Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Режимы работы и эксплуатации ТЭС

13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 04-03-2026 19:34:00 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у студентов прочной теоретической базы по вопросам режимов работы и эксплуатации теплоэнергетического оборудования.

Задачами учебной дисциплины являются:

– освоить способы эксплуатации ТЭС и режимы работы, уметь распределять нагрузки ТЭС. Освоить методы надежной и экономичной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования ТЭС;

– производить анализ влияния различных режимов и факторов на надежность и экономичность работы основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Разработка и реализация проектов 2;
– Утилизация тепла уходящих газов;
– Разработка и реализация проектов 1;
– Ресурсо- и энергосбережение в современном производстве;
– Воздействие технологических процессов на экологию и здоровье человека;
– Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Методы снижения вредных воздействий объектов теплоэнергетики на окружающую среду;
– Водоподготовка котельных установок;
– Экспертиза экологической безопасности.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора	Планируемые результаты

(группы) ПК		достижения ПК	обучения
	ПК-1: Способен организовывать мероприятия по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта	ПК-1.2 Организует работу комиссии по проверке готовности оборудования к пуску в работу	– знать: порядок организации комиссии по проверке готовности оборудования ТЭС к пуску в работу. – уметь: организовать комиссию по проверке готовности оборудования ТЭС к пуску в работу.
	ПК-2: Способен осуществлять производственный контроль соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте	ПК-2.1 Планирует организационно-технические мероприятия по проведению производственного контроля подразделений организации для выявления и устранения нарушений	– знать: организационно-технические мероприятия на ТЭС по проведению производственного контроля подразделений организации для выявления и устранения нарушений. – уметь: планировать организационно-технические мероприятия на ТЭС по проведению производственного контроля подразделений организации для выявления и устранения нарушений.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***3 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***24***	*24*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***24***	*24*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***24***	*24*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Маневренность оборудования ТЭС (Понятие о маневренности ТЭС. Маневренность неблочных электростанций, их пусковые режимы. Диапазон нагрузок энергоблоков. Регулировочный диапазон нагрузок. Технический минимум нагрузки энергоблоков с прямоточными и барабанными котлами. Основные требования к маневренности энергоблоков. Скорость нагружения энергоблока после длительной работы на частичной нагрузке. Скорость нагружения турбины, барабанного и прямоточного котлов. Влияние работы блока на скользящем давлении пара в котле на скорость нагружения котла и турбины. Понятие о мобильности ТЭС. Действительная и статическая мобильности. Подхват нагрузки вращающимся резервом. Аккумулирующая способность котлов. Показатели мобильности блоков 200 и 300 МВт.);

Раздел 2 Режимы работы оборудования ТЭС (Особенности эксплуатации ТЭС блочной структуры. Показатели экономичности при работе на частичных нагрузках. Регулирование мощности блока скользящим начальным давлением пара. Вспомогательное оборудование при эксплуатации на частичных нагрузках. Способы прохождения минимальных нагрузок на КЭС. Основные принципы регулирования мощности атомной электростанции. Особенности режимов работы оборудования ТЭЦ. Режимы работы турбоустановки с промышленным и теплофикационным регулируемыми

отборами пара и конденсацией. Режимы работы отопительных ТЭЦ. Влияние параметров и режимов работы теплосети на тепловую экономичность ТЭЦ. Взаимосвязь режимов работы тепловой сети и теплофикационных турбин.);

Раздел 3 Энергетические характеристики оборудования энергоблоков (Зависимости КПД оборудования от нагрузки. Многофакторность энергетических характеристик. Диаграммы режимов турбины. Тепловые характеристики котлоагрегатов.
Формы отчета электростанций о тепловой экономичности оборудования. Расследование и учет технологических
нарушений в работе электростанций. Инцидент и авария. Виды и способы остановов энергоблоков и их оборудования. Основные понятия о готовности к работе и надежности оборудования. Планирование и организация ремонта. Классификация режимов работы АЭС. Основная документация по ведению режимов электростанций.);

Раздел 4 Пуско-остановочные режимы работы оборудования ТЭС (Основные критерии надежности пусковых режимов энергоблоков. Организация пусков энергоблоков, их классификация в зависимости от температурного состояния
оборудования. Скользящие параметры при пуске блока. Пусковые схемы энергоблоков и общие требования к ним.
Одно- и двухбайпасная пусковые схемы. Пусковая схема энергоблока с прямоточными котлами. Основные узлы,
элементы и их назначение. Пускосбросное оборудование.
Общие принципы технологии пуска блока. Пусковые схемы энергоблоков с барабанным котлом, основные элементы, их назначение. Особенности пуска блоков из неостывшего и горячего состояний. Графики задания пусков блоков из различных тепловых состояний. Пуск блоков из холодного и неостывшего состояний. Остановы блоков. Остановы блоков и их классификация в зависимости от причин и применяемой технологии.);

Раздел 5 Расходы и потери теплоты и топлива (Источники расходов и потерь топлива при пуске блоков. Этапы нестационарных режимов блока, связанные с
потерями топлива. Методика расчетов потерь топлива при пусковых режимах блоков мощностью 160, 210 и 300 МВт.
Анализ и пути сокращения потерь топлива при пусковых режимах.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Маневренность оборудования ТЭС	3	

Раздел 2.	Режимы работы оборудования ТЭС	6	
Раздел 3.	Энергетические характеристики оборудования энергоблоков	9	
Раздел 4.	Пуско-остановочные режимы работы оборудования ТЭС	3	
Раздел 5.	Расходы и потери теплоты и топлива	3	
Итого:		**24**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Маневренность оборудования ТЭС	4	
Раздел 2.	Переменные режимы работы оборудования ТЭС	5	
Раздел 3.	Особенности режимов работы оборудования ТЭЦ	5	
Раздел 4.	Пуско-остановочные режимы работы оборудования ТЭС	5	
Раздел 5.	Эксплуатация оборудования ТЭС	5	
Итого:		**24**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Построение диаграммы режимов работы	36	

	теплофикационной установки ТЭЦ		
Итого:		**36**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	4	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	5	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	5	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	5	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	5	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Итого:		**96**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);

		2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 5.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Курсовая работа.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы к защите курсовой работы
Экзамен.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – индивидуальный или фронтальный устный опрос. В ходе проведения входного контроля обучающимся предлагается ответить на вопросы по материалу, изученному в процессе освоения ООП ВО.

