

## АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Буров А. Л. – старший преподаватель кафедры  
«Тепловые электрические станции»,  
Герасимова А. Г. – к. т. н., доцент, заместитель декана,  
Карницкий Н. Б. – д. т. н., профессор,  
заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции»,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация:** внедрение АЭС в энергосистему Республики Беларусь предполагает переход традиционных тепловых электростанций в режим суточного регулирования нагрузки. Учитывая, что ранее значительная часть энергоблоков работала в базовом режиме, обеспечение маневренных режимов работы основного оборудования ТЭС и АЭС является важнейшей задачей обеспечения надежности функционирования Белорусской энергосистемы. Имеющиеся данные о основных показателях надежности теплогенерирующего оборудования являются устаревшими, кроме того появление в энергосистеме новых типов оборудования, таких как газотурбинные установки и парогазовые установки, требуют существенного пересмотра критериев надежной и безопасной эксплуатации энергетического оборудования.

**Ключевые слова:** анализ надежности, ТЭС, АЭС, ПГУ, коэффициент готовности.

## ANALYSIS OF THE RELIABILITY OF THERMAL POWER EQUIPMENT OF THERMAL AND NUCLEAR POWER PLANTS

**Abstract:** the introduction of nuclear power plants into the energy system of the Republic of Belarus involves the transition of traditional thermal power plants to daily load regulation mode. Considering that previously a significant part of the power units operated in the basic mode, ensuring maneuverable operating modes of the main equipment of thermal power plants and nuclear power plants is the most important task of ensuring the reliable functioning of the Belarusian energy system. The available data on the main indicators of the reliability of heat-generating equipment are outdated, in addition, the emergence of new types of equipment in the power system, such as gas turbine units and combined cycle gas plants, requires a significant revision of the criteria for the reliable and safe operation of power equipment.

**Keywords:** reliability analysis, thermal power plants, nuclear power plants, CCGT units, availability factor.

В текущем году в энергетике Республики Беларусь произошло существенное изменение в структуре электрогенерирующих мощностей. Наряду с традиционными ГРЭС и ТЭЦ, имеющими в своем составе паротурбинные и парогазовые установки заработала на полную мощность новая генерация электроэнергии – Белорусская АЭС установленной мощностью 2400 МВт. Таким образом в 2023 году доля АЭС составит порядка 20 % [1].

Сочетание надежной работы тепловых электростанций на органических видах топлива и вводимой в эксплуатацию АЭС требует высокой степени четкости совместной их работы, так и работы в режимах, связанных с резервированием планово останавливаемых энергоблоков АЭС, прохождением минимумов электрических нагрузок, особенно актуальных в летний период времени, так и возможных нештатных ситуаций [2].

Задачами настоящей работы являются повышение экономичности существующего оборудования Белорусской энергосистемы в условиях переменных нагрузок, обусловленных началом промышленной эксплуатации Белорусской АЭС, обеспечение маневренных режимов работы основного оборудования ТЭС и АЭС, определение критериев надежной и безопасной эксплуатации энергетического оборудования, определение иерархической структуры оборудования ТЭС и АЭС, анализ технических средств обеспечения надежности эксплуатации основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования, анализ необходимости ввода в эксплуатацию новых объектов энергосистемы в условиях сезонного и суточного изменения мощности, что приведет к снижению рисков аварий и уменьшению ущерба от недоотпуска тепловой энергии от ТЭС и электрической – от ТЭС и АЭС.

Прежде всего, для разработки (ИС) требуется стартовая информация по анализируемой системе. В частности, информация по основным техническим данным основного оборудования ТЭС и АЭС с указанием даты их ввода в эксплуатацию, конкретное количество пусков-остановов, число часов наработки, время нахождения в ремонте и в резерве на данный момент.

Формализация отказов основного оборудования электростанций осуществляется на основе формуляра акта расследования отказа (аварии), произошедшего на оборудовании ТЭС и АЭС, фиксируемого существующей системой учета. Т. е. поступающая информация может быть сосредоточена в одном месте, например, в службе надежности энергетической структуры.

