

УДК 621.311.22

**ПИКОВО-РЕЗЕРВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
PEAK RESERVE SOURCES OF ELECTRICITY**

Н.В. Лях, Д.Н. Машаро

Научный руководитель – И.Н. Прокопеня, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

prokopenya@bntu.by

N. Liakh, D. Masharo

Supervisor – I. Prokopenya, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной работе будет рассмотрена проблема резервирования электрической мощности АЭС.*

***Abstract:** in this paper, the problem of reserving the electric power of nuclear power plants will be considered.*

***Ключевые слова:** проблемы, АЭС, пиково-резервные источники электроэнергии, пиково-резервные энергоисточники, ПРЭИ.*

***Keywords:** problems, nuclear power plants, peak-reserve sources of electricity, peak-reserve energy sources, PRES.*

Введение

В связи с относительно скорым вводом АЭС в белорусскую энергосистему обостряются проблемы регулирования выработки и использования электроэнергии, а также проблемы с обеспечением пиково-резервных источников электроэнергии.

Основная часть

Особенностью работы АЭС является постоянный уровень выработки электроэнергии, а также большая мощность одного энергоблока. Это вызывает ряд, следующий проблем:

Невозможность регулирования выработки в зависимости от потребления.

Необходимость больших резервных мощностей на случай прекращения работы одного из энергоблоков.

Для подробного рассмотрения проблемы необходимо изучить: особенности выработки и состав электростанций, графики выработки и потребления электроэнергии [1].