Шкала оценивания устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «зачтено» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не зачтено» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые требуют проведения дополнительных индивидуальных консультаций.

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсовой работы; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
	30	
	60	
	100	

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка

Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: курсовая работа; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно

Оценка	Требования к знаниям
	справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Парогазотурбинные установки: эжекторы конденсационных установок : учебное пособие для вузов / К. Э. Аронсон, А. Ю. Рябчиков, Д. В. Брезгин, И. Б. Мурманский. — Москва : Юрайт, 2024. — 129 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09826-6. – URL: https://urait.ru/bcode/538951 (дата обращения: 03.03.2026);

2 Общая энергетика: развитие топочных технологий в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / В. Л. Шульман, А. Ф. Рыжков, Т. Ф. Богатова [и др.] ; под ред. Б. В. Берга. — Москва : Юрайт, 2024. — 209 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07569-4. – URL: https://urait.ru/bcode/539335 (дата обращения: 03.03.2026);

3 Общая энергетика: развитие топочных технологий в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. Л. Шульман, А. Ф. Рыжков, Т. Ф. Богатова [и др.] ; под ред. Б. В. Берга. — Москва : Юрайт, 2024. — 290 с.

— (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07562-5. – URL: https://urait.ru/bcode/539333 (дата обращения: 03.03.2026);

4 Машиностроение. Турбинные установки. Т. IV-19 : энциклопедия / В. А. Рассохин, Л. А. Хоменок, В. Б. Михайлов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 2015. – 1030 с. – ISBN 978-5-94275-696-3. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756963.html (дата обращения: 03.03.2026);

5 Росляков, П. В. Методы защиты окружающей среды : учебник для вузов / Росляков П. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01164-5. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011645.html (дата обращения: 03.03.2026);

6 Елистратов, С.Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / Елистратов С.Л., Шаров Ю.И. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 148 с. – ISBN 978-5-9729-0554-6. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972905546.html (дата обращения: 03.03.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» (перечислить оборудование и технические средства обучения);
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной

техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

заведующий кафедрой Темлянцева Елена Николаевна (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Заместитель начальника ПТО
Центральная ТЭЦ ООО «ЭнергоТранзит» А. Ю. Поромов

Приложение

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1. Что такое рабочее тело?
2. Какое число независимых параметров определяет состояние рабочего тела?
3. Какие процессы называют равновесными и какие – неравновесными, обратимыми и необратимыми?
4. Какая разница между термодинамическим процессом и круговым (циклом)?
5. Что такое внутренняя энергия рабочего тела?
6. Что такое теплота и работа процесса?
7. В чем сущность первого закона термодинамики?
8. Что такое энтальпия?
9. Что такое теплоемкость?
10. Какие существуют теплоемкости?
11. В чем разница между средней и истинной теплоемкостями?
12. Что такое термодинамический цикл?
13. В чем состоят термическая и механическая необратимости процессов?
14. Что такое прямой и обратный циклы Карно?
15. В чем сущность второго закона термодинамики?
16. Основная задача расчета любого термодинамического процесса.
17. Как определяют теплоту изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного и политропного процессов идеального газа?
18. В чем состоит цель расчета термодинамических процессов воды и водяного пара?
19. Как определяют теплоту и работу для основных термодинамических процессов водяного пара?
20. Что такое абсолютная, относительная влажность, влагосодержание?
21. Что такое точка росы?
22. Что такое сопло и диффузор?
23. Какой процесс называется дросселированием?

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Тема 1. Маневренность оборудования ТЭС

1 Устный опрос на лекции

1. Особенности работы ТЭС в составе объединенных энергосистем. Основные задачи эксплуатации. Оперативное управление режимами работы ТЭС.
2. Суточные графики электрических нагрузок и их режимные характеристики.

3. Способы покрытия графиков нагрузки энергосистем и требования к режимным характеристикам ТЭС.
4. Характеристики маневренности оборудования ТЭС.
5. Аккумулирующая способность котла и ее влияние на режимы работы блока.
6. Регулировочный диапазон котлов и турбин и факторы его определяющие. Способы расширения регулировочного диапазона котлов и турбин.
7. Перевод блоков на нагрузку собственных нужд. Моторный режим работы. Режимы с отключением группы ПВД.
8. Переходные процессы в оборудовании ТЭС. Скорости изменения нагрузки котлов и турбин и факторы их определяющие.
9. Факторы, определяющие надежность работы котла в переходных режимах. Мобильность и форсировочные режимы блоков.
10. Способы прохождения минимальных и максимальных нагрузок суточного графика нагрузки.

