2010 года была равна 6178 МВт, суммарная выработка электроэнергии электростанциями Свердловской энергосистемы в 2010 году была равна 52092,0 млн кВтч, тогда как электропотребление Свердловской энергосистемы составило 44731,04 млн кВтч. Таким образом, электростанции Свердловской энергосистемы способны полностью обеспечить потребности в электроэнергии не только потребителей области, но и потребителей соседних территорий, прежде всего таких субъектов Уральского федерального округа, как Курганской и Челябинской областей. Однако большое опасение вызывает состояние генерирующего оборудования электростанций Свердловской энергосистемы, то есть насколько долго ещё будет способно нормально функционировать оборудование, обеспечивая потребности в электроэнергии растущей нагрузки [8].

Оценка состояния производилась путём определения расчётного уровня износа энергоблоков, исходя из срока их работы и периодичности проведения капитальных ремонтов.

Формирование характеристик износа выполнялось по годам исследуемого периода, а также периода эксплуатации энергоблоков от года их ввода в эксплуатацию. Последовательность расчётов следующая [8]:

- 1) формирование баз данных по срокам и периодичности проведения капитальных ремонтов каждого энергоблока за весь период работы;
- 2) расчёт динамических характеристик уровня износа каждого энергоблока за весь период работы;
- 3) расчёт изменения уровня износа генерирующего оборудования по каждой из рассматриваемых электростанций.

тростанций по группам однотипного оборудования;

- 4) расчёт изменения уровней износа по каждой из рассматриваемых электростанций;
- 5) расчёт изменения уровней износа по всем рассматриваемым электростанциям в целом;
- 6) исследование динамики изменения коэффициентов использования установленной мощности электростанций (начиная с 1996 года);
- 7) исследование динамики изменения коэффициентов простоя энергоблоков в резерве за тот же период.

Два заключительных этапа выполнялись с целью выявления связи между потребностью энергосистемы в генерирующей мощности и энергии, степенью использования установленной мощности и уровнями износа генерирующего

оборудования, что позволило бы точнее охарактеризовать тенденции изменения уровня надёжности энергоснабжения и энергетической безопасности [9–12]. Графики изменения уровня износа генерирующего оборудования для каждой из рассматриваемых электростанций и по Свердловской энергосистеме в целом представлены на рис. 1 и 2.

В ходе исследования было выявлено, что расчётное значение износа блочного генерирующего оборудования Рефтинской ГРЭС на начало 2010 года достигло 50,9 % по сравнению с уровнем износа на начало 1990 года, когда износ составлял 21,8 %. Это свидетельствует о высоких темпах износа за последние 20 лет, обусловленных увеличением коэффициента использования установленной мощности, выработки и потребления электроэнергии, а также снижением про-

