

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЭСУ _____

«25» ноября 2022 г.

Бурковский А.В./



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные проблемы теплоэнергетики»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор
программы _____

П.А. Солженикин

Заведующий
кафедрой
Теоретической и
промышленной
теплоэнергетики _____

В.В. Портнов

Руководитель
ОПОП _____

С.В. Дахин

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является совершенствование теоретической подготовки бакалавров в вопросах исследования, оптимизации и изучения проблем теплоэнергетики в современном обществе.

Задачи дисциплины – формирование и умения формулировать и решать задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности и требующие углубленных знаний, выбирать необходимые методы исследования, обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных, представлять итоги проделанной работы в виде отчётов, рефератов, статей.

Для изучения дисциплины необходимо знание физики, гидрогазодинамики, технической термодинамики, тепломассообмена, защиты окружающей среды и современных методов решения проблем теплоэнергетики.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Творческое усвоение дисциплины является необходимым условием подготовки специалиста в области теоретических основ теплотехники, способного решать задачи повышения эффективности производства, экономного и рационального использования энергетических ресурсов. На первый план выдвигаются современные проблемы теплоэнергетики, основные пути ее решения, оптимизации и энергосбережения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики» относится к дисциплинам блока ФТД.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-1. - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ПК-1 - Способен к обеспечению эффективной эксплуатации и модернизации энергетического и теплотехнологического оборудования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать принципы применения современных проблем в науке и теплоэнергетике

	уметь работать на компьютере (знание операционной системы), осуществлять сбор информации, производить анализ применительно к теплоэнергетическим процессам и установкам
	владеть методами поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий.
ОПК-1	знать средства визуализации и анимации экспериментальных и расчетных данных; программные средства инженерного анализа
	уметь использовать специализированные программные пакеты для расчета инженерных задач, свойственных его специализации
	владеть навыками качественной визуализации результатов расчета моделей различной сложности
ПК-1	знать эксплуатационные затраты и обслуживание теплоэнергетического комплекса, знать основные аспекты по модернизированию энергетического и теплотехнологического оборудования
	уметь производить расчет эксплуатации и подбор нового оборудования, с учетом использования модернизации
	владеть навыками эксплуатации, выбору прототипов и аналогов энергетического и теплотехнологического оборудования

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	36	36
Самостоятельная работа	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7

Аудиторные занятия (всего)	6	6
В том числе:		
Лекции	6	6
Самостоятельная работа	62	62
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	72 2	72 2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	СРС	Всего, час
1	Износ фондов	Дисбаланс позиций теплоэнергетики. Кадровый вопрос. Отсутствие стратегии развития отрасли. Тепло- и ресурсосбережение. О физических величинах, используемых в практике производства и потребления электрической и тепловой энергии. Некоторые свойства водяного пара и воды. Некоторые свойства топлива, сжигаемых на тепловых электростанциях. Некоторые свойства материалов для энергетического оборудования. Энергетика и электрогенерирующие станции	6	6	12
2	Типы тепловых электростанций	Общее представление о тепловой электростанции. Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в электроэнергию на ТЭС. Главный корпус ТЭС. Знакомство с основным оборудованием ТЭС. Ближайшие и отдаленные перспективы строительства ТЭС	6	6	12
3	Схемы ТЭС	Схема водоподогревательной установки ТЭС. График тепловой нагрузки теплосети и работа водоподогревательной установки на ТЭС. Устройство сетевого подогревателя	6	6	12
4	Устройство современной высокотемпературной ГТУ	Преимущества, недостатки и области применения ГТУ. Сравнительные характеристики отечественных и зарубежных ГТУ. Понятие о парогазовых энергетических технологиях и устройство простейшей ПГУ. Классификация ПГУ, их типы, преимущества и недостатки. Парогазовые установки утилизационного типа. Устройство горизонтального котла-утилизатора. Преимущества и недостатки ПГУ, их место в зарубежной энергетике и тенденции их развития. Принципиальная схема, основные параметры и технико-экономические показатели. Особенности тепловой схемы ПГУ-450Т. Результаты первого года эксплуатации и технический уровень ПГУ-450Т. Общее описание ГТУ. Устройство камер сгорания. Устройство газовой турбины и система ее охлаждения. Сборка ГТУ, транспортировка на ТЭС и установка в машинном зале. Развитие конструкций ГТУ фирмы Siemens и место ГТУ V94.2 в этом развитии. Тепловая схема котельной установки. Конструкция котла-утилизатора ПГУ450-Т. Конструкция паровой турбины Т-170-7,8. Особенности работы паровой турбины в составе ПГУ-450Т в конденсационном и теплофикационном режимах. Конденсационная установка и конструкция конденсатора. Теплофикационная установка энергоблока ПГУ-450Т	6	6	12
5	Энергетика и теплоэнергетика в	Понятие о техническом уровне энергетике и теплоэнергетики. Номенклатура генерирующих	6	6	12