2 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Тема 2. Режимы работы оборудования ТЭС

1 Устный опрос на лекции

1. Зависимость КПД котла и турбины от нагрузки. Зависимость параметров пара в отборах турбины и конденсаторе от нагрузки.
2. Процесс расширения пара в турбине на частичных нагрузках при различных системах парораспределения и способах регулирования нагрузки.
3. Влияние нагрузки блока на потери рабочего тела и работу регенеративных подогревателей, деаэратора и испарителей.
4. Расчет тепловых схем конденсационных энергоблоков на частичные нагрузки.
5. Энергетические характеристики котлов и турбин. Поправки к энергетическим характеристикам на отклонение параметров от номинальных.
6. Влияние чистоты поверхностей нагрева и присосов воздуха на экономичность энергоблоков.

2 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Тема 3. Энергетические характеристики оборудования энергоблоков

1 Устный опрос на лекции

1. Работа теплофикационных турбин по тепловому и электрическому графикам
2. Нагрузки и влияние режимов работы на тепловую экономичность ТЭЦ.
3. Особенности режимов работы турбин с противодавлением, промышленными и теплофикационными регулируемыми отборами пара.
4. Диаграммы режимов теплофикационных турбин.
5. Влияние на режимы работы теплофикационных турбин температуры наружного воздуха и обратной сетевой воды, ограничений давлений регулируемых отборов, чистоты поверхности сетевых подогревателей.
6. Особенности режимов работы теплофикационных турбоустановок с включенным теплофикационным пучком в конденсаторе.
7. Особенности расчета теплофикационных турбоустановок на частичные нагрузки.
8. Маневренные характеристики ТЭЦ.
9. Режимы работы и особенности эксплуатации пиковых водогрейных котлов.

2 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Тема 4. Пуско-остановочные режимы работы оборудования ТЭС

1 Устный опрос на лекции

1. Температурные напряжения в металле при переходных режимах и связанные с ними ограничения пусковых и остановочных режимов котлов, турбин и паропроводов.
2. Контроль допустимости режимов по температурной неравномерности металла.
3. Допустимые скорости прогрева и охлаждения оборудования пароводяного тракта ТЭС.

4. Относительные удлинения и прогиб ротора турбин как факторы ограничения скорости их пуска и нагружения.
5. Критерии надежной работы котлов и турбин.
6. Предпусковые состояния оборудования.
7. Этапы и графики пуска.
8. Пусковые схемы и требования к ним.
9. Неблочный и блочный пуски оборудования.
10. Предпусковые операции на котле и турбине.
11. Пусковые схемы блоков с барабанными и прямоточными котлами.
12. Особенности растопки барабанных и прямоточных котлов.
13. Пуск блоков из холодного состояния. Особенности пусков блоков из неостывшего и горячего состояний.
14. Особенности пусков теплофикационных турбин.
15. Остановы оборудования в резерв и ремонт.
16. Аварийные остановы котлов и турбин.
17. Расход топлива на пуско-остановочный режим.
18. Консервация оборудования.

2 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Тема 5. Расходы и потери теплоты и топлива

1 Устный опрос на лекции

1. Организация эксплуатации оборудования ТЭС.
2. Эксплуатация котлов в нормальных условиях работы.
3. Эксплуатация турбин в нормальных условиях работы.

2 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

1. Коэффициент теплофикации это…

а) отношение отпуска теплоты из отборов турбины к общему отпуску тепла от ТЭЦ в период максимальной нагрузки

б) отношение отпуска теплоты из отборов турбины к общему расходу тепла на турбину в период максимальной нагрузки

в) отношение отпуска теплоты из отборов турбины к отпуску тепла от пиковых водогрейных котлов в период максимальной нагрузки

г)отношение отпуска тепла от пиковых водогрейных котлов к общему отпуску тепла от ТЭЦ в период максимальной нагрузки

2. Мобильностью энергоблока называется…

а) возможность длительной работы энергоблока на холостом ходу и нагрузке собственных нужд

б) возможность быстрого перехода энергоблока от нагрузки собственных нужд к полной нагрузке

в) возможность достижения заданной скорости планового нагружения и разгрузки

г) возможность подхвата энергоблоком мощности в течение нескольких секунд после резкого снижения частоты

3. На отличие в значениях статической и действительной мобильности, влияют следующие факторы…

а) наличие емкости промежуточного перегрева пара и влияние понижения давления пара перед турбиной

б) величина начального дефицита мощности в энергосистеме и влияние понижения давления пара перед турбиной

в) величина вращающего резерва и величина начального дефицита мощности в энергосистеме

г)величина вращающегося резерва и наличие емкости промежуточного перегрева пара

4. Применение двухбайпасной пусковой схемы вызвано требованием …

а) необходимость пуска блока из холодного состояния

б) необходимость удержания блока на холостом ходу после полного сброса нагрузки

в) необходимость надежного охлаждения трубок первичного пароперегревателя

г)необходимость надежного охлаждения трубок промежуточного пароперегревателя

5. Укажите назначение встроенной задвижки (ВЗ) в тракте прямоточного котла …

а) немедленном останове работающего котла

б) прекращении подачи пара на турбину
в) обеспечении работы котла в режиме скользящего давления
г) обеспечении пуска прямоточного котла из различных тепловых состояний

6. Укажите случаи, в которых производится немедленная остановка турбины со срывом вакуума в конденсаторе …

а) увеличение частоты вращения ротора турбины сверх установки срабатывания автомата безопасности
б) значительное ухудшение вакуума в конденсаторе
в) поломка в системе регулирования турбины
г) недопустимое повышение температуры выхлопного патрубка

7. Фактор, за счет которого производится повышение экономичности при работе энергоблока на скользящем давлении…

а) за счет сохранения начальной температуры при всех частичных расходах пара равной номинальной
б) за счет увеличения начальной температуры при всех частичных расходах пара сверх номинальной
в) за счет повышения начального давления при всех частичных расходах пара сверх номинального
г) за счет увеличения подвода теплоты в промежуточный перегреватель котла

