



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИАТЭ

_____ С.О.Гапоненко
«25» 03 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.20.03 Технологии производства энергии

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность(и) *
(профиль(и)) Цифровой инжиниринг при проектировании и
диагностике газотурбинных установок
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2026

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭМС	профессор, д.т.н., доцент	Зверева Э.Р.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭМС	16.03.2026	8	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Мингалеева Г. Р.
Согласована	ЭМС	16.03.2026	8	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Мингалеева Г. Р.
Согласована	Учебно-методический совет ИАТЭ	17.03.2026	7	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИАТЭ	17.03.2026	7	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины «Технологии производства энергии» является формирование знаний о современном состоянии технологий производства энергии, энергосберегающих технологий в мире и России.

Задачами дисциплины являются: ознакомление с современными способами производства электроэнергии, основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах; формирование практических навыков применения основных законов термодинамики и теплообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-4 Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	ОПК-4.1 Демонстрирует знание современных способов производства электроэнергии
	ОПК-4.2 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем
	ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Введение в инженерную деятельность», «Физика», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Теоретические основы теплотехники»

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, «Энергетические установки и двигатели», «Циклы парогазовых установок», «Разработка конструкций газотурбинных установок».

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			4	5	6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	72	-	72	-
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	31	-	31	-
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,5	26	-	26	-
Лекции	0,5	18	-	18	-
Практические (семинарские) занятия	1	8	-	8	-

Лабораторные работы	-	-	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,5	46	-	46	-
Проработка учебного материала	1,5	46	-	46	-
Курсовой проект	-	-	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	-	-	-	-	-
Промежуточная аттестация:			-	3	-
			-	-	-

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1.	16	4	-	2	10	ТК1	ОПК-4.1.3, ОПК-4.2.3, ОПК-4.3.В
Раздел 2.	20	6	-	2	12	ТК1	ОПК-4.1.3, ОПК-4.2.В, ОПК-4.3.У
Раздел 3.	18	4	-	2	12	ТК2	ОПК-4.2.3, ОПК-4.3.У, ОПК-4.2.В, ОПК-4.3.В
Раздел 4.	18	4	-	2	12	ТК3	ОПК-4.2.3, ОПК-4.1.3, ОПК-4.2.3, ОПК-4.3.В
Зачет	0				0		ОПК-4.1.3, ОПК-4.1.У, ОПК-4.1.В, ОПК-4.2.3, ОПК-4.2.У, ОПК-4.2.В, ОПК-4.3.3, ОПК-4.3.У, ОПК-4.3.В
ИТОГО	72	18		8	46		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Общие сведения об энергетическом производстве, технологиях получения электрической и тепловой энергии.

Тема 1. Стратегия развития энергетики в РФ.

Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года. Меры по реализации Энергетической стратегии Российской Федерации. Приоритетные направления научно-технического прогресса в области теплоэнергетики. Современное состояние ТЭК.

Тема 1.2. Энергоресурсы

Энергетические ресурсы. Невозобновляемые энергетические ресурсы. Возобновляемые энергетические ресурсы. Классификация состав и основные свойства ТЭР. Классификация состав и основные свойства ВЭР. Энергетическая система. Запасы и потребление органического топлива в России и в мире.

Раздел 2. Электрические станции и их классификация.

Тема 2.1.Классификация и принципиальные технологические схемы основных типов электростанций.

Тепловые электрические станции. Атомные электрические станции. Гидроэлектростанции. Принципиальные тепловые схемы конденсационных электрических станций, теплофикационных теплоэлектроцентралей. Принципиальная схема АЭС. Сравнительные характеристики эффективности ТЭС, АЭС и ГЭС.

Раздел 3.Оборудованиеосновных типов электростанций.

Тема 3.1 Основное оборудование современных электростанций.

Котельные установки ТЭС и парогенераторы АЭС.Котлы-утилизаторы. Паротурбинные установки КЭС,ТЭЦ и АЭС. Конденсаторы паровых турбин. Газотурбинные установки.

Раздел 4. Альтернативная энергетика

Тема 4.1 Альтернативные источники энергии. Направления альтернативной энергетики.Объем потребления энергоресурсов и фактическая обеспеченность собственными энергетическими ресурсами России и ее регионов. Альтернативная энергетика и альтернативные источники энергии. Ветроэнергетика (автономные ветрогенераторы и ветрогенераторы, работающие параллельно с сетью). Гелиоэнергетика (солнечные коллекторы, фотоэлектрические солнечные электростанции.).

Альтернативная гидроэнергетика (приливные электростанции; волновые электростанции; мини и микро ГЭС).

Геотермальная энергетика (тепловые электростанции навысокотемпературных грунтовых водах и паре; грунтовые теплообменники (принцип отбора тепла от грунта посредством теплообмена). Биотопливная энергетика и ее энергоресурсы (биодизель, биоэтанол, древесные отходы, биомасса,биогаз, синтез-газ).