	масштабах государства	теплоэнергетических мощностей и структура выработки электроэнергии. Возрастной состав оборудования ТЭС и ТЭЦ России. Экономичность электростанций. Оценка технического уровня ТЭС России.			
6	Техническая стратегия обновления теплоэнергетики для различных регионов России.	Состояние и перспективы создания современных высокотемпературных ГТУ российским энергомашиностроением. Проблемы и перспективы создания российских паротурбинных энергоблоков нового поколения. Котлы с циркулирующим кипящим слоем. Методы реновации ТЭС и проблема продления ресурса. Последствия длительной работы металла при высокой температуре и истощение ресурса. Технологическое обеспечение и продления ресурса элементов энергетического оборудования. Управление сроком эксплуатации элементов энергетического оборудования	6	6	12
Итого			36	36	72

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	СРС	Всего, час
1	Износ фондов	Дисбаланс позиций теплоэнергетики. Кадровый вопрос. Отсутствие стратегии развития отрасли. Тепло- и ресурсосбережение. О физических величинах, используемых в практике производства и потребления электрической и тепловой энергии. Некоторые свойства водяного пара и воды. Некоторые свойства топлив, сжигаемых на тепловых электростанциях. Некоторые свойства материалов для энергетического оборудования. Энергетика и электрогенерирующие станции	2	10	12
2	Типы тепловых электростанций	Общее представление о тепловой электростанции. Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в электроэнергию на ТЭС. Главный корпус ТЭС. Знакомство с основным оборудованием ТЭС. Ближайшие и отдаленные перспективы строительства ТЭС	2	10	12
3	Схемы ТЭЦ	Схема водоподогревательной установки ТЭЦ. График тепловой нагрузки теплосети и работа водоподогревательной установки на ТЭЦ. Устройство сетевого подогревателя	2	10	12
4	Устройство современной высокотемпературной ГТУ	Преимущества, недостатки и области применения ГТУ. Сравнительные характеристики отечественных и зарубежных ГТУ. Понятие о парогазовых энергетических технологиях и устройство простейшей ПГУ. Классификация ПГУ, их типы, преимущества и недостатки. Парогазовые установки утилизационного типа. Устройство горизонтального котла-утилизатора. Преимущества и недостатки ПГУ, их место в зарубежной энергетике и тенденции их развития. Принципиальная схема, основные параметры и технико-экономические показатели. Особенности тепловой схемы ПГУ-450Т. Результаты первого года эксплуатации и технический уровень ПГУ-450Т. Общее описание ГТУ. Устройство камер сгорания. Устройство газовой турбины и система ее охлаждения. Сборка ГТУ, транспортировка на ТЭЦ и установка в машинном зале. Развитие конструкций ГТУ фирмы Siemens и место ГТУ V94.2 в этом развитии. Тепловая схема котельной установки. Конструкция котла-утилизатора ПГУ450-Т. Конструкция паровой турбины Т-170-7,8. Особенности работы паровой турбины в составе ПГУ-450Т в конденсационном и теплофикационном режимах. Конденсационная установка и конструкция конденсатора. Теплофикационная установка энергоблока ПГУ-450Т	-	10	10
5	Энергетика и теплоэнергетика в масштабах государства	Понятие о техническом уровне энергетике и теплоэнергетики. Номенклатура генерирующих теплоэнергетических мощностей и структура выработки электроэнергии. Возрастной состав оборудования ТЭС и ТЭЦ России. Экономичность электростанций. Оценка технического уровня ТЭС России.	-	10	10

6	Техническая стратегия обновления теплоэнергетики для различных регионов России.	Состояние и перспективы создания современных высокотемпературных ГТУ российским энергомашиностроением. Проблемы и перспективы создания российских паротурбинных энергоблоков нового поколения. Котлы с циркулирующим кипящим слоем. Методы реновации ТЭС и проблема продления ресурса. Последствия длительной работы металла при высокой температуре и истощение ресурса. Технология обеспечения и продления ресурса элементов энергетического оборудования. Управление сроком эксплуатации элементов энергетического оборудования	-	12	12
Итого			6	62	68