8. Зависимость, установленная диаграммой режимов теплофикационной турбины …

а) расхода пара на турбину в зависимости от давления в конденсаторе
б) расхода пара в конденсатор и в теплофикационный отбор турбины в зависимости от давления в отборе турбины
в) расхода пара в конденсатор и в теплофикационный отбор в зависимости от электрической мощности турбины
г) давления пара в теплофикационном отборе и в конденсаторе от электрической мощности турбины

9. В отдельные периоды пуска пусковые потери топлива пропорциональны величине…

а) скорости нагружения блока
б) температуре металла и теплоносителя в указанные периоды пуска
в) длительности указанных периодов пуска
г) скорости вращения турбоагрегата в указанные периоды пуска

10. Отчетным документом при пуске энергоблока является…

а) график – задание на пуск блока
б) режимная карта котлоагрегата
в) сетевой график пуска
г) пусковая ведомость

11. При постоянной паропроизводительности КПД котлоагрегата увеличивается…

а) при увеличении температуры питательной воды
б) при увеличении влажности топлива
в) при увеличении зольности топлива
г) при снижении температуры уходящих газов

12. Отключение действием защит или персоналом с немедленным остановом котла требуется в случаях…

а) прекращение действия всех питательных насосов
б) прекращение работы золоулавливателей
в) выход из строя дистанционных указателей уровня воды в барабане
г) резкое ухудшение качества питательной воды против норм

13. Мероприятия, не относящиеся к методам повышения маневренности паровых турбин …

а) применение растопочных РОУ с достаточной пропускной способностью
б) локализация областей высоких температур путем экранирования области паровпуска
в) применение системы охлаждения выхлопного патрубка ЦНД при малых нагрузках
г) применение предтолчкового прогрева паровпускных труб

14. В котлоагрегате аккумулирующей способностью называется…

а) общее тепло аккумулированное в кипящей воде котла
б) масса пара находящегося в пароперегревателе и паропроводах
в) тепло аккумулированное в металле поверхностей нагрева
г) количество дополнительно выработанного пара при снижении давления на 1 МПа

15. Показатель, который не входит в понятие маневренность…

а) допустимая скорость планового нагружения
б) технический минимум нагрузки
в) гарантированный КПД электростанции

г) продолжительность пуска блока из различных тепловых состояний

16. Для маневренности паровых турбин ограничивающим фактором является…

а) частота в энергосистеме
б) температурные напряжения в толстостенных элементах
в) неравномерный прогрев отдельных экранных контуров
г) применение газообразного топлива

17. Не повышают маневренность котлов следующие меры…

а) останов котла в резерв с консервацией давления закрытием ГПЗ и шиберов на газоходах
б) паровой обогрев барабана паром от постороннего источника
в) многоярусное расположение горелок у газомазутных топок
г) температурная разверка по змеевикам прямоточных котлов

18. На номинальном давлении в пределах регулировочного диапазона оборудование энергоблоков должно быть рассчитано на число циклов разгрузок и нагружений …

а) 10 тысяч
б) 20 тысяч
в) 30 тысяч
г) 40 тысяч

19. АЭС должны немедленно отключаться от сети без выдержки времени при следующем аварийном снижении частоты энергоблока …

а) 1.48 Гц
б) 2. 47 Гц
в) 46 Гц
г)45 Гц

20. Отношение, характеризующее коэффициент рабочего времени…

а) отношение годовой выработки эл. энергии к числу часов использования установленной мощности
б) отношение годовой выработки эл. энергии к числу часов использования максимума нагрузки
в) отношение годовой выработки эл. энергии к числу часов использования минимума нагрузки
г)отношение времени работы эл. станции в году к 8760

21 Ограничение по протяженности магистралей, предающих пар промышленным потребителям …

а) 1-2 км
б) 3-4 км
в) 5-7 км
г) 8-10 км

22 Вид теплоснабжения, имеющий сезонный характер …

а) производственное теплопотребление
б) вентиляционные нагрузки
в) горячее водоснабжение
г) отопление

23 Предельная температура сетевой воды, обеспеченная основными подогревателями ТЭЦ …

а) 90-95 °
б) 95-105 ° С
в) 105-110 °С
г) 115-120°С

24 Экономически целесообразно расчетную величину тепловой нагрузки теплофикационных отборов выбирать…

а) ниже максимума тепловой нагрузки системы теплоснабжения
б) равной максимуму тепловой нагрузки системы теплоснабжения
в) на 10% выше максимума тепловой нагрузки системы теплоснабжения
г) на 20% выше максимума тепловой нагрузки системы теплоснабжения

25 Параметр, определяемый $\alpha_{тэц}$ показывает…

а) какую часть тепловой нагрузки покрывают из отборов турбины
б) какую часть тепловой нагрузки покрывают все пиковые подогреватели
в) какая часть максимальной нагрузки должна быть покрыта в данном климатическом сезоне
г) какая часть тепловой нагрузки покрывается одним основным сетевым подогревателем

26 Температура стенки труб, при которой обеспечивается надежная работа промперегревателя из стали 12Х 1 МФ, составляет не выше…

а) 450°С

б) 500°С
в) 580°С
г) 650°С

27 Доля от номинала для растопочного расхода питательной воды при пуске прямоточного котла составляет…

а) 20%
б) 30%
в) 40%
г) 50%

28 Дать определение критического пути сетевого графика…

а) непрерывная последовательность работ от начального события до конечного, требующая наименьшего времени для выполнения
б) непрерывная последовательность работ от начального события до конечного, требующая наибольшего времени для выполнения
в) время, за которое может быть выполнено параллельно максимальное количество работ по сетевому графику
г) среднее время выполнения различных работ по сетевому графику