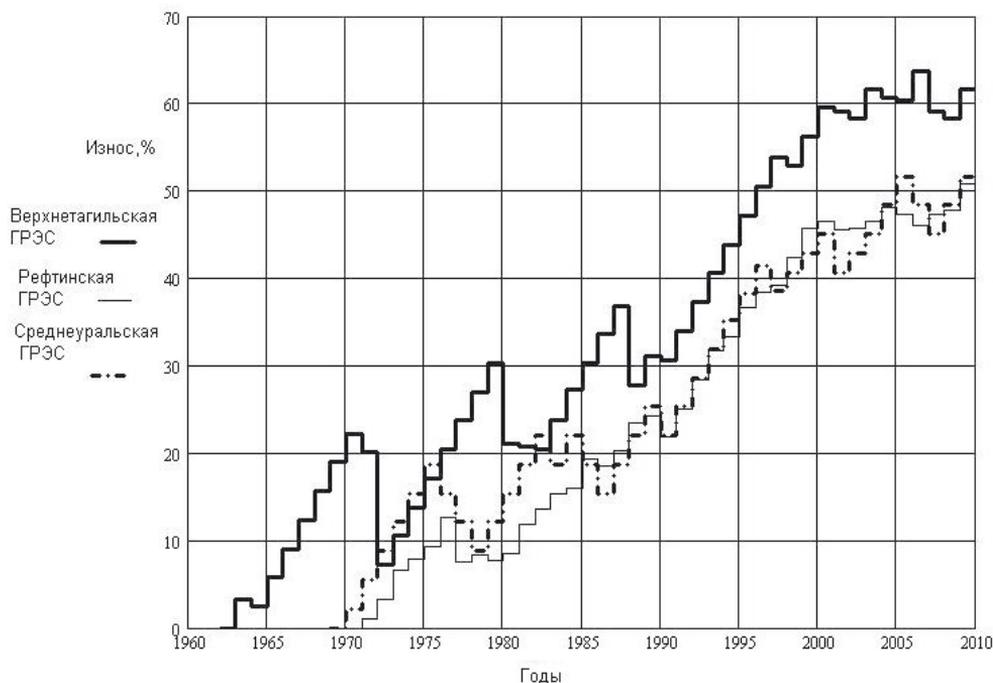


Рис. 1. График изменения уровня износа блочного оборудования Рефтинской, Верхнетагильской и Среднеуральской ГРЭС

стоя блоков в резерве. Данные факторы сильно влияют на состояние энергоблоков. Износ по блочному оборудованию Верхнетагильской ГРЭС на начало 2010 года составил 61,6 %, а по Среднеуральской ГРЭС – 51,7 %.

Износ блочного генерирующего оборудования по Свердловской энергосистеме в целом на начало 2010 года составил 52,87 %, что в два раза превышает уровень износа на начало 1990 года – 23,24 %. При этом следует отметить, что износ по остальным электростанциям Свердловской энергосистемы, превышает 80 %.

В итоге суммарный износ генерирующего оборудования Свердловской энергосистемы на конец 2010 года достиг 68,8 % [12], а к 2011 году превзошёл уровень 70 %.

Между тем с 1997 по 2010 годы ввод мощности составил 204,4 МВт, а выведено из эксплуатации 184,6 МВт, что свидетельствует о низких темпах прироста генерирующих мощностей в Сверд-

ловской энергосистеме. Таким образом, в ходе проведённого анализа было выявлено существенное увеличение уровня износа блочного генерирующего оборудования Свердловской энергосистемы, особенно в 1990 годах, что угрожает снижением её надёжности и экономичности.

По результатам исследования динамики изменения коэффициентов использования установленной мощности электростанций были построены соответствующие графики, приведённые на рис. 3.

В ходе данного исследования было также проанализировано изменение ещё одного важного технико-экономического показателя – коэффициента простоя энергоблоков в резерве. Так как с 2000-х годов началось увеличение спроса на электроэнергию, то соответственно возросла выработка электроэнергии и имело место сокращение простоя энергоблоков в резерве. График изменения коэффициента простоя энергоблоков в

