

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 09.10.2024 17:08:52  
Уникальный программный ключ:  
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт \_\_\_\_\_ отдел аспирантуры и докторантуры  
Кафедра \_\_\_\_\_ энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Теоретическая и прикладная теплотехника

Уровень образования	аспирантура
Научная специальность	1.5.15 Экология
Направленность	Экология
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретическая и прикладная теплотехника \_\_\_\_\_» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол №9 от 15.03.2024 г.

Разработчик рабочей программы «Теоретическая и прикладная теплотехника \_\_\_\_\_»

зав. кафедрой	О. И. Седяров
доцент	Е. С. Бородина
Заведующий кафедрой:	О. И. Седяров

## 1. Цели освоения учебной дисциплины (модуля)

В результате освоения учебной дисциплины (модуля) «Теоретическая и прикладная теплотехника» обучающийся должен:

- описать основные задачи, стоящие перед отечественной теплоэнергетикой и ее ресурсной базой; иметь представление о последних научно-технических достижениях в этой области, стандартах и регламентах;
- описать перспективы и тенденции развития теплоэнергетических и теплофикационных систем и установок;
- иметь представление о методологии, принципах и технической стратегии модернизации отечественного теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования.

## 2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Теоретическая и прикладная теплотехника» изучается в семестре 7

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении предыдущих дисциплин: «Теоретические основы энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях», «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и технологии их использования в системах энергоснабжения», «Методы снижения вредных выбросов при работе теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования»

## 3. Компетенции, формируемые в результате освоения учебной дисциплины (модуля)

Таблица 1

Код и содержание компетенции	Критерии результатов обучения
способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;	Знать: перечислить основные проблемы в науке и высоких технологиях, особенности методов научного исследования теплоэнергетических процессов. Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать потенциальные преимущества и недостатки этих вариантов. Владеть: навыками критического анализа современных научных достижений и методологических проблем, возникающих при решении исследовательских практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	Знать: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной формах при работе в российских и международных исследовательских коллективах. Уметь: следовать нормам научного общения при работе в коллективе с целью решения своих профессиональных задач, нести ответственность перед коллегами и обществом. Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при работе в научных коллективах, навыками планирования научной деятельности в коллективе, оценки ее результативности, различными видами коммуникации.
владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;	Знать: основной круг проблем в своей профессиональной сфере и методы их решения, историю становления и развития научных школ, полемику и взаимодействие между ними. Уметь: анализировать, обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли, выбирать наиболее эффективные методы теоретических и экспериментальных исследований. Владеть: современными методами, инструментарием и технологиями научно-исследовательской деятельности в своей профессиональной области, навыками публикации своих научных достижений.
владением культурой научного	Знать: естественнонаучные теории, связанные с глобальными

<p>исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;</p>	<p>научными достижениями; свободно ориентироваться в различных общенаучных методах эмпирического и теоретического познания, основные базы данных и электронные библиотеки по теплоэнергетике.          Уметь: применять теоретические знания о закономерностях развития науки для решения практических задач, специализированного научного поиска и для выработки своей мировоззренческой позиции; определять цель и объект исследования, формулировать проблему, выделять задачи, грамотно сформулировать гипотезу, презентовать свои разработки широкой научной аудитории.          Владеть: основами философской методологии; методами конкретного научного поиска, методами математического моделирования различных процессов и явлений, навыками общения с российскими и зарубежными коллегами и авторитетными научными центрами.</p>
<p>способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;</p>	<p>Знать: актуальные проблемы и тенденции развития теплоэнергетики и теплотехники, основные источники и методы поиска информации, необходимой в исследованиях          Уметь: разрабатывать разделы своей научной работы в соответствии с выбранным методическим подходом, вести их конструктивное обсуждение.          Владеть: методами прикладных научных исследований в теплоэнергетике, методами патентного поиска, навыками проведения экспертизы полученных результатов, навыками подготовки аналитических обзоров.</p>
<p>готовностью организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности;</p>	<p>Знать: основы организации и нормативную базу научно-исследовательской деятельности, актуальные направления в науке с учетом современных тенденций ее развития.          Уметь: мотивировать коллег на самостоятельный научный поиск, направлять их научную работу, консультировать по вопросам теории, техники эксперимента, методикам обработки опытных данных.          Владеть: навыками работы в команде, навыками оформления конкурсной документации для получения грантов, навыками организации и ведения научных дискуссий.</p>
<p>владением современными теоретическими и экспериментальными методами исследования процессов теплообмена в промышленных теплоэнергетических установках и системах;</p>	<p>Знать: теоретические основания, экспериментальные методы, актуальные проблемы и тенденции исследований процессов теплообмена в оборудовании промышленной теплоэнергетики.          Уметь: применять теоретические положения и экспериментальную технику при исследованиях теплообменных процессов          Владеть: навыками анализа и синтеза передовых научных достижений в области теплообмена на базе целостного системного научного мировоззрения.</p>
<p>ПК-2 - готовностью освоить и применять на практике новые методы расчета и математического моделирования теплотехнологического оборудования предприятий, включая оптимизацию его тепловых схем и параметров теплоносителей;</p>	<p>Знать: результаты современных исследований теплотехнического оборудования, опубликованные в ведущих научных журналах и монографиях, существующие междисциплинарные связи и возможности исследований на стыке наук.          Уметь: создавать собственные аналитические модели и применять их к решению конкретных задач теплоэнергетики и теплофизики.          Владеть: навыками математического моделирования и оптимизации тепловых процессов в теплоэнергетическом оборудовании, навыками использования прикладных компьютерных программ.</p>
<p>ПК-3 - готовностью к разработке инновационных теплоиспользующих и теплопередающих установок,</p>	<p>Знать: методы и средства проектирования теплотехнологических процессов, перспективы развития энергетики на альтернативных и возобновляемых ресурсах, методы интенсификации теплообмена.          Уметь: проводить расчеты и термодинамический анализ</p>