29 Сетевые графики не позволяют…

а) вскрыть резервы времени для уменьшения продолжительности пусковых операций
б) исключить неправильную последовательность действий
в) повысить надежность пусковых операций
г) характеризовать тепловое состояние элементов оборудования

30 Режим работы при скользящем начальном давлении не позволяет…

а) обеспечить повышение экономичности на частичных режимах
б) обеспечить повышение мобильности блока
в) получить экономию за счет уменьшения мощности питательного насоса
г) обеспечить устойчивый температурный режим турбины

31 Мощность турбин в процессе эксплуатации не снижает показатель…

а) занос отложениями проточной части
б) понижение давления в конденсаторе
в) загрязнение трубок конденсатора
г) снижение расхода циркуляционной воды через конденсатор

32 На ТЭС в зависимости от конструкции агрегатов продолжительность капитального ремонта составляет до…

а) 15-20 суток
б) 30 суток
в) 40 суток
г) 70 суток

33 Мероприятие, выполняемое в ходе капитального ремонта…

а) чистка поверхностей нагрева котла
б) чистка трубок конденсаторов
в) модернизация проточной части турбины
г) устранение протечек и парения арматуры

34 Одним из критериев энергетической эффективности ТЭЦ является...

а) максимальная мощность при работе на конденсационном режиме
б) максимальный отпуск тепла потребителю
в) удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении
г) минимально допустимая нагрузка, облегчающая возможность маневрирования

35 Продолжительность набора мощности (~ 10%), при закрытии обратных клапанов отбора пара на ПВД у турбины К-200-130, составляет…

а) 406 сек
б) 8-10 сек
в) 12-14 сек
г) 18-20 сек

36 Следующий параметр при построении диаграммы режимов теплофикационной турбины не является фиксированным …

а) давление острого пара
б) температура острого пара
в) давление в регулируемом отборе
г) расход отборного пара

37 Одна из причин аварийного останова турбины со срывом вакуума…

а) возникновение недопустимого резкого осевого сдвига ротора турбины
б) значительном ухудшении вакуума в конденсаторе
в) недопустимом повышении температуры выхлопного патрубка

г) поломка в системе регулирования, которую нельзя устранить на ходу турбины

38 Причина возрастания пусковых потерь …

а) при уменьшении мощности блока
б) при снижении начальных давления и температуры пара
в) при переходе с газообразного на твердое топливо
г) при снижении металлоемкости оборудования

39 Квадрату частоты вращения пропорционален следующий параметр турбопитательного насоса …

а) производительность насоса
б) напор насоса
в) мощность насоса
г) КПД насоса

40 Мероприятие, характеризующее особенность эксплуатации энергоблока…

а) наличие трансформатора собственных нужд ГРЭС
б) обеспечение при работе АЭС регламентированных экологических показателей
в) обеспечение нормированного штатного коэффициента персонала станции
г) централизация управления энергоблоком из единого центра БЩУ

41 Единицы измерения мобильности энергоблока …

а) Гц/сек
б) МВт/Гц
в) МВт/сек
г) МПа/сек

42 В теплофикационных турбинах режимом свободного распределения пара называется…

а) полное закрытие диафрагмы
б) полное закрытие регулировочных клапанов
в) полное открытие диафрагмы
г) полное открытие регулировочных клапанов

43 С полностью открытыми регулирующими клапанами при работе на скользящем начальном давлении невозможно…

а) обеспечить быстрый подхват мощности турбиной
б) снизить нагрузку энергоблока

в) обеспечить работу поддержанием температуры острого пара постоянной
г) снизить потери на сжатие питательной воды в насосе

44 Условие увеличения КПД котлоагрегата при постоянной паропроизводительности…

а) при увеличении температуры питательной воды
б) при увеличении влажности топлива
в) при увеличении зольности топлива
г) при снижении температуры уходящих газов

45 Отключение действием защит или персонала с немедленным остановом котла, требуется в случаях…

а) прекращение действия всех питательных насосов
б) прекращение работы золоулавливателей
в) выход из строя дистанционных указателей уровня воды в барабане
г) резкое ухудшение качества питательной воды против норм

46 Мероприятие, характеризующее особенность эксплуатации энергоблока…

а) наличие трансформатора собственных нужд ГРЭС
б) обеспечение при работе АЭС регламентированных экологических показателей
в) обеспечение нормированного штатного коэффициента персонала станции
г) централизация управления энергоблоком из единого центра БЩУ

47 На неблочных ТЭЦ чаще всего применяются…

а) продольные связи
б) поперечные связи
в) перпендикулярные связи
г) моноблочная схема

48 Энергогенерирующие установки, обеспечивающие максимальный КПД цикла …

а) ТЭС на докритические параметры пара
б) ТЭС на параметры СКД
в) угольные ТЭС на суперкритические параметры пара
г) парогазовые установки

49 Мероприятие, обусловившее переход к блочным схемам ТЭС…

а) укрупнением мощности энергоблоков

б) строительством новых энергоблоков АЭС
в) началом применения промежуточного перегрева пара
г) появившимися ограничениями в водоснабжении ГРЭС экологических показателей

50 Наиболее важным недостатком блочных схем является…

а) более низкая маневренность установки
б) более низкая надежность блочной ГРЭС
в) усложнение тепловой схемы и коммуникаций
г) отсутствие жесткой связи по режиму котла и турбины

51 Переход к блочной структуре ТЭС обусловлен…

а) начало применения регенеративного подогрева питательной воды
б) широкое внедрение теплофикации
в) переход к повышенным начальным параметрам пара
г) началом применения промежуточного перегрева пара