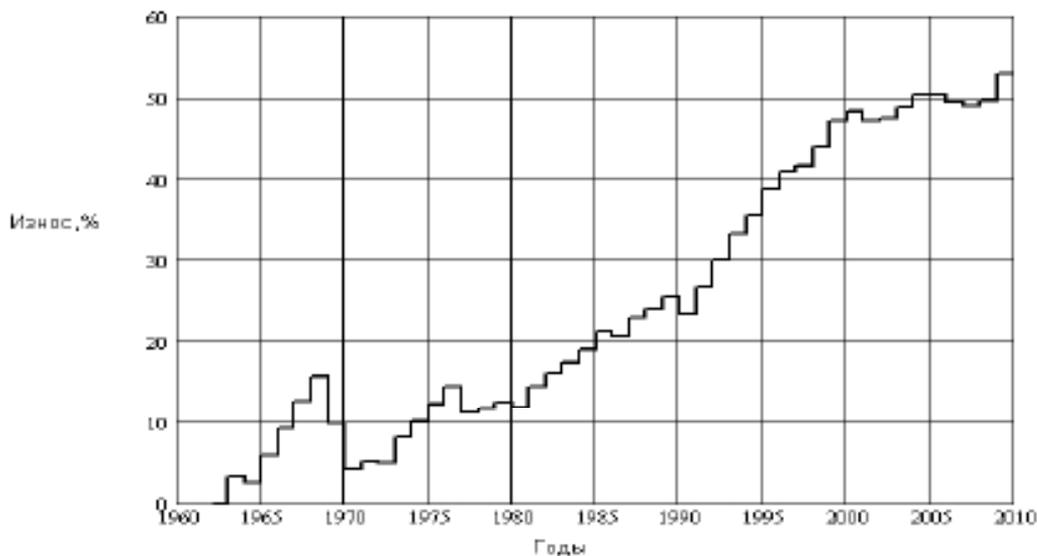


Рис. 2. График изменения уровня износа блочного оборудования по Свердловской энергосистеме

резерве по Свердловской области представлен на рис. 4.

Интенсификация использования генерирующего оборудования сопровождается увеличением удельного расхода топлива на выработку электрической и

тепловой энергии, что свидетельствует о снижении экономичности энергоблоков.

На графике, представленном на рис. 5, приведены изменения удельного расхода топлива на выработку электрической и тепловой энергии по Свердлов-

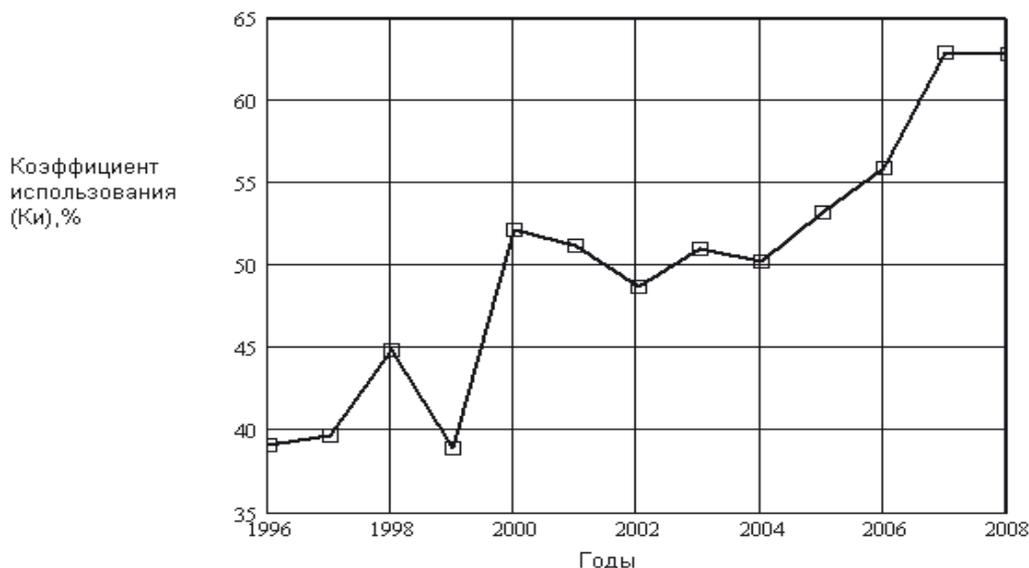


Рис. 3. График изменения коэффициента использования установленной мощности для блочного генерирующего оборудования Свердловской энергосистемы