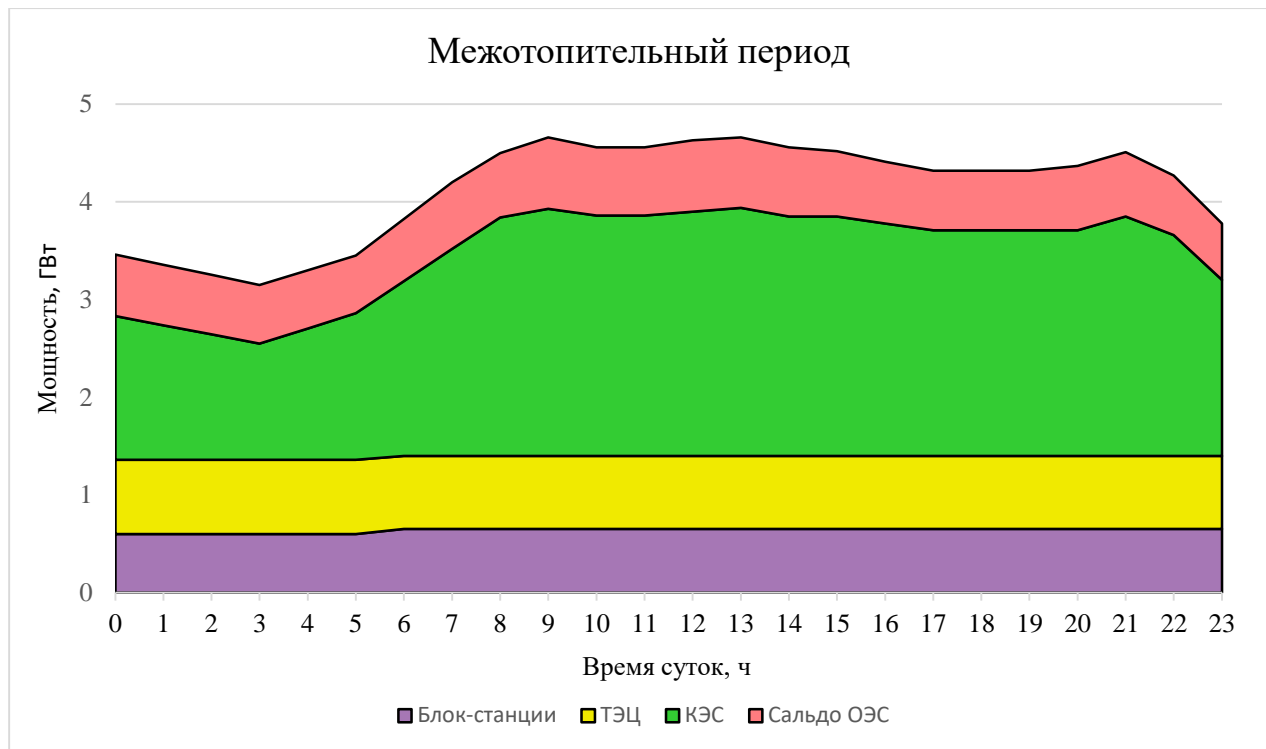


Рисунок 1 – График выработки и потребления электроэнергии

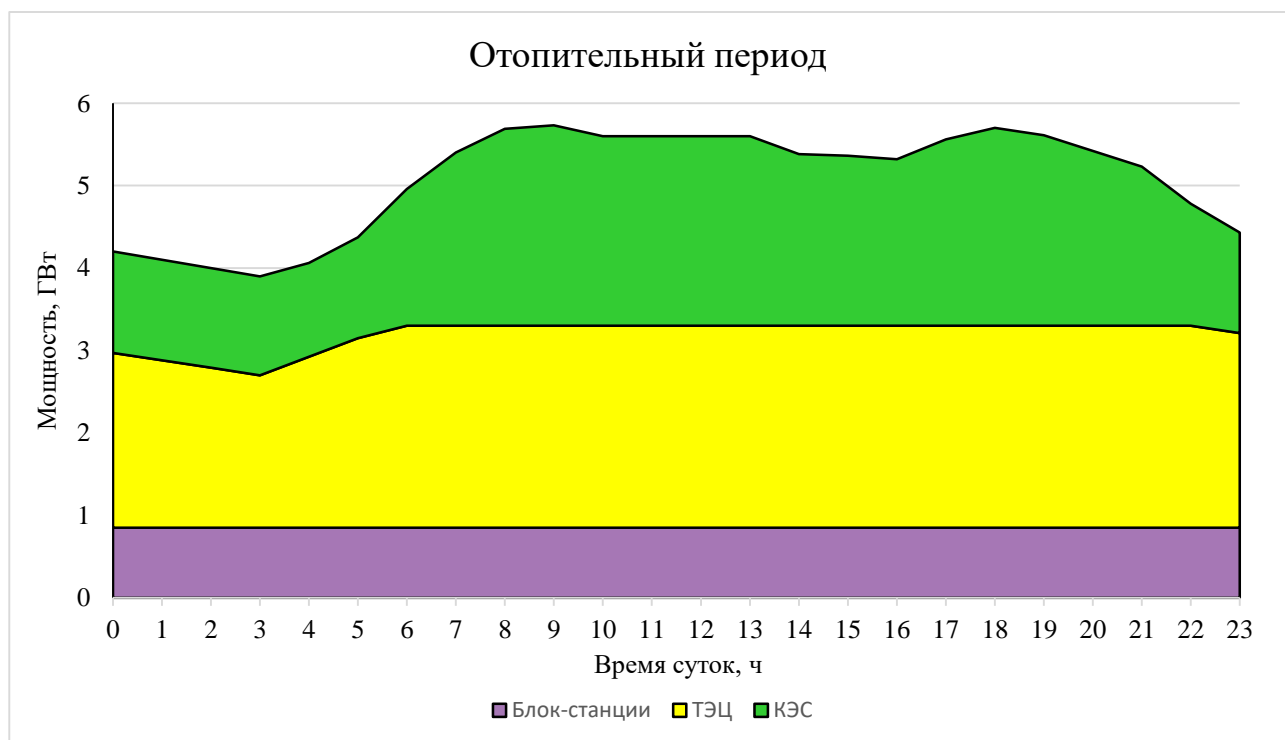


Рисунок 2 – График выработки и потребления электроэнергии

Следует отметить, что существующий суточный график позволяет задействовать самые эффективные источники – ТЭЦ, блок-станции, ПГУ – практически без ограничений (ТЭЦ задействуются без ограничений в неотопительный период и с минимальным ограничением в ночное время в отопительный период). Регулирование выработки с помощью ТЭЦ невозможно без изменения выработки тепловой энергии, что приведёт уже к

проблемам с теплоснабжением. В ночное время суток падает теплопотребление, поэтому возможно снизить выработку электроэнергии на ТЭЦ. Регулирование суточного графика обеспечивается в большей степени за счет конденсационных блоков КЭС. Резерв в размере мощности самого крупного энергоблока 427 МВт гарантированно обеспечивается за счет вращающихся мощностей недогруженных блоков в системе (горячий вращающийся первичный резерв). Таким образом, суточный график нагрузок сбалансированный, резерв – надежный.