обладающих улучшенными технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками;	<p>эффективности тепловых процессов, циклов и установок, систематизировать и обобщать информацию по технико-экономическим и эксплуатационным характеристикам оборудования</p> <p>Владеть: навыками разработки новых теплообменных аппаратов и термотрансформаторов, методами принятия решений по применению инновационных мероприятий и оборудования в теплоэнергетических системах.</p>
ПК-4 - способностью разрабатывать теоретические основы и методы энергосбережения в теплотехнологических установках и тепловых сетях и связанные с ними вопросы экономии ресурсов и защиты окружающей среды;	<p>Знать: описать динамику энергопотребления в России и в мире, назвать термодинамические, натуральные и экономические показатели оценки энергоэффективности и особенности их применения в теплоэнергетике и тепловых технологиях.</p> <p>Уметь: оценить составляющие энергетических балансов предприятий и описать методику составления энергетического паспорта объекта.</p> <p>Владеть: дать оценку методам энергосбережения при производстве тепловой энергии в котельных и на ТЭЦ. Оценить особенности энергосбережения в системах транспортировки и распределения тепловой энергии, а также в теплоиспользующих технологиях.</p>
ПК-5 - готовностью к разработке инновационных методов преобразования различных видов энергии в теплоту с целью экономии энергоресурсов и улучшения качества технологической продукции предприятий.	<p>Знать: перечислить общие принципы энергосбережения в инженерных системах зданий и сооружений, особенности использования для этих целей вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии.</p> <p>Уметь: оценить выработку теплоты и холода в теплонасосных установках и установках солнечной и геотермальной энергетики, соотнести преимущества и недостатки автономных источников теплоснабжения.</p> <p>Владеть: навыками оптимального распределения тепловой нагрузки между котлоагрегатами, сравнить различные способы повышения КПД электростанций паротурбинного и газотурбинного циклов, оценить потери тепловой энергии в тепловых сетях и сетевых сооружениях.</p>

#### 4. Объем и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	64
Лекции (ч)	18
Практические занятия (семинары) (ч)	18
Самостоятельная работа (ч)	28
Контроль	32
Форма контроля (зач./экз.)	ЭКЗ

## 4.2 Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3

Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Лекции		Наименование практических (семинарских) занятий		Оценочные средства
	№ и тема лекции	Трудоемкость, час	№ и тема практического занятия	Трудоемкость, час	
Современные тенденции и прогноз развития топливно-энергетического комплекса России до 2030 г.	1. Состав топливно-энергетического комплекса, его роль в экономике страны. Многоуровневая система энергетических балансов для каждой фазы преобразования энергии, коэффициенты полезного действия энергоустановок.	2	1. Расчет тепловых балансов водоводяного и пароводяного теплообменного аппарата. Определение энергетического и эксергетического КПД	2	Коллоквиум.
Устройство и функционирование современных тепловых и атомных электростанций, ТЭЦ и промышленных котельных.	2. Технологии преобразования энергии топлива в теплоту и электроэнергию. Устройство современных ТЭС, ТЭЦ и АЭС.	2	2. Расчет параметров и КПД паросилового цикла Ренкина с регенерацией теплоты и промежуточным перегревом пара 3. Расчет цикла газотурбинной установки и определение ее КПД.	2	Коллоквиум, Контрольная работа
	3. Паро- и газотурбинные установки, парогазовые энергоблоки. Ядерные реакторы серий ВВЭР, РБМК и БН.	2			
Технический уровень, состояние и перспективы развития отечественной теплоэнергетики и теплофикации	4. Современные отопительные и промышленные котельные. Состав оборудования и его характеристики.	2	4. Тепловой и гидравлический расчет участка радиальной тепловой сети. Определение КПД транспорта теплоты. 5. Расчет графика продолжительности тепловой нагрузки тепловой сети и графика ее регулирования	2	Реферат
	5. Водоподогревательные установки ТЭЦ и сетевые подогреватели; тепловые сети и сетевые сооружения.	2			
Перспективы развития технологий на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для автономной энергетики	6. Системы солнечного теплоснабжения автономных потребителей на базе плоских и концентрирующих солнечных коллекторов.	2	6. Расчет мгновенных и среднемесячных характеристик системы солнечного теплоснабжения. 7. Расчет и термодинамический анализ системы геотермального теплоснабжения с тепловыми насосами;	2	Коллоквиум, Контрольная работа
	7. Системы геотермального теплоснабжения, использующие	2			