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	знать принципы применения современных проблем в науке и теплоэнергетике	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь работать на компьютере (знание операционной системы), осуществлять сбор информации, производить анализ применительно к теплоэнергетическим процессам и установкам	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами поиска и обработки информации как	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в

	вручную, так и с применением современных информационных технологий.		рабочих программах	рабочих программах
ОПК-1	знать средства визуализации и анимации экспериментальных и расчетных данных; программные средства инженерного анализа	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать специализированные программные пакеты для расчета инженерных задач, свойственных его специализации	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками качественной визуализации результатов расчета моделей различной сложности	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать эксплуатационные затраты и обслуживание теплоэнергетического комплекса, знать основные аспекты по модернизированию энергетического и теплотехнологического оборудования	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь производить расчет эксплуатации и подбор нового оборудования, с учетом использования модернизации	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками эксплуатации, выбору прототипов и аналогов энергетического и теплотехнологического оборудования	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 7 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	знать принципы применения современных проблем в науке и теплоэнергетике	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь работать на компьютере (знание операционной системы), осуществлять сбор информации, производить анализ применительно к теплоэнергетическим процессам и установкам	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами поиска и обработки информации как ручную, так и с применением современных информационных технологий.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	знать средства визуализации и анимации экспериментальных и расчетных данных; программные средства инженерного анализа	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать специализированные программные пакеты для расчета инженерных задач, свойственных его специализации	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками качественной визуализации результатов расчета моделей различной сложности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	знать эксплуатационные затраты и обслуживание теплоэнергетического комплекса, знать основные аспекты по модернизованию энергетического и теплотехнологического оборудования	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь производить расчет эксплуатации и подбор нового	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	оборудования, с учетом использования модернизации			
	владеть навыками эксплуатации, выбору прототипов и аналогов энергетического и теплотехнологического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Повышение технико-экономических показателей и развития теплоэнергетики происходит при:

- А) энергосбережении систем производства;
- В) оптимизации систем производства;
- С) энергосбережении и оптимизации;
- Д) эффективности работы оборудования;
- Е) рационального распределения энергоресурсов.

2. В силовых процессах «полезная энергия» определяется по:

- А) световому потоку ламп;
- В) количеству теплоты, полученной потребителями или пользователями;
- С) рабочему моменту на валу двигателя, расходу энергии, необходимой в соответствии с теоретическим расчетом проведения заданных усилий;
- Д) расходу энергии, необходимой для проведения заданных условий;
- Е) теоретическому расходу энергии на нагрев, кипение, плавку, испарение материала и проведение эндотермических реакций.

3. Удельное потребление энергии в нашей стране в среднем выше, чем в развитых странах:

- А) в 3-4 раза;
- В) в 5-6 раз;
- С) в 3-5 раз;
- Д) в 2 раза;
- Е) в 4-5 раз.

4. В системы электроснабжения предприятия входят:

- А) электрические сети напряжением 0,4 кВ, 6 или 10 кВ;
- В) понижающие трансформаторы и электродвигатели;
- С) электропривод и осветительные комплексы;
- Д) электрические сети напряжением 0,4 кВ, 6 или 10 кВ и системы автоматизации;
- Е) все перечисленное.

5. Прирост мирового потребления, ожидаемого в течение следующих нескольких десятилетий, составит:

- А) 85 %;