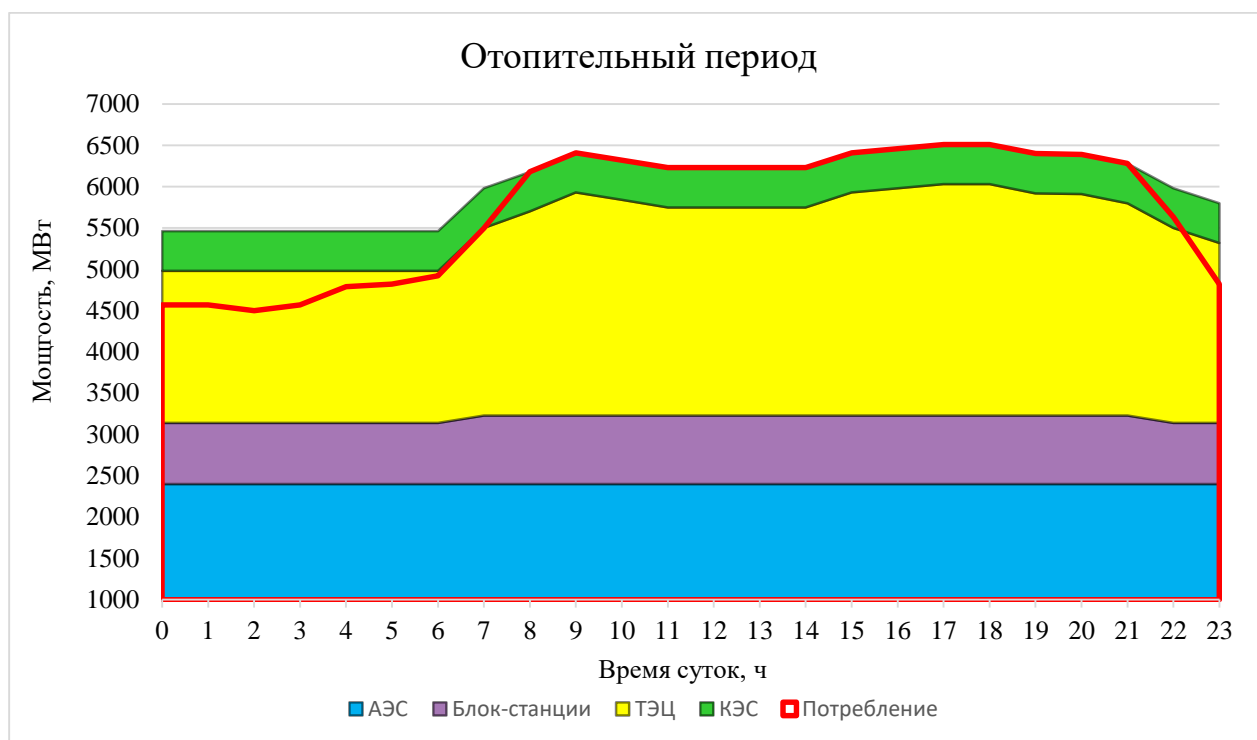


Рисунок 3 – Сценарий развития ситуации в энергосистеме Беларуси после ввода АЭС

Ввод АЭС приведёт к значительному уменьшению доли выработки на КЭС и ТЭЦ, к излишкам выработки от 1000 до 2000 МВт, а также к необходимости аварийного резервирования 1200 МВт мощности, при аварийной остановке одного из энергоблоков. Не используемые мощности КЭС могут быть использованы в качестве резервных, однако пуск и вывод на рабочий режим паровых турбин занимает около 1 – 2 часа, что делает невозможным использование их в качестве аварийных (пиково-резервных) источников электроэнергии. Конечно, можно вращать турбины на холостом ходу и сбрасывать пар в окружающую среду, но это крайне экономически невыгодно. Для решения проблемы со скоростью включения электрогенерирующего оборудования в сеть было решено установить в качестве пиково-резервных энергоисточников (ПРЭИ) 16 газовых турбин Siemens SGT-800 суммарной мощностью 800 МВт, распределённых по всей республике [3].