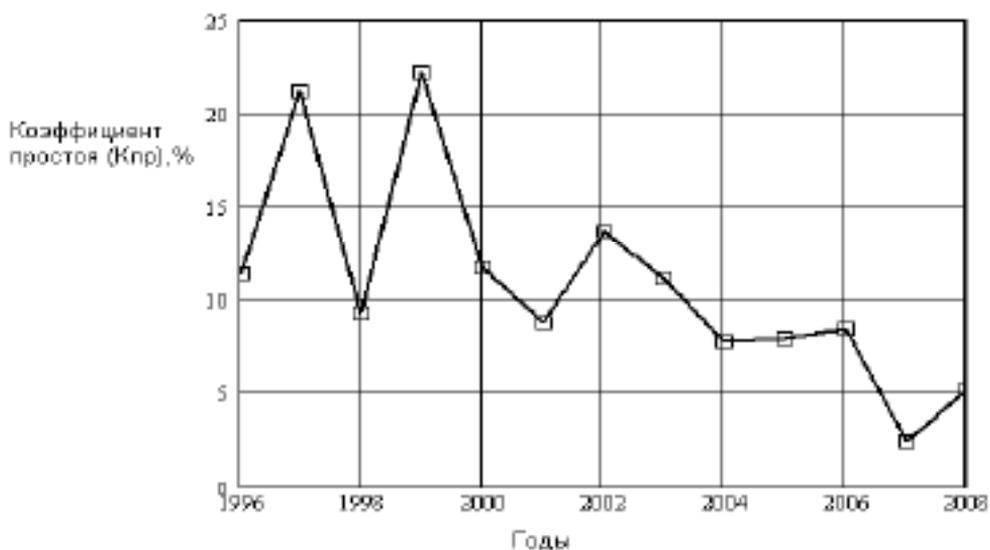


Рис. 4. График изменения коэффициента простоя энергоблоков в резерве Свердловской энергосистемы

ской энергосистеме.

Таким образом, мы наблюдаем всё повышающийся уровень изношенности основного генерирующего оборудования электроэнергетики Свердловской области на фоне интенсификации его использования, что лишь усугубляет опасность развития ситуации. Неизбежным следствием этого является ухудшение технико-экономических показателей энергетики региона и нарастание угрозы его энергетической безопасности.

Стремление подкрепить стратегию социально-экономического развития области адекватными мерами по развитию её электроэнергетики выразилось в формировании Программы развития электроэнергетики Свердловской области до 2020 года [13] и стратегией развития ТЭК Свердловской области до 2020 года [14].

В соответствии с [13] были сформированы два сценария развития: инновационный и инерционный, на основании которых прогнозировались соответствующие изменения в состоянии Свердловской энергосистемы. При этом был учтён опыт хода реализации Стратегии социально-экономического развития области [1]. Ко времени разработки материалов [13] и [14] стала ясна несостоятельность первого из трёх сценариев социально-экономического развития области: оптимистичного (инвестиционно-инерционного), инновационного (индустриально-модернизационного) и инерционного (стабилизационно-инерционного). Первый из названных сценариев развития мог реализоваться лишь в условиях благоприятного мирового экономического развития, что открыло бы