3.4. Тематический план практических занятий

1. Энергетические ресурсы.
2. Классификация и принципиальные технологические схемы основных типов электростанций.
- 3.Основное оборудование ТЭС.
4. Альтернативные источники энергии.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ОПК-4	ОПК-4.1	знать:				
		современные способы производства электроэнергии	знает современные способы производства электроэнергии в полном объеме	знает современные способы производства электроэнергии, допускает незначительные ошибки	знает требования современные способы производства электроэнергии, допускает грубые ошибки	не знает требования современные способы производства электроэнергии
		уметь:				
		применять знания о современных способах производства электроэнергии	умеет применять знания о современных способах производства электроэнергии в полном объеме	умеет применять знания о современных способах производства электроэнергии, допускает незначительные ошибки	умеет применять знания о современных способах производства электроэнергии, допускает грубые ошибки	не умеет применять знания о современных способах производства электроэнергии
владеть:						
	знаниями о современных способах производства электроэнергии	владеет знаниями о современных способах производства электроэнергии в полном объеме	владеет знаниями о современных способах производства электроэнергии в полном объеме, допускает незначительные ошибки	владеет знаниями о современных способах производства электроэнергии, допускает грубые ошибки	не владеет знаниями о современных способах производства электроэнергии	
ОПК-4	ОПК-4.2	знать:				
		знает основные законы термодинамики и тепломассообмена, применяет их для	знает основные законы термодинамики и	знает основные законы термодинамики и	знает основные законы термодинамики и	не знает основные законы термодинамики и

		расчетов элементов теплотехнических установок и систем	тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем в полном объеме	тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает незначительные ошибки	тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает грубые ошибки	тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем
		уметь:				
		знает основные законы термодинамики и тепломассообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	умеет применять основные законы термодинамики и тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем в полном объеме	умеет применять основные законы термодинамики и тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает незначительные ошибки	умеет применять основные законы термодинамики и тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает грубые ошибки	не умеет применять основные законы термодинамики и тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем
		владеть:				
		владеет знаниями об основных законах термодинамики и тепломассообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	владеет знаниями об основных законах термодинамики и тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем в полном объеме	владеет знаниями об основных законах термодинамики и тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает незначительные ошибки	Владеет знаниями об основных законах термодинамики и тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает грубые ошибки	не владеет знаниями об основных законах термодинамики и тепломассо обмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем
ОПК-4	ОПК-4.3	знать:				
		знает основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	знает основы получения, преобразования, транспорта и использования	знает основы получения, преобразования, транспорта и использования	знает основы получения, преобразования, транспорта и использования	не знает основы получения, преобразования, транспорта и использования

			теплоты в теплотехнических установках и системах в полном объеме	теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает незначительные ошибки	теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает грубые ошибки	теплоты в теплотехнических установках и системах
		уметь:				
	умеет применять основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	умеет применять основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах в полном объеме	умеет применять основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает незначительные ошибки	умеет основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает грубые ошибки	не умеет применять основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	
		владеть:				
	владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает незначительные ошибки	владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает грубые ошибки	не владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедреразработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Трухний А.Д., Основы современной энергетики Том 1. Современная

теплоэнергетика: учебник для вузов : в 2 т. / Трухний А.Д. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01337-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013373.html>

2. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; под ред. С. В. Цанева. - 2-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2006. - 584 с. : ил. - ISBN 5-903072-19-4. - Текст : непосредственный.

3. Альтернативные источники энергии : учебник / Ф. И. Сухов, Ю. П. Сидоров, В. Г. Попов [и др.] ; под ред. Ф. И. Сухова. — Москва : Русайнс, 2026. — 344 с. — ISBN 978-5-466-11637-3. — URL: <https://book.ru/book/962197> (дата обращения: 15.03.2026). — Текст : электронный.

4. Рогалев, Н. Д. Тепловые электрические станции : учебник / Н. Д. Рогалев, А. А. Дудолин, Е. Н. Олейникова ; под ред. Н. Д. Рогалева. - Москва : МЭИ, 2022. - 768 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/307250>. - ISBN 978-5-7046-2623-7. - Текст : электронный.

5.1.2.Дополнительная литература

1. Либерман, Н. Б. Справочник по проектированию котельных установок систем централизованного теплоснабжения. Общие вопросы проектирования и основное оборудование.: справочное издание / Н. Б. Либерман. — Москва : Транспортная компания, 2023. — 224 с. — ISBN 978-5-466-01690-1. — URL: <https://book.ru/book/946796> — Текст : электронный.

2. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник / под общ.ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд., стереотип. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - Текст : электронный. Кн. 3 : Тепловые и атомные электрические станции / ред.: А. В. Клименко, В. М. Зорин. - 2017. - 648 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html>.

3. Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование: справочник. В 3-х кн. / В.Г. Лисиенко, Я.М. Щелоков, М.Г. Ладыгичев; под ред. В.Г. Лисиенко. Кн.3. - . - М.: Теплотехник, 2004. - 592 с.

4. Сибикин, М. Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. : учебное пособие / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. — Москва : КноРус, 2026. — 228 с. — ISBN 978-5-406-15307-9. — URL: <https://book.ru/book/960423> (дата обращения: 15.03.2026). — Текст : электронный.