Основной функцией ПРЭИ является создание гарантированного высокоманевренного резерва мощности, предназначенного для ликвидации небаланса электрических мощностей при внеплановом отключении

энергоблока АЭС и сохранения надежного электроснабжения потребителей Объединенной энергосистемы Республики Беларусь без их отключения.

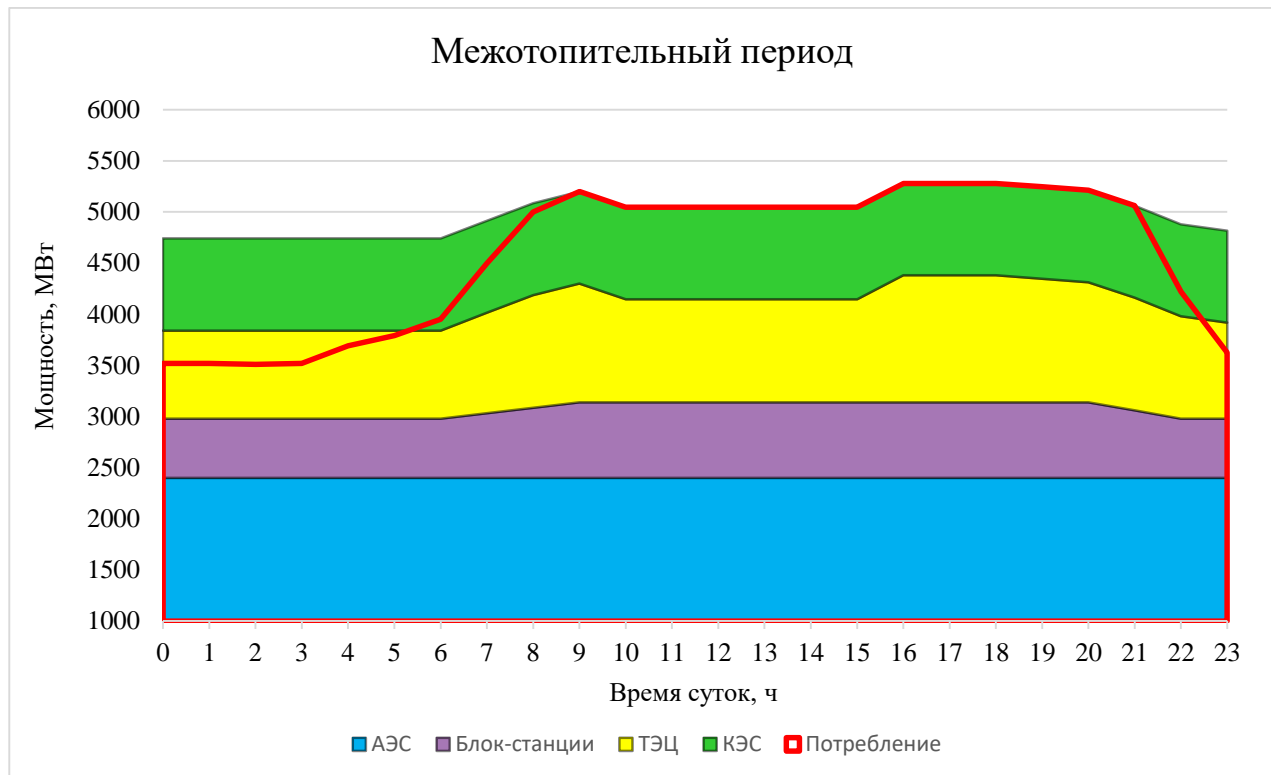


Рисунок 4 – Сценарий развития ситуации в энергосистеме Беларуси после ввода АЭС

Таблица 1. Строительство пиково-резервных энергоисточников [3]

№ п/п	Наименование ТЭС	Установленная мощность, МВт	Мероприятие
1.	Лукомльская ГРЭС	150	Установка 3-х ГТУ единичной мощностью 51,6 МВт
2.	Новополоцкая ТЭЦ	100	Установка 2-х ГТУ единичной мощностью 51,6 МВт
3.	Березовская ГРЭС (ПС Белоозерск)	250	Установка 5-ти ГТУ единичной мощностью 57 МВт
4.	ТЭЦ-5	300	Установка 6-ти ГТУ единичной мощностью 54,2 МВт

Пуск турбины Siemens SGT-800 с холодного старта занимает всего около 15 минут. Этот параметр является главным при выборе оборудования, т.к. чем быстрее смогут подключиться ПРЭИ, тем меньше времени потребитель будет отключён от сети.