	термальные воды и теплоту сухих грунтов.		выбор испарителя и конденсатора.		
Перспективы развития промышленных теплоиспользующих технологий.	8. Современные промышленные тепло- и массообменные аппараты и установки и задачи по повышению их тепловой экономичности	2	8. Расчет теплотехнологической установки для крашения ткани под давлением; выбор оборудования	2	Коллоквиум
	9. Высокотемпературные теплотехнологические установки, утилизаторы теплоты и критерии их энергетической эффективности	2	9. Расчет установки для регенеративного использования теплоты отходящих газов обжиговой печи	2	
<b>ВСЕГО часов в семестре</b>	.	18		18	<i>Экзамен</i>

## 5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Современные тенденции и прогноз развития топливно-энергетического комплекса России до 2030 г.	Подготовка к коллоквиуму по разделу 1	5
2	Устройство и функционирование современных тепловых и атомных электростанций, ТЭЦ и промышленных котельных.	Подготовка к коллоквиуму и контрольной работе по разделу 2	5
3	Технический уровень, состояние и перспективы развития отечественной теплоэнергетики и теплофикации	Написание реферата	6
4	Перспективы развития технологий на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для автономной энергетики	Подготовка к коллоквиуму и контрольной работе по разделу 4	6
5	Перспективы развития промышленных теплоиспользующих технологий.	Подготовка к коллоквиуму по разделу 5	6
		Подготовка к экзамену	32
<b>ВСЕГО часов в семестре:</b>			<b>60</b>

## 6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Промышленная теплоэнергетика» используются следующие образовательные технологии:

- коллоквиум;
- контрольная работа
- реферат

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

**7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.**

**7.2 Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля**

### Вопросы к коллоквиуму по разделу 1

- Назовите основные топливно-энергетические ресурсы;
- Каковы запасы и теплоты сгорания различных топлив?
- Какие возобновляемые энергоресурсы наиболее освоены в мире?
- Сопоставьте потребление тепловой энергии промышленностью и жилищно-коммунальной сферой;
- Какая доля электроэнергии в России вырабатывается на тепловых, атомных и гидравлических электростанциях?
- Что является основным производителем тепловой энергии в России – ТЭЦ или котельные?
- Назовите основные виды вторичных энергоресурсов;
- Для чего вводится понятие «условное топливо»?
- Каково общее потребление энергоресурсов в мире и в России?
- Причины большей энергоёмкости ВВП в России по сравнению с промышленно развитыми странами?
- По каким показателям можно судить об эффективности энергоиспользования?

### Вопросы к коллоквиуму по разделу 2

- Чем различаются теплофикационный и конденсационный режимы работы ТЭЦ?
- Как определяются удельные характеристики расхода топлива на выработку электроэнергии и отпуск теплоты в теплофикационном и конденсационном режимах работы ТЭЦ? В каких диапазонах они изменяются?
- Типы конденсатных систем промышленных предприятий; особенности расчета пароконденсатного баланса.
- Как организована совместная работа ПГУ и ГТУ в установке парогазового цикла?
- Каковы примерные значения электрического КПД парогазовых установок и газопоршневых двигателей?
- Какие преимущества дает перевод паровых котлов в водогрейный режим?
- Циклы паротурбинных и газотурбинных установок; циклы двигателей внутреннего сгорания; их анализ с помощью H-S и T-S диаграмм.
- Способы повышения КПД электростанции паротурбинного цикла
- Как определяется оптимальное распределение нагрузки между отдельными котлоагрегатами в промышленной котельной?
- Распределение экономии топлива от теплофикации на выработанные электроэнергию и тепло; показатели качества работы ТЭЦ

- Технологические схемы производства электроэнергии на АЭС с реакторами типов ВВЭР и РБМК
- Парогазовые энергетические технологии и перспективы их развития в России
- Технический уровень отечественной теплоэнергетики и возрастной состав генерирующего оборудования на ТЭС и ТЭЦ.