52 Для КЭС с газомазутными котлами технический минимум нагрузки должен составлять…

а) 30% от номинальной мощности
б) 45% от номинальной мощности
в) 60% от номинальной мощности
г) 70% от номинальной мощности

53 Давление в барабане, при подключении барабанного котла к общей магистрали при пуске, составляет…

а) на 0,1-0,2 МПа ниже, чем в магистрали
б) на 0,4-0,5 МПа выше, чем в магистрали
в) на 0,1-0,2 МПа выше, чем в магистрали
г) на 0,4-0,5 МПа ниже, чем в магистрали

54 Признак классификации энергопроизводящих объектов на элекстростанции: на органическом топливе, ядерном горючем, геотермальной и ветровой энергии это деление…

а) по участию в покрытии графиков нагрузки
б) по назначению и форме использования
в) по источникам энергии
г) по виду выдаваемой энергии

55 Соотношение суточного минимума нагрузки и суточного максимума это…

а) коэффициент плотности графика нагрузки
б) среднесуточная нагрузка

в) скорость набора нагрузки
г) коэффициент неравномерности графика нагрузки

56 К способу выравнивания графиков нагрузки не относится мероприятие…

а) введение разных тарифов на электроэнергию в дневное и ночное время суток
б) создание аккумуляторов энергии
в) создание гидроаккумулирующих электростанций
г) строительство теплоэлектроцентралей

57 В периоды максимальной нагрузки экономически оправданным является следующее значение величины коэффициента теплофикации…

а) 0,1÷0,3
б) 0,3÷0,5
в) 0,5÷0,7
г) 0,7÷0,9
д) 0,9÷1,0

58 Маневренность энергоблока не характеризуют ниже перечисленные показатели…

а) технический минимум нагрузки
б) скорость планового нагружения
в) расчетный коэффициент теплофикации
г) расход топлива на пуск блока

59 При работе на частичных нагрузках, на изменение экономичности блока практически не влияет фактор…

а) изменение КПД котла в диапазоне нагрузок 70÷100% от номинальной
б) снижение температуры питательной воды
в) нарушение оптимального соотношения осевых и окружных скоростей пара в ступенях турбины
г) относительное увеличение расхода электроэнергии на собственные нужды

60 Длительность простоя при пуске блока из холодного состояния составляет …

а) более 1 часа
б) более 6-10 часов
в) более 70-90 часов

г) боле 40-50 часов

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Особенности работы ТЭС в составе объединенных энергосистем. Основные задачи эксплуатации. Оперативное управление режимами работы ТЭС.
2. Суточные графики электрических нагрузок и их режимные характеристики.
3. Способы покрытия графиков нагрузки энергосистем и требования к режимным характеристикам ТЭС.
4. Характеристики маневренности оборудования ТЭС.
5. Аккумулирующая способность котла и ее влияние на режимы работы блока.
6. Регулировочный диапазон котлов и турбин и факторы его определяющие. Способы расширения регулировочного диапазона котлов и турбин.
7. Перевод блоков на нагрузку собственных нужд. Моторный режим работы. Режимы с отключением группы ПВД.
8. Переходные процессы в оборудовании ТЭС. Скорости изменения нагрузки котлов и турбин и факторы их определяющие.
9. Факторы, определяющие надежность работы котла в переходных ре-жимах. Мобильность и форсировочные режимы блоков.
10. Способы прохождения минимальных и максимальных нагрузок суточного графика нагрузки.
11. Зависимость КПД котла и турбины от нагрузки. Зависимость параметров пара в отборах турбины и конденсаторе от нагрузки.
12. Процесс расширения пара в турбине на частичных нагрузках при различных системах парораспределения и способах регулирования нагрузки.
13. Влияние нагрузки блока на потери рабочего тела и работу регенеративных подогревателей, деаэратора и испарителей.
14. Расчет тепловых схем конденсационных энергоблоков на частичные нагрузки.
15. Энергетические характеристики котлов и турбин. Поправки к энергетическим характеристикам на отклонение параметров от номи-нальных.
16. Влияние чистоты поверхностей нагрева и присосов воздуха на экономичность энергоблоков.
17. Работа теплофикационных турбин по тепловому и электрическому графикам
18. Нагрузки и влияние режимов работы на тепловую экономичность ТЭЦ.
19. Особенности режимов работы турбин с противодавлением, промышленными и теплофикационными регулируемыми отборами пара.
20. Диаграммы режимов теплофикационных турбин.

21. Влияние на режимы работы теплофикационных турбин температуры наружного воздуха и обратной сетевой воды, ограничений давлений регулируемых отборов, чистоты поверхности сетевых подогревателей.

22. Особенности режимов работы теплофикационных турбоустановок с включенным теплофикационным пучком в конденсаторе.

23. Особенности расчета теплофикационных турбоустановок на частичные нагрузки.

24. Маневренные характеристики ТЭЦ.

25. Режимы работы и особенности эксплуатации пиковых водогрейных котлов.

26. Температурные напряжения в металле при переходных режимах и связанные с ними ограничения пусковых и остановочных режимов котлов, турбин и паропроводов.

27. Контроль допустимости режимов по температурной неравномерности металла.

28. Допустимые скорости прогрева и охлаждения оборудования паро-водяного тракта ТЭС.

29. Относительные удлинения и прогиб ротора турбин как факторы ограничения скорости их пуска и нагружения.

30. Критерии надежной работы котлов и турбин.

31. Предпусковые состояния оборудования.

32. Этапы и графики пуска.

33. Пусковые схемы и требования к ним.

34. Неблочный и блочный пуски оборудования.

35. Предпусковые операции на котле и турбине.