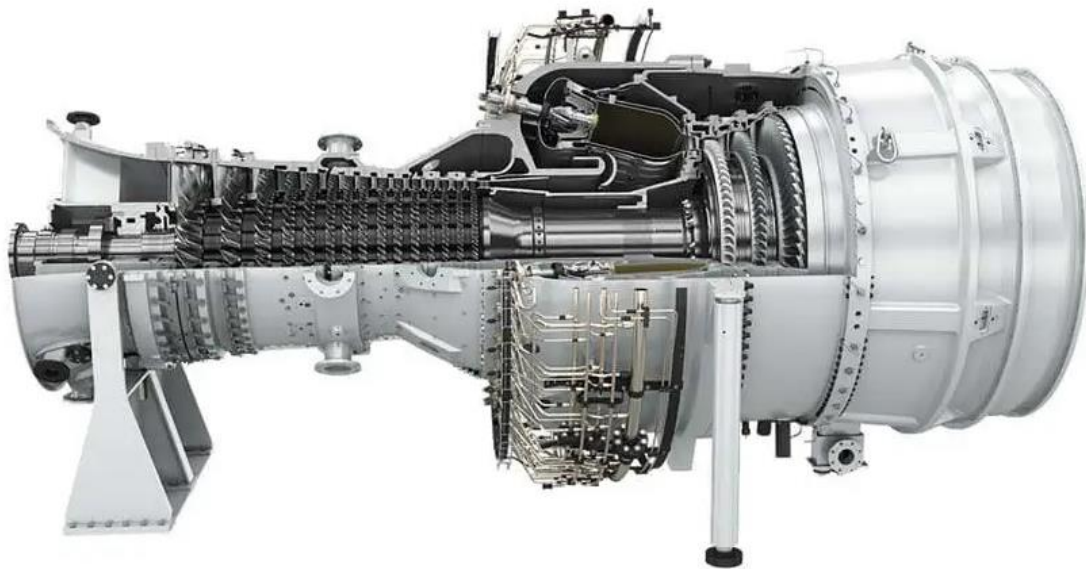


Рисунок 5 – Газовая турбина Siemens SGT-800

Технические данные газовой турбины Siemens SGT-800:

Топливо: природный газ / жидкое топливо / двухтопливная система;
использование других типов топлива;

Частота тока: 50/60 Гц

Электрический КПД: 37,5%

Тепловая мощность: 9597 кДж/кВт·ч

Скорость вращения турбины: 6608 об/мин

Коэффициент давления компрессора: 19:1

Поток/температура выхлопных газов: 137,7 кг/сек, 564 °С

Выбросы NO_x (15% O₂, сухой выброс): ≤ 15 ppm

Заключение

Использование пиково-резервных энергоисточников является необходимостью для обеспечения качественного энергоснабжения, но несёт в себе издержки на обслуживание и постоянную поддержку на холодном старте.

Литература

1. Диверсификация возможных решений обеспечения надежной работы энергосистемы в условиях ввода в строй белорусской АЭС «Репозиторий БНТУ» [Электронный ресурс] / «Репозиторий БНТУ». – Режим доступа: <http://rep.bntu.by/>. – Дата доступа: 20.03.2023.

2. К вопросу о диверсификации вариантов регулирования мощности генерации Белорусской энергосистемы «Репозиторий БНТУ» [Электронный ресурс] / «Репозиторий БНТУ». – Режим доступа: <http://rep.bntu.by/>. – Дата доступа: 20.03.2023.

3. ПРОГРАММА комплексной модернизации производств энергетической сферы на 2021 – 2025 годы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/>. Дата доступа: 02.04.2023