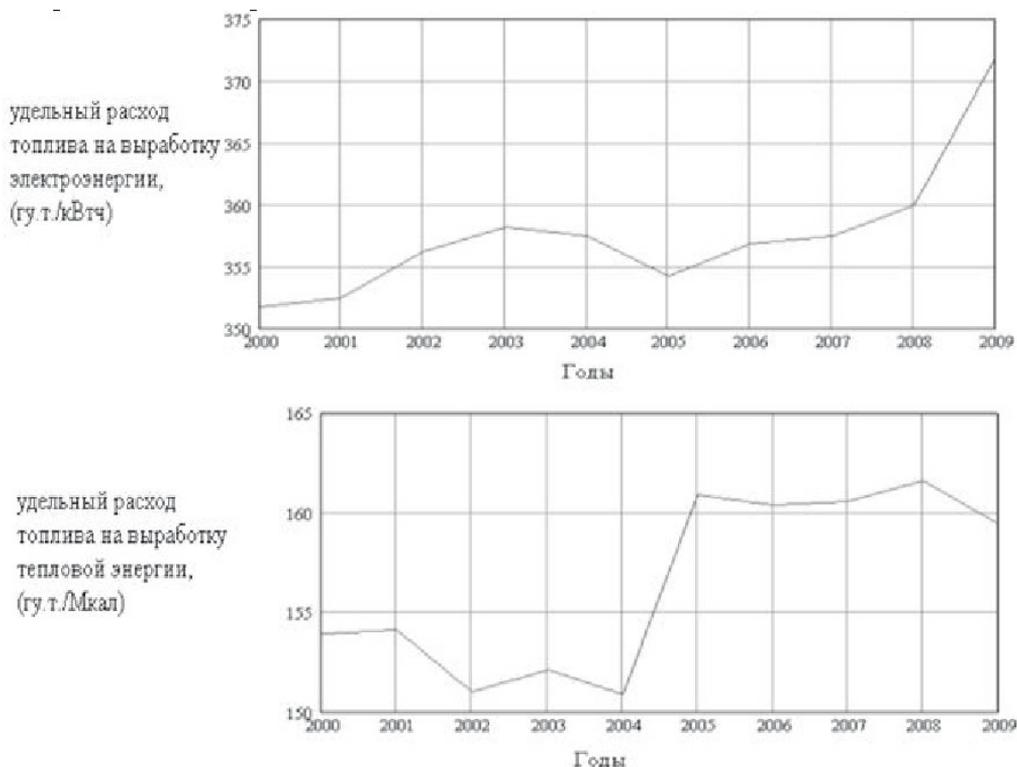


Рис. 5. Графики удельного расхода топлива на выработку э/э и т/э

возможности привлечения инвестиций в экономику области. Однако мировой финансово-экономический кризис 2008–2009 гг. подорвал эти возможности.

В соответствии с выполненными прогнозами электропотребление Свердловской области до 2020 г. представлено на рис. 6.

Как следует из приведённых данных, планируемый рост электропотребления за период 2009–2020 гг. составит по инновационному сценарию 48,25 %, а по инерционному – 41,62 %.

Рост электропотребления в 2011–2020 гг. обеспечен, во-первых, реализацией инвестиционных проектов крупных потребителей, которые намечаются в основном на перспективу до 2017 года, и, во-вторых, увеличением электропотребления в соответствии с заявками потребителей на техноло-

гическое присоединение к электрическим сетям.

Для того чтобы обеспечить всю планируемую нагрузку в зоне Свердловской энергосистемы, предусматривается развитие атомных и тепловых электростанций. Объекты ТЭС, ввод которых предусмотрен договорами на предоставление мощности (ДПМ), представлены в табл. 1.

Перечень агрегатов, намеченных к выводу из эксплуатации в энергосистеме Свердловской области, представлен в табл. 3.

Из данных табл. 2 следует, что планируемые вводы новых мощностей позволят обеспечить рост потребности в генерирующей мощности лишь по инерционному сценарию. Однако следует отметить, что по мере ввода генерирующих мощностей будут выводиться старые агрегаты, что видно из табл. 3.