36. Пусковые схемы блоков с барабанными и прямоточными котлами.

37. Особенности растопки барабанных и прямоточных котлов.

38. Пуск блоков из холодного состояния. Особенности пусков блоков из неостывшего и горячего состояний.

39. Особенности пусков теплофикационных турбин.

40. Остановы оборудования в резерв и ремонт.

41. Аварийные остановы котлов и турбин.

42. Расход топлива на пуско-остановочный режим.

43. Консервация оборудования.

44. Организация эксплуатации оборудования ТЭС.

45. Эксплуатация котлов в нормальных условиях работы.

46. Эксплуатация турбин в нормальных условиях работы.

5 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

Задача 1. В клапанах паровой турбины водяной пар с начальными параметрами p_1=7 МПа и t_1=420 °С, дросселируется до давления p_2=5

МПа, а затем в соплах турбины адиабатно расширяется до давления p_3=2 МПа. Определить потерю полезной работы турбины вследствие дросселирования.

Задача 2. Определить мощность турбины ПТУ ТЭЦ , если известно что на производственные нужды отбирается D_1=10 кг/с пара при давлении p_2=1 МПа, остальная часть пара в количестве D_2=25 кг/с расширяется в ступенях низкого давления до p_3=0,25 МПа. Начальные параметры пара поступающего в ступени высокого давления, имеют следующие значения : давление p_1=9 МПа и температура t_1=535 °С. Процесс расширения пара в турбине считать изоэнтропийным.

Задача 3. Один килограмм перегретого водяного пара с давлением p_1=5 МПа и температурой t_1=380°С сначала дросселируется в вен-тиле до промежуточного давления p_2=0,2 МПа, а затем расширяется адибатно до давления p_2=0,004МПа. Определить параметры пара за вентилем, увеличение энтропии и изменение энтальпии при адиабатном расширении.

Задача 4. Определить термический к.п.д. цикла паросиловой уста-новки с предельной регенерацией, если на турбину поступает водя-ной пар с начальными параметрами p_1=3 МПа и t_1=450 °С, давление в конденсаторе p_2=4 кПа.

Задача 5. Электрическая мощность турбогенератора паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, Nэ=12000 КВт. Параметры пара перед турбиной: давление p_1=9 МПа и температура t_1=450 °С, давление в конденсаторе p_2=0,004 МПа. Определить расход топлива на установку, если в котельной сжигается уголь с теплотой сгорания $Q_{рн}$=24000 КДж/кг. КПД котельной установки $\eta_к$=0,8. Относительный электрический КПД турбогенератора $\eta_{оэ}$=0,85. Остальными потерями пренебречь.

Задача 6. Параметры пара перед турбиной: давление p_1=6 МПа и температура t_1=450 °С. Отбор пара на производство осуществляется при давлении p_0=0,6МПа. Обратно возвращается конденсат с температурой $t_{к1}$=50 °С. Остальной пар расширяется в турбине до давления p_2=0,12 МПа и направляется в теплофикационную сеть. Откуда возвращается конденсат с температурой $t_{к2}$=30 °С. Определить теоретическую мощность турбины. Если расход тепла на производство составляет $Q_{пр}$=14 МВт, а на отопление – $Q_{от}$=37 МВт.

Задача 7. Паротурбинная установка работает по циклу Ренкина с начальным давлением пара p_1=5 МПа и температурой t_1=400°С. Определить удельный расход пара и термический к.п.д. цикла, если давление в конденсаторе p_2=4 кПа. Изобразите цикл в Ts-диаграмме.

Задача 8. Паротурбинная установка работает по регенеративному циклу с начальным давлением пара p_1=2МПа и температурой t_1=350°С и давлением в конденсаторе p_2=4кПа. Пар для регенеративного подогрева питательной воды отбирается при давлении p_0=0,2 МПа. Определить термический к.п.д. цикла. Изобразите цикл в Ts-диаграмме.

Задача 9. Оценить эффективности работы ТЭЦ, основное оборудование которой составляют энергетический котел и турбина с противодавлением типа Р-50-130/13 [8]. Параметры пара перед турбиной (давление, температура, энтальпия, соответственно): p_0=12,8 МПа, t_0=560 ^{O}C, h_0=3502,8 кДж/кг.

Параметры отбираемого пара: $p_т$=1,28 МПа, $t_т$=280 ^{O}C, $h_т$= 3004,2 кДж/кг, $h_к$=2069,8 кДж/кг. Конденсат возвращается от потребителя полностью с температурой 150 ^{O}C ($h'_к$=62,9 кДж/кг) и догревается паром регенеративных отборов до температуры $t_{п.в.}$=234 ^{O}C ($h_{п.в.}$=984,6 кДж/кг).

Задача 10. Определить расход пара на турбину номинальной электрической мощностью Nэ=60 МВт, отпускающей из отбора пар в количестве $D_{отб}$=120 т/ч. Давление в отборе $p_и$=1,0 МПа; начальные параметры пара перед турбиной: p_0=12,7 МПа, t_0=540 ^{O}C. Давление в конденсаторе турбины $p_к$=4,0 кПа. Средний внутренний КПД турбогенератора $\eta_{эм}$=0,98.

Задача 11. Определить часовой перерасход пара и натурального топлива на ТЭЦ, если применительно к условиям задачи 10 отпуск пара внешнему потребителю будет осуществляться в том же количестве не из отбора турбины, а непосредственно из котла. КПД котельной установки $\eta_{к.у}$=0, 89; теплота сгорания рабочего топлива $Q_н^р$=10,30МДж/кг; энтальпия питательной воды $h'_{п.в}$= 850 кДж/кг.