- B) 90 %;
 - C) 65 %;
 - D) 70 %;
 - E) 50 %.
6. В 2018 году на традиционную биомассу от всего количества возобновляемых энергоресурсов приходилось около:
- A) 60 %;
 - B) 50 %;
 - C) 40 %;
 - D) 70 %;
 - E) 55 %.
7. Удельное потребление электроэнергии в расчете на одного жителя мира составляет:
- A) 2500 кВт·ч;
 - B) 1500 кВт·ч;
 - C) 2190 кВт·ч;
 - D) 1190 кВт·ч;
 - E) 3190 кВт·ч.
8. По запасам угля на душу населения среди стран СНГ России занимает:
- A) первое место;
 - B) второе место;
 - C) третье место;
 - D) девятое место;
 - E) пятое место.
9. Энергетическая цепочка – это:
- A) поток энергии от добычи (производства) первичного энергоресурса до конечного использования энергии;
 - B) движение энергоресурсов в энергохозяйстве в направлении от источников к потребляемой энергии;
 - C) запас энергии, необходимые для реализации мер по экономии единицы энергии в год без нежелательного изменения количества или качества выпускаемой продукции;
 - D) количество энергии, которая была потреблена при производстве продукции или выполнении работы;
 - E) количество энергии, сохраненная при производстве продукции или выполнении работы.
10. К активной экономии энергии применительно к действующим энергетическим и энергопотребляющим установкам относится:
- A) теплоизоляция, теплопроводность, запрограммированное управление отоплением и кондиционированием воздуха, регулирование нагрузки;
 - B) запрограммированное управление отоплением и кондиционированием воздуха, регулирование нагрузки;
 - C) теплоизоляция, теплопроводность, теплопередача, побочная термодинамическая эффективность;
 - D) теплоизоляция, теплопроводность, теплопередача, побочная

термодинамическая эффективность, энергоэкономическое здание;

Е) запрограммированное управление отоплением и кондиционированием воздуха, регулирование нагрузки, возврат конденсата.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Составить уравнение теплового баланса калорифера, определить расход пара, диаметр паропровода, диаметр конденсатопровода, размеры воздухопроводов до и после калорифера, расход топлива и стоимость нагревания воздуха. Расчетная схема калорифера приведена на рис.1.

2. Составить уравнение теплового баланса подогревателя щелока и определить температуру, до которой нагревается щелок в теплообменнике, если коэффициент потерь составляет 2 % от поступившей теплоты в подогреватель с паром. Рассчитать расход топлива для нагревания щелока и диаметры паропровода и щелокопровода. Расчетная схема подогревателя щелока приведена на рис.2.

3. Определить количество пара, вырабатываемого котлоутилизатором, установленным за мартеновской печью, а также рассчитать годовую экономию топлива (природного газа). Расчетная схема водотрубного котла-утилизатора приведена на рис.3.

4. Определить экономическую эффективность применения тепловой изоляции паропровода. Расчетная схема изолированного паропровода приведена на рис.4.

5. Рассчитать экономию газообразного топлива, если в результате реконструкции КПД котлоагрегата повысился с 80 % до 90 %. Схема котельного агрегата приведена на рис.5.

6. Рассчитать экономию природного газа на сушку бумаги, если понизить температуру отработавшей паровоздушной смеси от 80 °С до 70 °С. Схема сушильной части бумагоделательной машины приведена на рис.6.

7. Составить уравнение теплового баланса нагревательной установки и рассчитать технологический и энергетический коэффициенты полезного действия. Определить относительные потери с уходящими газами с материалом и в окружающую среду. Схема нагревательной печной установки приведена на рис.7.

8. Составить тепловой баланс и рассчитать КПД печной установки без тилизации теплоты уходящих газов и с утилизацией теплоты уходящих газов за счет применения теплофикационного экономайзера. Схема нагревательной печной установки приведена на рис.8.

9. Рассчитать экономический эффект от установки теплоуловителя (ТУ) для нагревания свежего во камере паровоздушной смеси (ПВС). Расчетная схема сушильной установки с теплоуловителем приведена на рис.9.

10. Определить экономическую эффективность в включения охладителя конденсата для подогрева питательной воды приведена на рис.10.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить количество образующихся водяных паров вскипания в сепараторе. Расчетная схема сепаратора приведена на рис.11.

2. Определить количество корьевых отходов с влажностью $W1 = 60 \%$, $W2 = 50 \%$, $W3 = 40 \%$, которое необходимо сжечь для замены 1 м³ природного газа.

3. Рассчитать экономию природного газа в результате снижения температуры уходящих газов от t_1 до t_2 , если продукты сгорания удаляются под действием естественной тяги. Дымовая труба и экономайзерная поверхность выполнены из антикоррозийного материала (рис. 12).

4. Рассчитать экономию природного газа за счет снижения температуры уходящих газов в котельном агрегате от $120 \text{ }^\circ\text{C}$ до $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Схема охлаждения уходящих газов из котла приведена на рис.14.

5. Определить потери теплоты и топлива, если в паропроводе имеется трещина размером 2×10 мм, через которую вытекает 33 перегретый пар. Паропровод находится под давлением $0,6$ МПа (6 ата).