5. Быстрицкий, Г. Ф. Производство тепловой и электрической энергии (общая энергетика) : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Ю. Я. Петрушенко. - Казань : КГЭУ, 2010. - 408 с. - ISBN 978-5-89873-256-1. - Текст : непосредственный.

6. Лебедев, В. А. Основы энергетики : учебное пособие / В. А. Лебедев, В. М. Пискунов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 140 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/503637>. - ISBN 978-5-507-51091-7. - Текст : электронный.

7. Кудинов, А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование : учебное пособие / А. А. Кудинов. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 325 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004731-7 (print). - ISBN 978-5-16-102017-3 (online). - Текст : непосредственный.

8. Ледуховский, Г. В. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций : конспект лекций / Г. В. Ледуховский. - Иваново : ИГЭУ, 2013. - 116 с. - URL: <https://elibr.ispu.ru/node/4106>. - Текст : электронный.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1.	Электронная библиотечная система «Лань»	http://e.lanbook.com
2.	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3.	Таганрогский котлостроительный завод "Красный котельщик"	http://www.tkz.su/
4.	Барнаульский котельный завод	https://bkzn.ru/
5.	Дорогобужкотломаш. Котлы и котельные	http://www.dkm.ru/
6.	ЗиО Группа компаний Подольский машиностроительный завод	http://www.podolskmash.ru/
7.	АО «Казанское моторостроительное производственное объединение»	http://www.kmpo.ru/
8.	ПАО «ОДК-Сатурн»	https://www.uec-saturn.ru/
9.	АО «ОДК Пермские моторы»	https://perm-motors.ru/
10.	АО «ОДК Климов»	https://www.klimov.ru/
11.	АО «Уральский турбинный завод»	https://www.utz.ru/
12.	ПАО «Калужский турбинный завод»	https://paoktz.ru/
13.	АО «Силовые машины»	https://power-m.ru/

5.2.2. Профессиональные базы данных /Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://www.minobrnauki.gov.ru/	https://www.minobrnauki.gov.ru/
2.	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	https://minenergo.gov.ru/opendata	https://minenergo.gov.ru/opendata
3.	Российская	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/

	национальная библиотека		
4.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	http://window.edu.ru/
5.	КиберЛенинка	https://cyberleninka.ru/	https://cyberleninka.ru/
6.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 50-99 Node 1 year Educational Renewal License	Антивирусное программное обеспечение	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №37/18 от 26.02.2018 Неискл. право. До 26.03.2019
3	Информационно-поисковая система «Ваш консультант»	Справочно-правовая система, используемая бухгалтерами, юристами и др. специалистами	ООО "Ваш Консультант" №1434/РДД от 01.09.2018 Неискл. право . Бессрочно
4	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование	Наименование учебной	Перечень необходимого оборудования и
--------------	----------------------	--------------------------------------

вида учебной работы	аудитории, специализированной лаборатории	технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-517	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д-514	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении

профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного

отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф.реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.О.20.03 Технологии производства энергии

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2026

Оценочные материалы по дисциплине «Технологии производства энергии», предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Наименование раздела	Формы контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. «Общие сведения об энергетическом производстве, технологиях получения электрической и тепловой энергии»	ТК1	15	0-15					15-30	15-30
Практическое задание №1		15							
Раздел 2. «Электрические станции и их классификация»	ТК2			15	0-15			15-30	15-30
Практическое задание №2				15					
Раздел 3. «Оборудование основных типов электростанций»	ТК2			15					
Практическое задание №3				15					
Раздел 4. «Альтернативная энергетика»	ТК2					25	0-15	25-40	25-40
Практическое задание №4				10		7			
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, КП, КР)	ОМ								0-45
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий

		дисциплине	от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54		
			Шкала оценивания					
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно		
			зачтено				не зачтено	
ОПК-4	ОПК-4.1	знать:						
		современные способы производства электроэнергии	знает современные способы производства электроэнергии в полном объеме	знает современные способы производства электроэнергии, допускает незначительные ошибки	знает требования современные способы производства электроэнергии, допускает грубые ошибки	не знает требования современные способы производства электроэнергии		
		уметь:						
		применять знания о современных способах производства электроэнергии	умеет применять знания о современных способах производства электроэнергии в полном объеме	умеет применять знания о современных способах производства электроэнергии, допускает незначительные ошибки	умеет применять знания о современных способах производства электроэнергии, допускает грубые ошибки	не умеет применять знания о современных способах производства электроэнергии		
владеть:								
		Знаниями о современных способах производства электроэнергии	владеет знаниями о современных способах производства электроэнергии в полном объеме	владеет знаниями о современных способах производства электроэнергии в полном объеме, допускает незначительные ошибки	владеет знаниями о современных способах производства электроэнергии, допускает грубые ошибки	не владеет знаниями о современных способах производства электроэнергии		
ОПК-4	ОПК-4.2	знать:						
		знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем в полном объеме	знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает	знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает	не знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем		

			объеме	незначительные ошибки	грубые ошибки	
		уметь:				
		знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем в полном объеме	умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает незначительные ошибки	умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает грубые ошибки	не умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем
		владеть:				
		владеет знаниями об основных законах термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	владеет знаниями об основных законах термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем в полном объеме	владеет знаниями об основных законах термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает незначительные ошибки	владеет знаниями об основных законах термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает грубые ошибки	не владеет знаниями об основных законах термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем