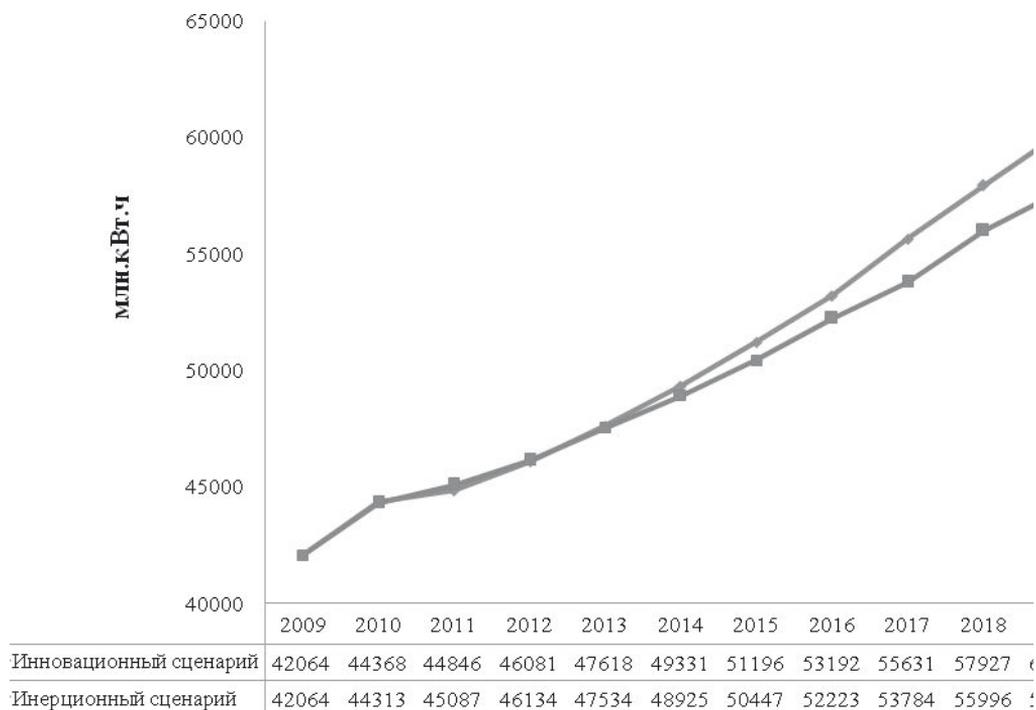


Рис. 6. Прогноз электропотребления на перспективу до 2020 года

Таблица 1

Объекты, предусмотренные ДПМ

Наименование электростанции	Наименование ген-компании	Наименование объекта генерации	Установленная мощность, МВт	Год ввода
Серовская ГРЭС	ОАО «ОГК-2»	ПГУ-420	420	2014
Среднеуральская ГРЭС	ОАО «Энел ОГК-5»	Блок №12	400	2010
Нижнетуринская ГРЭС	ОАО «ТГК-9»	ПГУ ПГУ	230 230	2015 2015
ТЭЦ-1 «Академэнерго»	ОАО «ТГК-9»	ПГУ	200	2017
Ново-Богословская ТЭЦ	ОАО «ТГК-9»	ПГУ	230	2014
БАЭС	ОАО «Концерн Росэнергоатом»	БН-800	800	2014

Таблица 2

Прогноз развития энергетики Свердловской энергосистемы

Год	Электропотребление	P_{max} . собств	T_{max}	№ резерв.норм		Итого потребность	Вводы мощности (по ДПМ)
	млн кВт.ч	МВт	час	МВт	% к max	МВт	МВт
1	2	3	4	5	6	7	8
Инновационный сценарий (Инерционный сценарий)							
2010	44368 (44313)	6774 (6796)	6550 (6520)	1250 (1400)	18,5 (20,6)	8024 (8196)	400
2011	44846 (45087)	6847 (6905)	6550 (6530)	1390 (1400)	20,3 (20,3)	8237 (8305)	-
2012	46081 (46134)	7025 (7043)	6560 (6550)	1400 (1420)	19,9 (20,2)	8425 (8463)	-
2013	47618 (47534)	7259 (7224)	6560 (6580)	1416 (1460)	19,5 (20,2)	8675 (8684)	-
2014	49331 (48925)	7452 (7379)	6620 (6630)	1532 (1500)	20,6 (20,3)	8984 (8879)	1450
2015	51196 (50447)	7676 (7541)	6670 (6690)	1564 (1550)	20,4 (20,6)	9240 (9091)	460
2016	53192 (52223)	7915 (7737)	6720 (6750)	2000 (1628)	25,3 (21,0)	9915 (9365)	-