6. Теплотехнологическая установка снабжается паром из паропровода, имеющего давление $P1$. С помощью редукционного 34 клапана давление снижается до $P2$. Расход пара $D_p = 10$ т/ч. Определить потерю энергии и топлива в результате дросселирования пара. Схема теплоснабжения теплотехнологической установки с помощью редуцирования пара приведена на рис.16.

7. Определить необходимую площадь поверхности нагрева теплообменного аппарата типа водовоздушного рекуператора для обеспечения степени утилизации теплоты сточных вод, равной $0,8$. Сточная вода используется для предварительного нагревания дутьевого (приточного) воздуха. Поверхность нагрева выполнена в виде коридорного пучка оребренных труб. Наружный диаметр труб $d = 12$ мм; толщина стенки трубы $\delta = 1$ мм; рабочая длина $L = 5,2$ м; диаметр круглых ребер $D = 23$ мм; толщина ребра $\delta_r = 0,3$ мм; степень оребрения $\psi = 8,2$; гидравлический диаметр $d_3 = 4,7$ мм. Теплопроводность материала ребра $\lambda = 116$ Вт/м К. Вода движется по трубам, воздух – в межтрубном пространстве. Число ходов греющего теплоносителя $z = 5$. Термическим сопротивлением стенки и гидравлическим сопротивлением при повороте воды в трубах пренебречь. Мощность, затрачиваемая на прокачку воды по трубам, не должна превышать 60 Вт. Скорость воздуха принять равной 5 м/с. Начальную температура воды $t_2' = 49 \text{ }^\circ\text{C}$, воздуха $t_1' = 6 \text{ }^\circ\text{C}$; расход воды $G_2 = 0,65$ кг/с, воздуха $G_1 = 0,3$ кг/с.

8. Рассчитать площадь поверхности теплообмена воздухоподогревателя из труб со спиральным наружным оребрением. Материал труб – алюминий ($\lambda = 100$ Вт/(м К)); диаметр $d_n/d_v = 27/25$ мм, диаметр оребрения $D = 75$ мм, шаг ребер 3 мм, средняя толщина ребра $0,3$ мм. Подогреватель выполнен в виде шахматного пучка труб с продольным (в направлении потока воздуха) шагом $S1 = 1,2 D$ поперечным $S2 = 1 D$. Расход воздуха 10 кг/с, начальная температура $20 \text{ }^\circ\text{C}$, конечная $70 \text{ }^\circ\text{C}$. Греющий теплоноситель – конденсат водяного пара из системы отопления. Начальная и конечная температура

конденсата 110 и 80 °С. Коэффициенты теплоотдачи конденсата и воздуха (для воздуха коэффициент теплоотдачи отнесен к полной поверхности с учетом оребрения) принять равными 5000 и 50 Вт/(м² К).

9. Определить количество теплоты, отдаваемое уходящими газами котельной завода водяному экономайзеру (утилизатору), для получения горячей воды, если температура газов на выходе из экономайзера $t_{\text{вых}}^{\text{г}} = 200$ °С, температура газов на входе в экономайзер $t_{\text{вх}}^{\text{г}} = 320$ °С, коэффициент избытка воздуха за экономайзером $\alpha_{\text{эк}} = 1,4$, средняя объемная теплоемкость газов $C_{\text{рг}}^1 = 1,415$ кДж/(м³К) и расчетный расход топлива одного котла $V_{\text{р}} = 0,25$ кг/с. В котельной установлены два одинаковых котла ($p=2$), работающих на донецком каменном угле марки D состава: $C^{\text{р}}=49,3\%$; $H^{\text{р}}=3,6\%$; $S^{\text{р}}=3\%$; $N^{\text{р}}=1\%$; $O^{\text{р}}=8,3\%$; $A^{\text{р}}=21,8\%$; $W^{\text{р}}=13\%$.