ОПК-4	ОПК-4.3	знать:				
		знает основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	знает основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах в полном объеме	знает основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает незначительные ошибки	знает основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает грубые ошибки	не знает основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
		уметь:				
		Умеет применять основы	умеет применять	умеет применять	умеет основы	не умеет применять

		получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах в полном объеме	основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает незначительные ошибки	получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает грубые ошибки	основы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
	владеть:					
		владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает незначительные ошибки	владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, допускает грубые ошибки	не владеет основами получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение практических работ в семестре; глубокое понимание технологий производства энергии, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение практических работ в семестре; понимание порядка технологий производства энергии, ответы на вопросы билета (теоретическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение практических работ в семестре и тестовых заданий, ответы на вопросы билета (теоретическое задание);

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение практических работ в семестре.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
----------------------------------	--	------------------------------

Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
---------------------------	--	--------------------------

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ОПК-4.1 Демонстрирует знание современных способов производства электроэнергии.

ОПК-4.2 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем.

ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.

Практическое занятие №1

Тема «Энергетические ресурсы»

1. Энергетические ресурсы. Общая характеристика, классификация, назначение.
 1. Твердое топливо. Классификация, назначение, свойства.
Топливоподготовка твердого топлива на ТЭС
 2. Жидкое топливо. Классификация, назначение, свойства и назначение.
Топливоподготовка жидкого топлива на ТЭС
 3. Газообразное топливо. Классификация, назначение, свойства.
 4. Топливоподготовка газообразного топлива на ТЭС.
 5. Условное топливо. Перевод энергоресурсов в условное топливо.
 6. Дайте определение «энергоресурса».
 7. Объясните единицы измерения энергоресурсов в стране и в мире (1 т.у.т. и 1 т.н.э.).
 8. Дайте определение:
 - первичных и вторичных энергоресурсов;
 - традиционных и нетрадиционных энергоресурсов;
 - возобновляемых и невозобновляемых.
 9. Какова структура потребления энергоресурсов в мире и в России?
 10. Каковы тенденции в освоении энергетических ресурсов?
 11. Назовите элементный состав топлива.

12. Сравните систему топливоподготовки твердого, жидкого и газообразного топлива на ТЭС.

Задачи.

1. Определить массу продуктов сгорания M_{Γ} , кг/м³, получаемых при полном сгорании 1 м³ природного газа Ставропольского месторождения состава: CO₂ = 0,2%; CH₄ = 98,2%; C₂H₆ = 0,4%; C₃H₈ = 0,1%; C₄H₁₀ = 0,1%; N₂ = 1,0%, если известно, что плотность сухого газа $\rho_{\Gamma}^c = 0,728$ кг/м³. Коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_{\Gamma} = 1,15$.

2. Задан состав твердого топлива на рабочую массу в %. Определить теоретически необходимое количество воздуха для горения, а также по формуле Д.И. Менделеева — низшую и высшую теплоту сгорания топлива, объемы и состав продуктов сгорания при $\alpha_{\text{в}}$, а также энтальпию продуктов сгорания при температуре θ . Данные для расчета принять по табл. 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант 1								
W ^p	A ^p	S ^p	C ^p	H ^p	N ^p	O ^p	$\alpha_{\text{в}}$	θ , °C
13,0	21,8	3,0	49,3	3,6	1,0	8,3	1,1	120

3. Определить высшую и низшую теплоты сгорания топлива по известному рабочему составу, действительное количество воздуха для сгорания 1 кг топлива и массовый расход продуктов сгорания топлива, если известен коэффициент α избытка воздуха. Данные для расчета взять из таблицы 2.

Контрольный вопрос. Как производится определение теплоты сгорания топлива опытным путем?

Таблица 2 — Исходные данные

Примерный состав топлива, %	Коэффициент α избытка воздуха
C=85,5%, H=13,9%, S=0,2%, O=0,4%	1,35

3. Определить низшую теплоту сгорания рабочей и сухой массы донецкого угля марки Г, если известны его низшая теплота сгорания горючей массы $Q_{\text{нГ}} = 33170$ кДж/кг, зольность сухой массы $A^c = 25,0\%$ и влажность рабочая $W^p = 8,0\%$.

4. Рабочая масса мазута содержит $C^p = 83,1\%$, $H^p = 10\%$, $S^p = 2,9\%$, $O^p = 0,7\%$, $N^p = 0,3\%$, $W^p = 3\%$. Определить полезно использованную теплоту Q_1 и потерю теплоты с дымовыми газами котла Q_2 . Исходные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3–Исходные данные

$\eta_{\text{к}}$	q_3 , %	q_4 , %	q_5 , %
-------------------	-----------	-----------	-----------

0,75	3	1	5
------	---	---	---

5. Определить низшую теплоту сгорания горючей и сухой массы кузнецкого угля марки Т, если известны его низшая теплота сгорания рабочей массы $Q_{нр} = 26180$ кДж/кг, зольность сухой массы $A^c = 18,0\%$ и влажность рабочая $W^p = 6,5\%$.