Для эффективного использования ИС требуется нижеперечисленная информация:

- название станции;
- тип турбоагрегата;
- станционный номер турбоагрегата;
- тип котлоагрегата;
- станционный номер котлоагрегата;
- конкретный элемент агрегата, виновный в отказе;

- категория отказа;
- дата отказа;
- время простоя (нахождения в ремонте) агрегата (блока);
- конкретная причина или подробное описание отказа.

На базе имеющейся информации разрабатывается структурная схема энергоблока (рис. 1), в соответствии с которой производится расчет показателей надежности энергоблока.

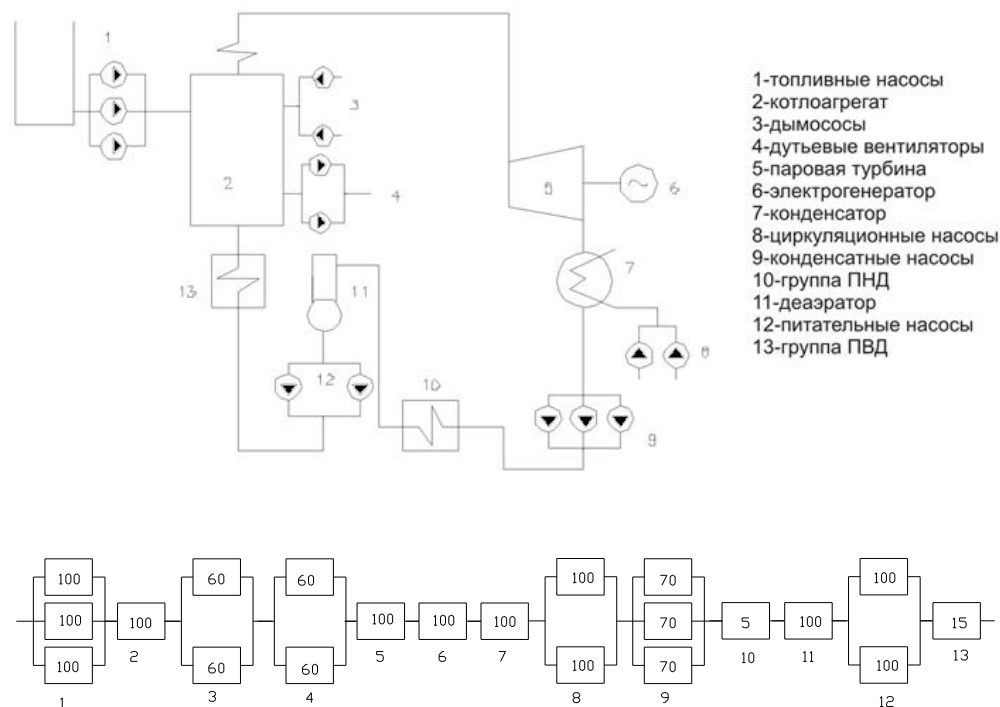


Рисунок 1 – Пример структурной схемы гипотетического энергоблока

Таким образом, в результате выполнения работы разработана методика и программное обеспечение по определению показателей надежности блочных ТЭС и ТЭС с поперечными связями, разработана методика решения задач микро- и макропроектирования энергетических объектов, выполнена оценка оптимального соотношения вопросов надежности и экономичности ТЭС и АЭС.

#### Список литературы

1. Богдан, Е. В. Прогнозируемые нагрузки электростанций Белорусской энергосистемы после ввода Белорусской АЭС / Е. В. Богдан, Н. Б. Карницкий // Актуальные проблемы развития энерго- и ресурсосберегающих инновационных технологий : Материалы. – Республика Узбекистан, г. Карши. – Qarshi muhandislar – iqtisodiyot institute, 2022. – С. 536–539.
2. Богдан, Е. В. Проблемы регулирования суточного графика электрических нагрузок энергосистемы Республики Беларусь и интегрированной АЭС / Е. В. Богдан, Н. Б. Карницкий // Материалы IV международной НТК обучающихся и преподавателей / Минобрнауки РФ, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», сост. М. С. Ликатов, Г. А. Морозов, под общ. ред. Т. Ю. Коротковой. – СПб., 2021. – Ч. 2. – С. 30–36.