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
2017	55631 (53784)	8278 (7956)	6720 (6760)	2210 (1740)	26,7 (21,9)	10488 (9696)	200
2018	57927 (55996)	8595 (8259)	6740 (6780)	2230 (1800)	25,9 (21,8)	10825 (10059)	-
2019	60159 (57649)	8912 (8490)	6750 (6790)	2265 (1870)	25,4 (22,0)	11177 (10360)	-
2020	62363 (59572)	9212 (8748)	6770 (6810)	2178 (1950)	23,6 (22,3)	11390 (10698)	-
Рост 2010- 2020	17995 (15259)	2438 (1952)	220 (290)	928 (550)	-	3366 (2502)	2510

Таблица 3

Вывод из эксплуатации генерирующего оборудования

Наименование электростанции, № и тип турбоагрегата	Год ввода	Тип демонтажа	2010-2015	2016-2020	2010-2020
1	2	3	4	5	6
<u>Серовская ГРЭС (ОАО «ОГК-2»)</u>					
К-50-90	1954	п/замену	50,0		50,0
К-50-90	1954	п/замену	50,0		50,0
К-50-90	1955	п/замену	50,0		50,0
Т-88-90	1956	окончат.	88,0		88,0
Т-88-90	1957	п/замену	88,0		88,0
К-100-90	1958	п/замену	100,0		100,0
К-100-90	1959	п/замену	100,0		100,0
Всего по станции			526,0		526,0
<u>Среднеуральская ГРЭС (ОАО «Энел ОГК-5»)</u>					
Р-16-29	1936	окончат.	16,0		16,0
ПР-46-29	1937	окончат.	46,0		46,0
Всего по станции			62,0		62,0
<u>Свердловская ТЭЦ (ОАО «ТГК-9»)</u>					
ПР-12-29	1939	п/замену		12,0	12,0
<u>Богословская ТЭЦ (ОАО «ТГК-9»)</u>					
Р-20-29	1935	окончат.	20,0		20,0
Р-20-29	1935	окончат.	20,0		20,0
Р-10-29	1948	окончат.	10,0		10,0
Р-...-29	1948	окончат.	21,0		21,0
Т-33-29	1952	окончат.	33,0		33,0
Р-20-29	1952	окончат.	20,0		20,0

1	2	3	4	5	6
Р-6-29	1955	окончат.	6,0		6,0
Р-6-29	1960	окончат.	6,0		6,0
Р-5-29	1960	окончат.	5,0		5,0
Всего по станции			141,0		141,0
Свердловская энергосистема - всего					
Демонтаж всего, из него:			729,0	12,0	741,0
Демонтаж ТЭС окончательный, в т.ч.:			291,0		291,0
теплофикационные			291,0		291,0
Демонтаж ТЭС под замену, в т.ч.:			438,0	12,0	450,0
теплофикационные			88,0	12,0	100,0
конденсационные			350,0		350,0

Ввод энергоблока ПГУ-420 на Серовской ГРЭС сопровождается выбытием всех старых энергоблоков суммарной мощностью 526 МВт, на Среднеуральской вводится 400 МВт, а выбывает 62 МВт, при этом производится полный демонтаж Богословской ТЭЦ. В результате чего наблюдается, что вводы новых генерирующих мощностей не позволяют скомпенсировать выбытие старых. В результате проделанной работы выяснилось, что при следовании данным прогнозам вводы генерирующих мощностей позволят снизить темпы роста износа генерирующего оборудования, но не обеспечат устойчивого развития энергосистемы Свердловской области вследствие того, что старые агрегаты многих электростанций подлежат демонтажу.

Проведённый анализ позволяет сделать следующие выводы.

1. Стратегия развития ТЭК Свердловской области [14] призвана преодолеть отставание развития и обновления электроэнергетики области от её общеэкономического роста. Прежде всего, она ставит задачи инновационного обновления и повышения энергоэффективности, в частности снижения удельного расхо-

да топлива на производство электроэнергии до 300 г.у.т./кВтч.