6. В топке котла сжигается смесь, состоящая из $3 \cdot 10^3$ кг донецкого угля марки Д состава: $C^p_1 = 49,3\%$; $H^p_1 = 3,6\%$; $(S^p_{л})_1 = 3,0\%$; $N^p_1 = 1,0\%$; $O^p_1 = 8,3\%$; $A^p_1 = 21,8\%$; $W^p_1 = 13,0\%$ и $4,5 \cdot 10^3$ донецкого угля марки Г состава: $C^p_2 = 55,2\%$; $H^p_2 = 3,8\%$; $(S^p_{л})_2 = 3,2\%$; $N^p_2 = 1,0\%$; $O^p_2 = 5,8\%$; $A^p_2 = 23,0\%$; $W^p_2 = 8,0\%$. Определить состав рабочей смеси.

7. Определить в кДж/кг и процентах потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива, если известны из данных испытаний потери теплоты топлива со шлаком $Q^{шп}_4 = 600$ кДж/кг, потери теплоты с провалом топлива $Q^{пр}_4 = 100$ кДж/кг и потери теплоты с частичками топлива, уносимыми уходящими газами $Q^{ух}_4 = 760$ кДж/кг. Котельный агрегат работает на донецком угле марки Т состава: $C^p = 62,7\%$; $H^p = 3,1\%$; $S^p_{л} = 2,8\%$; $N^p = 0,9\%$; $O^p = 1,7\%$; $A^p = 23,8\%$; $W^p = 5,0\%$.

8. Определить объем сухих газов и коэффициент избытка воздуха при полном сгорании природного газа Саратовского месторождения состава: $CO_2 = 1,2\%$; $CH_4 = 91,9\%$; $C_2H_6 = 2,1\%$; $C_3H_8 = 1,3\%$; $C_4H_{10} = 0,4\%$; $C_5H_{12} = 0,1\%$; $N_2 = 3,0\%$, если известно, что продукты сгорания содержат $RO_2 = 16,0\%$ и $O_2 = 4,0\%$.

9. В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D = 1,8$ кг/с сжигается каменный уголь марки Д состава: $C^p = 58,7\%$, $H^p = 4,2\%$, $S^p_{л} = 0,3\%$, $N^p = 1,9\%$, $O^p = 9,7\%$, $A^p = 13,2\%$, $W^p = 12\%$. Определить к.п.д. брутто котлоагрегата, расход натурального топлива и расчетный расход топлива, если известны давление перегретого пара $p_{п.п} = 4$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 450^\circ C$, температура питательной воды $t_{п.в} = 100^\circ C$, величина непрерывной продувки $P = 4\%$, потери теплоты с уходящими газами $q_2 = 6,5\%$, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива $q_3 = 0,5\%$, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q_4 = 4\%$ и потери теплоты в окружающую среду $q_5 = 0,5\%$.

10. В топке водогрейного котла сжигается природный газ Саратовского месторождения с низшей теплотой сгорания $Q^c_{н} = 35799$ кДж/м³. Определить расход натурального В кг/с; и условного топлива В_у кг/с, если известны к.п.д. котлоагрегата (брутто) $\eta^{бр}_{к.а} = 89\%$, расход воды $M_v = 75$ кг/с, температура воды, поступающей в котел, $t_1 = 70^\circ C$ и температура воды, выходящей из него, $t_2 = 150^\circ C$.

11. Определить в процентах и кДж/кг потери теплоты в окружающую среду, если известны температура топлива на входе в топку $t_t = 20^\circ C$, теплота, полезно использованная в котлоагрегате, $q_1 = 84\%$; потери теплоты с уходящими газами $q_2 = 11\%$, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива $q_3 = 0,5\%$, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q_4 = 4\%$. Котельный агрегат работает на подмосковном угле марки Б2 с низшей теплотой сгорания $Q^c_{н} = 10516$ кДж/кг, содержание в топливе

влаги $W_p = 32,0\%$. Потерями теплоты с физической теплотой шлака пренебречь.

12. Определить коэффициент избытка воздуха α , если в дымовых газах установлено наличие O_2 , CO и N_2 в объемных процентах, указанных в табл. 4.

Таблица 4 Исходные данные

Вариант	O_2 , %	CO , %	N_2 , %
0	6	0,2	79

Практическое занятие №2.

Тема «Классификация и принципиальные технологические схемы основных типов электростанций»

Типы тепловых электростанций. Станции на органическом топливе с паротурбинными установками. Конденсационные электростанции: простейшая схема, станции с промежуточным перегревом и регенеративным подогревом питательной воды. Теплоэлектроцентрали: с противодавленческими установками; с конденсационными установками с регулируемыми отборами пара; отпуск теплоты из нерегулируемых отборов. Энергетический и материальный баланс станции на органическом топливе. Диаграммы потоков энергии. Атомные электростанции. Типы реакторов, используемых в энергетике. Схемы АЭС с различными типами реакторов. Сепарация влаги и процесс расширения пара в турбине.