10. Определить тепловую мощность, гидравлические сопротивления и степень утилизации теплоты низкопотенциального источника ВЭР – турбинного масла при его охлаждении водой, направляемой затем в систему комбинированного производства теплоты и холода. Охлаждение масла осуществляется в кожухотрубном теплообменнике с перегородками в межтрубном пространстве. При решении задачи использовать методику теплового поверочного расчета. Масло течет в межтрубном пространстве, вода – внутри труб. Внутренний диаметр кожуха $D_0 = 0,16$ м; наружный диаметр труб $d_1 = 0,012$ м; внутренний $d_2 = 0,01$ м; рабочая длина $L = 746$ мм; число труб $n = 64$ штук; теплопроводность материала труб $\lambda = 58$ Вт/(м К); поверхность теплообмена со стороны воды $F_2 = 1,5$ м²; число перегородок в межтрубном пространстве $m = 10$; расположение трубок – по углам равностороннего треугольника, шаг между трубками $S = 0,02$ м; толщина перегородки $\delta = 0,002$ м. Горячий теплоноситель (масло турбинное).

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Задание 1

Что называется Тепловой электрической станцией (ТЭС)?

А) комплекс оборудования и устройств, преобразующих энергию топлива в электрическую и тепловую энергию;

В) комплекс оборудования и устройств, преобразующих энергию ветра в электрическую энергию;

С) комплекс оборудования и устройств, преобразующих энергию падения воды в электрическую;

Д) комплекс оборудования и устройств, преобразующих приливов океанской воды в электрическую.

Задание 2

Как разделяются тепловые электростанции по назначению и виду отпускаемой энергии?

А) на городские и районные;

В) на конденсационные и теплоэлектроцентрали;

С) на районные и промышленные;

Д) на докритические и сверхкритические.

Задание 3

Как разделяются тепловые электростанции по виду используемого топлива?

- А) станции, работающие на энергии воды и ветра;
- В) станции, работающие на органическом топливе и ядерном;
- С) станции, работающие на энергии солнца и приливов воды;
- Д) станции, работающие на геотермальной энергии и органическом топливе.

Задание 4

Как различают ТЭС по типу используемых теплосиловых установок? газотурбинные, с двигателями внутреннего сгорания (ДВС);

- А) паротурбинные и стационарные;
- В) транспортные и стационарные;
- С) паротурбинные, газотурбинные и парогазовые.

Задание 5

Как называются ТЭС, работающие на твердом топливе?

- А) газопылевые;
- В) газомазутные;
- С) угольные;
- Д) пылеугольные.

Задание 6

Как разделяют ТЭС по технологической схеме паропроводов?

- А) на блочные и с поперечными связями;
- В) на дубльблочные и централизованные;
- С) на центральные и закрытые;
- Д) на открытые и закрытые.

Задание 7

Как разделяют ТЭС по уровню начального давления?

- А) на ТЭС сверхкритического и малого давления;
- В) на ТЭС критического и докритического давления;
- С) на ТЭС докритического давления и сверхкритического давления;
- Д) на ТЭС суперсверхкритического и супердокритического давления.

Задание 8

Какой цех на ТЭС является основным цехом?

- А) химический цех;
- В) цех централизованного ремонта;
- С) котлотурбинный цех;
- Д) топливно-транспортный цех.

Задание 9

Где располагается щит управления основным оборудованием?
между котельным и турбинным цехом;

- А) в административном здании;
- В) в химическом цехе;
- С) в отдельном здании.

Задание 10

Где сооружаются дымовые трубы ТЭС?
при входе на ТЭС;

- А) рядом с турбинным цехом;
- В) рядом с котельным цехом;
- С) рядом с топливно-транспортным цехом.

Задание 11

Из установленной мощности Единой энергетической системы на ТЭС приходится?

- А) 15,9 ГВт;
- В) 12,4 ГВт;
- С) 3,18 ГВт;
- Д) 18,1 ГВт;
- Е) 15,54 ГВт.

Задание 12

Источники энергии должны обладать свойствами:

- А) быть возобновляемыми;
- В) экологически чистыми;
- С) не приводить к потере тепловой энергии в окружающую среду;
- Д) быть возобновляемыми и экологически чистыми;
- Е) все перечисленное.

Задание 13

Тепловые отходы энергопредприятий и индивидуальных источников энергии в Казахстане составляют:

- А) 30 %;
- В) 40 %;
- С) 50 %;
- Д) 35 %;
- Е) 25 %.

Задание 14

В силовых процессах «полезная энергия» определяется по:

- А) световому потоку ламп;
- В) количеству теплоты, полученной потребителями или

пользователями;

С) рабочему моменту на валу двигателя, расходу энергии, необходимой в соответствии с теоретическим расчетом проведения заданных усилий;

Д) расходу энергии, необходимой для проведения заданных условий;

Е) теоретическому расходу энергии на нагрев, кипение, плавку, испарение материала и проведение эндотермических реакций.