Задача 12. Произвести сравнение расходов пара из котла в случаях комбинированного и раздельного способов производства электроэнергии и теплоты. Данные для расчетов принять те же, что и в задаче 10. Энтальпия полностью возвращаемого конденсата $h'_{п.к}$= 293 кДж/кг.

Задача 13. Определить удельную выработку электроэнергии на тепловом потреблении в теплофикационной турбине. Энтальпия пара перед турбиной h_0= 3300 кДж/кг; энтальпия пара в отборе $h_{отб}$= 2800 кДж/кг; энтальпия полностью возвращаемого конденсата $h'_{в.к}$= 500 кДж/кг. Электромеханический КПД турбогенератора $\eta_{эм}$=0,98.

Задача 14. Определить, как изменится удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении при повышении давления в отборе турбины с $p_{отб1}$=0,12 МПа до $p_{отб2}$=0,25 МПа. Начальные параметры пара перед турбиной: p_0=13,0 МПа, t_0=565 ^{O}C; давление в конденсаторе турбины $p_к$=0,007 МПа; внутренний относительный КПД (средний для всей турбины) η_{0i}=0,85, $\eta_{эм}$=0,97. Энтальпия возвращаемого конденсата $h'_{в.к}$ = 300 кДж/кг; φ в.к=1.

Задача 15. Определить удельную выработку электроэнергии на тепловом потреблении турбины П-50-130, отпускающей из промышленного отбора пар в количестве Dп=60 т/ч. Возврат конденсата на ТЭЦ $D_{в.к}$=50 т/ч; температура возвращаемого конденсата $t_{в.к}$ =75 ^{O}C. Начальные параметры пара перед турбиной: p_0=13,0 МПа, t_0=540 ^{O}C; давление в отборе $p_п$=1,2 МПа; внутренний относительный КПД турбины η_{0i}=0,86, электромеханический КПД турбогенератора $\eta_{эм}$=0,98.

Задача 16. Определить часовую теплофикационную выработку электроэнергии на ТЭЦ, отпускающей из отборов турбин пар в количестве 200 т/ч. Конденсат с производства возвращается полностью. Давление в отборах турбин $p_п$=1,2 МПа. Начальные параметры пара перед турбиной: p_0=13,0 МПа, t_0=560 ОС; средний внутренний относительный КПД турбин η_{0i}=0,86, $\eta_{эм}$=0,97.

Задача 17. Определить расход пара в поверхностнмо пароводяном теплообменнике для подогрева сетевой воды с t_0=50 ^{O}C до $t_п$=120 ^{O}C. Расход сетевой воды $W_{с.в.}$=480 т/ч. Параметры пара в отборе: $p_{отб}$=0,25 МПа, $t_{отб}$=200 ^{O}C. Конденсат пара не переохлаждается.

6 Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по теме «Построение диаграммы режимов работы теплофикационной установки ТЭЦ».

Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

7 Вопросы к защите курсовой работы

1. Энергообъекты и их краткая характеристика.
2. Принципиальная схема комплекса энергообъектов обеспечивающего производство, преобразование, распределение и отпуск тепловой и электрической энергии потребителю.
3. Особенности производства электрической энергии.
4. Характерные особенности структуры и компоновки оборудования неблочных ТЭС.
5. Принципиальная схема паротурбинной установки неблочной ТЭС.
6. Компоновка оборудования главного корпуса ТЭС.
7. Особенности обслуживания оборудования ТЭС.
8. Краткая характеристика основных нормативно-технических документов, регламентирующих работу персонала ТЭС.
9. Организация работы оперативно-диспетчерского персонала.
10. Структурные подразделения (цеха, отделы, службы) ТЭС и их краткая характеристика.
11. Организационно-производственная схема управления котельным цехом ТЭС.
12. Основные этапы подготовки эксплуатационного персонала по новой должности.

13. Основные мероприятия, обеспечивающие поддержание и повышение квалификации оперативно-диспетчерского персонала ТЭС.
14. Основные задачи оперативного персонала при приемке-сдаче смены и обслуживании оборудования в течение смены.
15. Принципиальная технологическая схема котельной установки неблочной ТЭС.
16. Перечислите общестанционные и общецеховые технологические системы ТЭС.
17. Принцип работы котельной установки.
18. Назначение и конструкция каркаса и барабана котла.
19. Обвязка барабана котла.
20. Преимущества и недостатки двухбарабанных котлов.
21. Назначение внутрикотловых устройств котла.
22. Назначение и классификация топочных камер.
23. Основные эксплуатационные показатели, характеризующие работу топочных камер.
24. Влияние качества топлива на режим работы топочных камер.
25. Назначение и требования к горелочным устройствам котлов.
26. Классификация и краткая характеристика вихревых пылеугольных горелок.
27. Классификация и краткая характеристика прямоточных пылеугольных горелок.
28. Характеристика комбинированных горелочных устройств.
29. Основные принципы эксплуатации горелочных устройств (вихревых, прямоточных, комбинированных).
30. Характеристика предохранительных устройств топок.
31. Причины повреждаемости поверхностей нагрева котла: топочных экранов, пароперегревателей, низкотемпературных поверхностей.
32. Эксплуатационные мероприятия по повышению надежности работы поверхностей нагрева котла.
33. Характеристика материала труб поверхностей нагрева.
34. Назначение и структура элементов технологических схем котельной установки: схема питания и заполнения котла; паропроводов острого пара; мазутопроводов в пределах котла; систем пылеприготовления; газопроводов котла; газовоздушного тракта; регулирования температуры перегретого пара.
35. Назначение и структура элементов технологических схем обеспечивающих водно-химический режим барабанных котлов.
36. Защиты, блокировки и сигнализация в технологических системах котельной установки.