Вопросы

1. В чем разница между КЭС и ТЭЦ?
2. В чем заключается недостаток противодавленческой установки?
3. Какие основные технологические системы входят в состав ТЭС?
4. Чем отличаются турбины типа Т и ПТ?
5. Перечислите достоинства комбинированного производства электроэнергии и тепла.
6. Почему при комбинированном производстве электроэнергии и тепла существует экономия топлива?

Задачи

1. Расчет удельных расходов топлива на отпуск электроэнергии и теплоты

1. Годовой расход условного топлива на отпуск теплоты без учета расхода электроэнергии на собственные нужды:

$$B_{\text{у}}^{\Gamma'} = \left(\frac{Q_{\text{отп}}^{\Gamma}}{7 \cdot \eta_{\text{к}}} \right) \text{тыс.тут,}$$

где значение КПД котла $\eta_{\text{к}}$ находится в пределах $0,9 \div 0,94$.

2. Годовой расход условного топлива на отпуск электроэнергии:

$$B_y^{\text{Э}} = B_y - B_y^{T'} \text{ тыс.тут.}$$

3. Годовой расход условного топлива на отпуск теплоты с учетом электроэнергии на собственные нужды, отнесенной на отпуск теплоты:

$$B_y^T = B_y^{T'} + \epsilon_{\text{отп}}^{\text{Э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{сн}}^T \text{ тыс.тут,}$$

где $\epsilon_{\text{отп}}^{\text{Э}} = \frac{B_y^{\text{Э}}}{\mathcal{E}_B + \mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{Э}}} \text{ гут/кВт}\cdot\text{ч.}$

4. Годовой расход условного топлива на отпуск электроэнергии с учетом собственных нужд, приходящихся на производство электроэнергии:

$$B_y^{\text{Э}} = B_y - B_y^T \text{ тыс.тут.}$$

5. Удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии:

$$\epsilon_{\text{отп}}^{\text{Э}} = \frac{B_y^{\text{Э}}}{\mathcal{E}_{\text{отп}}^{\text{Э}}} \text{ гут/кВт}\cdot\text{ч.}$$

6. Удельный расход условного топлива на отпуск теплоты:

$$\epsilon_{\text{отп}}^T = \frac{B_y^T \cdot 10^3}{Q_{\text{отп}}} \text{ кгут/ГДж.}$$

7. Годовой расход условного топлива на отпуск теплоты без учета расхода электроэнергии на собственные нужды:

$$B_y^{T'} = \left(\frac{Q_{\text{отп}}^T}{7 \cdot \eta_K} \right) \text{ тыс.тут,}$$

где значение КПД котла η_K ориентировочно находится в пределах 0,9÷0,94.

8. Годовой расход условного топлива на отпуск электроэнергии:

$$B_y^{\text{Э}} = B_y - B_y^{T'} \text{ тыс.тут.}$$

9. Годовой расход условного топлива на отпуск теплоты с учетом электроэнергии на собственные нужды, отнесенной на отпуск теплоты:

$$B_Y^T = B_Y^{T'} + \epsilon_{\text{отп}}^{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{сн}}^T \text{ тыс.тут},$$

где $\epsilon_{\text{отп}}^{\text{э}} = \frac{B_Y^{\text{э}}}{\mathcal{E}_B + \mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{э}}} \text{ гут/кВт}\cdot\text{ч}.$

10. Годовой расход условного топлива на отпуск электроэнергии с учетом собственных нужд, приходящихся на производство электроэнергии:

$$B_Y^{\text{э}} = B_Y - B_Y^T \text{ тыс.тут}.$$

11. Удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии:

$$\epsilon_{\text{отп}}^{\text{э}} = \frac{B_Y^{\text{э}}}{\mathcal{E}_{\text{отп}}^{\text{э}}} \text{ гут/кВт}\cdot\text{ч}.$$

12. Удельный расход условного топлива на отпуск теплоты:

$$\epsilon_{\text{отп}}^T = \frac{B_Y^T \cdot 10^3}{Q_{\text{отп}}} = \text{кгут/ГДж}.$$

13. КПД ТЭЦ по отпуску электроэнергии:

$$\eta_{\text{э}} = \frac{3,6 \cdot \mathcal{E}_{\text{отп}}^{\text{э}}}{29,33 \cdot B_Y^{\text{э}}} \cdot 100\% \quad \%$$

14. КПД ТЭЦ по отпуску теплоты:

$$\eta_T = \frac{Q_{\text{отп}}}{29,33 \cdot B_Y^T} \cdot 100\% \quad \%$$

15. Коэффициент использования топлива:

$$\eta_{\text{топл}} = \frac{3,6 \cdot \mathcal{E}_{\text{отп}}^{\text{э}} + Q_{\text{отп}}}{29,33 \cdot B_Y} \cdot 100\% \quad \%$$

2. Конденсационная станция израсходовала $B = 720 \cdot 10^6$ кг/год каменного угля с низшей теплотой сгорания $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 20500$ кДж/кг и выработала

электроэнергии $\mathcal{E}^{\text{выр}} = 590 \cdot 10^{10}$ кДж/год, израсходовав при этом на собственные нужды 5% от выработанной электроэнергии. Определить к.п.д. брутто и к.п.д. нетто станции.