2. Однако закреплённые договорам на предоставление мощности планы ввода новых генерирующих источников обеспечивают такое обновление лишь по самому минимуму. Требуются более радикальные действия по привлечению инвестиций в основной капитал генерирующего сектора.

3. Электроэнергетика области нуждается в радикальном инновационном обновлении. Она состоит в сооружении современных высокотехнологичных генерирующих объектов, использующих новые технологии (парогазовые и газотурбинные установки, освоение реакторов на быстрых нейтронах, развитие возобновляемых источников энергии). Необходима реструктуризация топливно-энергетического баланса электроэнергетики.

Целесообразно использовать близость региона к газодобывающей Тюменской области и тесные экономические связи с ней для повышения уровня применения газа в электроэнергетическом производстве и снижения степени зависимости от импорта угольного топлива Казахстана.

4. Замена отслужившего свой век энергогенерирующего оборудования электростанций должна идти опережающими темпами, чтобы обеспечить энергетическую безопасность области. Пока же даже в планах ввода новых энерге-

тических мощностей намечающееся обновление сможет лишь компенсировать вывод из работы предельно изношенного, морально устаревшего оборудования, не поспевая за спросом экономики региона на энергию [15].

Список использованных источников

1. Стратегия социально-экономического развития Свердловской области на период до 2020 года. Екатеринбург. 2007. 164 с.
2. Сенчагов В.К. Экономическая безопасность: геополитика, глобализация, самосохранение и развитие (книга четвёртая) / Институт экономики УрО РАН. М.: ЗАО «Финстатинформ», 2002. 128 с.
3. Экономическая безопасность Свердловской области / Под науч. ред. Г.А. Ковалёвой и А.А. Куклина. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та., 2003. 455 с.
4. Экономический рост Свердловской области: проблемы и решения / Под ред. Г. А. Ковалёвой, А. А. Куклина. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2007. 280 с.
5. Татаркин А.И. Моделирование устойчивого развития как условие повышения экономической безопасности территории. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1999. 276 с.
6. Богатырёв Л.Л. Влияние энергетического фактора на экономическую безопасность регионов Российской Федерации. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1998. 288 с.
7. Альбрехт Э.Г. Моделирование состояния и прогнозирование развития региональных экономических и энергетических систем / под ред. А.И. Татаркина, А.А. Макарова; РАН, УрО, Ин-т экономики, Ин-т теплофизики, Ин-т энергетических исследований. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. 462 с.
8. Костин А.А., Мызин А.Л. Анализ динамики износа блочного генерирующего оборудования Свердловской энергосистемы // В сб. докл. Электроэнергетика глазами молодёжи: науч. тр. Всерос. научно-технической конференции. В 2 т. Екатеринбург: УрФУ, 2010. Т.2. 330 с.
9. Надёжность топливо- и энергоснабжения и живучесть систем энергетики регионов России / Под науч. рук. Н.И. Воропая, А.И. Татаркина. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2003. 392 с.
10. Мызин А.Л., Калина А.В, Козицын А.А., Пыхов П.А. Состояние и динамика изменения уровня региональной энергетической безопасности // Экономика региона. 2006. № 4. С. 23–36.
11. Отраслевые и региональные проблемы формирования энергетической безопасности / Под ред. А.А. Куклина, А.Л. Мызина. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008. 384 с.
12. Воропай Н.И., Клименко С.М., Криворучкий Л.Д. и др. Энергетическая безопасность России (введение в проблему). Иркутск: Изд. СЭИ СО РАН, 1997. 57 с.
13. Программа развития электроэнергетического комплекса Свердловской области на 2010–2015 годы и на перспективу до 2020 года. Екатеринбург. 2010.
14. Стратегия развития ТЭК Свердловской области до 2020 года. Екатеринбург. 2010.
15. Криворотов В.В., Калина А.В. Экономическая безопасность государства и регионов: учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2010. 365 с.