Задание 15

Потенциал ресурсосбережения в России составляет от годового потребления энергоресурсов более:

А) 70 %;

В) 40 %;

С) 30 %;

Д) 20 %;

Е) 35 %.

Задание 16

К общим закономерностям энергосбережения относятся:

А) энергосбережение и экономичность при создании систем транспортировки, ремонтпригодность конструкции, позволяющая быстро обнаружить и устранить неполадки и отказы в надежной работе;

В) эффективная теплоизоляция канала, надежно и долговечно работающая при условиях эксплуатации;

С) малое гидравлическое сопротивление канала, по которому проходит транспортировка теплоносителя, что обеспечивает малую мощность, затрачиваемую на прокачку теплоносителя;

Д) герметичность систем транспортировки, что обеспечивает энергосбережение на воспроизводство теплоносителя;

Е) все перечисленное.

Задание 17

С уменьшением нагрузки ниже номинальной температура уходящих газов:

А) уменьшается;

В) увеличивается;

С) уменьшается, а затем резко увеличивается;

Д) увеличивается, а затем резко уменьшается;

Е) остается неизменной.

Задание 18

Горючие ВЭР представляют собой:

А) физическую теплоту основных и побочных продуктов, отходящих газов технологических агрегатов, а также систем охлаждения их элементов;

В) потенциальную энергию газов, выходящих из технологических агрегатов с избыточным давлением, которое может быть использовано в

утилизационных установках для получения других видов энергии;

С) побочные газообразные продукты технологических процессов, которые могут быть использованы в качестве энергетического или технологического топлива;

Д) химическую теплоту основных и побочных продуктов, отходящих газов технологических агрегатов, а также систем охлаждения их элементов; Е) все перечисленное.

Задание 19

Спрос на услуги, которые представляет энергетика – это:

А) отопление, охлаждение, освещение, бытовые приборы, транспорт;

В) отопление, освещение, горячее водоснабжение;

С) отопление, горячее водоснабжение, вентиляция;

Д) бытовые приборы, отопление, освещение, транспорт;

Е) отопление, охлаждение, горячее водоснабжение, вентиляция, освещение, бытовые приборы, транспорт.

Задание 20

29. Запасов нефти для обеспечения энергетической потребности в течение следующих нескольких десятилетий хватит на:

А) 30 лет;

В) 20 лет;

С) 40 лет;

Д) 50 лет;

Е) 100 лет.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится путём тестирования. Для получения оценки «зачтено» студенту необходимо ответить правильно не менее 70 % предлагаемых вопросов в тесте.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Износ фондов	УК-1, ОПК-1, ПК- 1	Тест
2	Типы тепловых электростанций	УК-1, ОПК-1, ПК- 1	Тест
3	Схемы ТЭЦ	УК-1, ОПК-1, ПК- 1	Тест
4	Устройство современной	УК-1, ОПК-1,	Тест

	высокотемпературной ГТУ	ПК- 1	
5	Энергетика и теплоэнергетика в масштабах государства	УК-1, ОПК-1, ПК- 1	Тест
6	Техническая стратегия обновления теплоэнергетики для различных регионов России.	УК-1, ОПК-1, ПК- 1	Тест

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Теплоэнергетика и теплотехника : Общие вопросы: В 4 кн.: Справочник. Кн.1 / Под ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МЭИ, 2000. - 528 с.

2. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины / А.Д. Трухний. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1989. - 640 с.

3. Веников В.А. Введение в специальность : Электроэнергетика; Учебник для электроэнерг. спец. вузов / Под ред. В.А. Веникова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1988. - 238 с.

4. Бараков А.В. Оптимизация теплоэнергетических установок и систем : Учеб. пособие / А.В. Бараков. - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 112 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая

перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение:

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
- ABBYY FineReader 9.0
- LibreOffice

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных:

Сайт теплотехника

Адрес ресурса: <http://teplokot.ru/>

Министерство энергетики

Адрес ресурса: <https://minenergo.gov.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Перечень используемого в учебном процессе учебно-лабораторного оборудования, технических средств обучения и контроля текущей успеваемости, используемых компьютерных программ и т.д.: слайды и материалы для электронных презентаций.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики» читаются лекции.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова,

	<p>термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--