3. На электростанции установлены три турбогенератора мощностью $N = 1 \cdot 10^4$ кВт каждый. Определить показатели режима работы станции, если количество выработанной энергии за год $\mathcal{E}_{\text{год}}^{\text{выр}} = 178,7 \cdot 10^6$ кВт·ч, а максимальная нагрузка станции $N_{\text{эс}}^{\text{max}} = 28,3 \cdot 10^3$ кВт.

4. В топке котельного агрегата сжигается каменный уголь, состав горючей массы которого $C^r = 88,5\%$; $H^r = 4,5\%$; $S_{\text{л}}^r = 0,5\%$; $N^r = 1,8\%$; $O^r = 4,7\%$; зольность сухой массы $A^c = 13,0\%$ и влажность рабочая $W^p = 7,0\%$. Определить к.п.д. котельного агрегата (брутто), если известны температура воздуха в котельной $t_{\text{в}} = 25^\circ\text{C}$, температура воздуха, поступающего в топку $t'_{\text{в}} = 175^\circ\text{C}$, коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_{\text{т}} = 1,3$, потери теплоты с уходящими газами $Q_2 = 2360$ кДж/кг, потери теплоты от химической неполноты сгорания $Q_3 = 147,5$ кДж/кг, потери теплоты от механической неполноты сгорания $Q_4 = 1180$ кДж/кг, потери теплоты в окружающую среду $Q_5 = 147,5$ кДж/кг и потери теплоты с физической теплотой шлаков $Q_6 = 88,5$ кДж/кг.

Практическое занятие №3.

Тема «Основное оборудование ТЭС»

Вопросы.

1. Котельные установки ТЭС (классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).
2. Котлы-утилизаторы (классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).
3. Паротурбинные установки (классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).
4. Конденсаторы паровых турбин (классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).
5. Газотурбинные установки (классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).

Задание.

На ТЭЦ установлены две турбины при одинаковых начальных параметрах p_0 и

t_0 . Известны КПД механический η_m и генератора η_g (задания выдаются индивидуально).

Известны КПД котельной установки $\eta_{ку}$ и теплового потока $\eta_{тп}$

Турбина №1 конденсационная с электрической мощностью $N_{э1}$, работающая по циклу Ренкина с известным давлением в конденсаторе p_k и относительным внутренним КПД η_{oi_1}

Турбина №2 – при тех же начальных параметрах и известным η_{oi_2} с противодавлением p_n и отпуском пара потребителю $D_{пр}$. Необходимо определить:

1. Количество теплоты, отпускаемой внешним потребителям, принимая, что конденсат от потребителей возвращается полностью с температурой $t_{ок} = 70^\circ\text{C}$.
2. Мощность турбины с противодавлением.
3. Суммарную мощность и часовую выработку электроэнергии при полной нагрузке турбин №1 и №2.
4. Полный часовой расход топлива на ТЭЦ
5. Удельный расход условного топлива на выработанный 1кВтч:
 - на конденсационную выработку;
 - на теплофикационную выработку;
 - на комбинированную выработку

Практическое занятие №4.

Тема «Альтернативные источники энергии»

Вопросы

1. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.
2. Валовой, технический и экономический потенциал возобновляемых источников энергии.
3. Предпосылки использования солнечной энергии при теплоснабжении зданий.
4. Ресурсы солнечной радиации на территории РФ и ее утилизации.
5. Преимущества и недостатки технических систем при использовании солнечной энергии.
7. Классификация систем солнечного теплоснабжения.
8. Активные системы солнечного теплоснабжения.
9. Конструкции плоских солнечных коллекторов.
10. Основное оборудование для производства биогаза: ферментатор, реактор гидролиза, устройства обогащения биогаза.
11. Способы использования геотермальной теплоты, их основные недостатки и достоинства.
12. Термоаномальные зоны РФ с оценкой энергетического потенциала.
13. Классификация и типы ветроэнергетических установок.
14. Конструктивные особенности ветроэнергетических станций.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: Проверяемая компетенция: ОПК-4.1 Демонстрирует знание современных способов производства электроэнергии.

ОПК-4.2 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем.

ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.

Для промежуточной аттестации:

Для самостоятельной подготовки

1. Типы электростанций и их энергетические показатели
1. Что называется тепловой электростанцией? Какие бывают типы тепловых электростанций?
2. Что такое блочная и неблочная структура?
3. Какие параметры имеют тепловые электростанции?
4. На какие типы делятся электростанции по участию в регулировании нагрузок в энергосистемах?
5. Что такое график нагрузки? Количественные параметры суточного графика нагрузки? Количественные параметры годового графика нагрузки.
6. Какие требования предъявляются к электростанциям?
7. Что такое КПД электростанции нетто и брутто?
8. Что отражает абсолютный электрический КПД станции?
9. Структура КПД по выработке тепла и электроэнергии на ТЭЦ.
10. Как определить расход пара на теплофикационную турбину? Как определить расход теплоты на теплофикационную турбину?
11. Как определить значение КПД теплофикационной турбоустановки по выработке электроэнергии? Как определить значение КПД теплофикационной турбоустановки по производству теплоты?
12. Как определить расход условного топлива на выработку теплоты? Как определить расход условного топлива на выработку электроэнергии?
13. Влияние начальной температуры на термический КПД? Влияние начального давления на термический КПД.
14. Оптимальные начальные параметры ТЭС. Сопряженные начальные параметры.
15. Какое влияние оказывает промежуточный перегрев пара на термический КПД? Каково оптимальное значение давления перегретого пара?
16. Метод пристройки и его эффективность. Метод надстройки и его эффективность. Сопоставление методов пристройки и надстройки.
17. Что называется принципиальной тепловой схемой электростанции?
18. Какими условными обозначениями изображается основное и вспомогательное оборудование электростанции?
19. Какими документами руководствуются при составлении принципиальных и развернутых схем электростанций?

20. Какие бывают схемы включения регенеративных подогревателей? Какая схема включения регенеративных подогревателей наиболее экономична?

21. Каковы назначение и принцип действия термических деаэраторов питательной воды? Как можно использовать выпар деаэраторов?

22. Какие существуют схемы включения питательных насосов?

23. Назначение и простейшая схема испарительной установки.

24. Назначение сетевых подогревательных установок.

25. Что является основной задачей расчета тепловой схемы энергоблока? На какие этапы делится расчет тепловой схемы и в чем их суть?

26. Как составляется сводная таблица параметров пара и воды в системе регенеративного подогрева и в отборах турбин?

27. Как составить паровой баланс турбины?

28. Как рассчитать группу подогревателей высокого давления?

29. Как рассчитать питательную установку? Как рассчитать деаэратор?

30. Как рассчитать группу подогревателей низкого давления?

31. Гидроэнергетические ресурсы. Классификация гидроэлектростанций (ГЭС) и основные схемы использования водной энергии.

32. Ветроэнергетика. История развития. Динамика выработки электроэнергии ветряными электростанциями (ВЭС) по странам мира в целом и в приходной части их электробаланса. Уровень и перспективы развития ветроэнергетики в России.

33. Альтернативная гидроэнергетика. История развития. Динамика выработки электроэнергии приливными и волновыми электростанциями по странам мира в целом и в приходной части их электробаланса. Уровень и перспективы развития альтернативной гидроэнергетики в России.

34. Геотермальная энергетика. История развития. Динамика выработки электро- и тепловой энергии геотермальными электростанциями (ГеоТЭС) по странам мира в целом и в приходной части их электробаланса. Уровень и перспективы развития геотермальной энергетики в России.

35. Гелиоэнергетика. История развития. Динамика выработки электро- и теплоэнергии солнечными электростанциями (СЭС) по странам мира в целом и в приходной части их энергобаланса. Уровень и перспективы развития гелиоэнергетики в России.

36. Первичные энергоресурсы и вторичные виды энергии.

37. Гидроэнергетические ресурсы речного стока и схемы концентрации напора.

38. Функция распределения скорости ветра. Распределение Вейбулла.

39. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии

40. Пассивные системы обогрева на солнечной энергии.

41. Состояние геотермальной энергетики в России.

42. Сжигание биотоплива.

43. Твердые бытовые и промышленные отходы — одни из видов горючих ВЭР

44. Способы переработки твердых бытовых отходов

45. Выход и показатели использования вторичных энергоресурсов

Вопросы к зачету по дисциплине «Технологии производства энергии»

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года. Приоритетные направления научно-технического прогресса в области теплоэнергетики.
2. Современное состояние ТЭК.
3. Энергетические топливные ресурсы. Основные современные виды энергетического топлива.
4. Природный газ. Месторождения природного газа.
5. Нефть. Месторождения нефти. Нефтяная промышленность в России. Битуминозные (нефтяные) пески. Нефтьиз горючих сланцев.
6. Уголь. Месторождения угля. Роль угля в энергетическом балансе. Торф.
7. Ядерное топливо.
8. Биотопливо.
4. Тепловые электрические станции.
5. Атомные электрические станции.
6. Гидроэлектростанции.
7. Принципиальные тепловые схемы конденсационных электрических станций, теплофикационных теплоэлектроцентралей,
8. Принципиальная схема АЭС.
9. Сравнительные характеристики эффективности ТЭС, АЭС и ГЭС.
10. Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). Мини-ТЭЦ.
11. Котельные установки ТЭС и парогенераторы АЭС.
12. Котлы-утилизаторы.
13. Паротурбинные установки КЭС, ТЭЦ и АЭС.
14. Конденсаторы паровых турбин.
15. Газотурбинные установки.
17. Ветроэнергетика (автономные ветрогенераторы и ветрогенераторы, работающие параллельно с сетью).
18. Гелиоэнергетика (солнечные коллекторы, фотоэлектрические солнечные электростанции.).
19. Альтернативная гидроэнергетика (приливные электростанции; волновые электростанции; мини и микро ГЭС).
20. Геотермальная энергетика (тепловые электростанции на высокотемпературных грунтовых водах и паре; грунтовые теплообменники (принцип отбора тепла от грунта посредством теплообмена).
21. Биотопливная энергетика и ее энергоресурсы (биодизель, биоэтанол, древесные отходы, биомасса, биогаз, синтез-газ).