### **Задачи к контрольной работе по разделу 2**

- Определить значение удельной эксергии потока дымовых газов; в качестве уровня отсчета принять следующие параметры окружающей среды:  $T_0=273\text{K}$  ( $0^\circ\text{C}$ ),  $p_0=1$  бар. Теплоемкость вещества  $c_p=1,02$  кДж/кг гр. Средняя температура потока составляет  $403\text{K}$ ; давление потока равно давлению окружающей среды
- Определить значение удельной эксергии потока воды; параметры окружающей среды принять следующими:  $T_0=273\text{K}$  ( $0^\circ\text{C}$ ),  $p_0=1$  бар,  $T=473\text{K}$ ,  $P=6$  бар.
- Определить эксергетический КПД паротурбинной установки, приняв параметры окружающей среды:  $T_0=273\text{K}$  ( $0^\circ\text{C}$ ),  $p_0=1$  бар. Внутренний относительный КПД турбины равен  $0,85$ ; параметры пара  $T=523\text{K}$  ( $250^\circ\text{C}$ ),  $P=7$  бар.
- Определить расход пара и термический КПД паротурбинной электростанции мощностью  $12$  МВт с начальными параметрами пара  $P_0=3,5$  МПа,  $t_0=435^\circ\text{C}$ , давление в конденсаторе  $5$  кПа, внутренний относительный КПД турбины равен  $0,82$ , а электромеханический КПД равен  $0,92$ .
- Как изменится расход пара и термический КПД в условиях предыдущей задачи, если будет использован регенеративный подогрев питательной воды до  $100^\circ\text{C}$  паром давлением  $0,1$  МПа из отбора турбины в смесительном подогревателе?
- Найти абсолютный КПД газотурбинной установки, работающей по разомкнутому циклу при следующих условиях: начальная температура газов перед турбиной  $1000\text{K}$ , температура воздуха перед компрессором  $290\text{K}$ , степень повышения давления перед компрессором равна  $9$ , внутренний относительный КПД турбины равен  $0,86$ , КПД компрессора равен  $0,8$ , рабочее тело – воздух.

### **Тематика рефератов по разделу 3**

- Обзор современных теплоизоляционных материалов, используемых в теплоэнергетике
- Обзор отечественного и зарубежного теплообменного оборудования для систем солнечного и геотермального теплоснабжения
- Обзор и анализ методов интенсификации теплообмена в элементах теплоэнергетического оборудования.
- Анализ методик расчета и математического моделирования термодинамических циклов парогазовых установок.
- Сравнительный технико-экономический анализ систем теплоснабжения от ТЭЦ и промышленных котельных
- Сравнительный анализ абсорбционных и парокомпрессионных теплонасосных установок для утилизации низкопотенциального тепла
- Распределение расхода топлива в комбинированных системах производства технологической продукции, тепловой и электрической энергии
- Анализ причин низкой экономичности отечественных ТЭС и основных направлений совершенствования энергетического оборудования тепловых электростанций

### **Вопросы к коллоквиуму по разделу 4**

- Как классифицируют системы солнечного теплоснабжения и каковы их элементы?

- Дайте определение оптического КПД коллектора, коэффициента отвода тепла из него, полного коэффициента потерь и равновесной температуры.
- Из каких составляющих складывается полный коэффициент потерь тепла в плоском солнечном коллекторе, как их можно рассчитать?
- Назовите методы снижения потерь тепла в плоском солнечном коллекторе, сравните их эффективность.
- Какими методами рассчитывают активные системы солнечного теплоснабжения?
- Сопоставьте эффективность одно- и двухконтурных систем солнечного нагрева теплоносителей. В каких случаях они применяются?
- Какие аккумуляторы теплоты применяются в системах солнечного теплоснабжения? Каковы их конструктивные особенности?
- Классификация геотермальных ресурсов и основные пути их использования. Схемы систем геотермального теплоснабжения.
- Геотермальные электростанции: тепловые схемы и технико-экономические характеристики
- Анализ основных источников биомассы, их классификация, характеристика и технологии использования.
- Фотосинтез как источник биомассы. Методы конверсии биомассы в жидкое и газообразное топливо.
- Анализ биогазовых технологий и их экологические преимущества

#### **Задачи к контрольной работе по разделу 4.**

- Чему равна площадь и КПД плоского солнечного коллектора, если в него поступает вода с расходом 55 л/час и температурой 35 °С, нагреваясь при этом на 4°С? Расчет провести при следующем наборе исходных данных:  $E_s = 650 \text{ Вт/м}^2$ ,  $\eta_0 = 0,78$ ,  $U_L = 8,5 \text{ Вт/м}^2 \text{ град}$ ,  $t_0 = 24^\circ\text{C}$ , а эффективность гелиопанели  $F^i = 0,92$ .
- Рассчитать равновесную температуру гелиопанели плоского солнечного коллектора при следующих условиях: -  $E_s = 780 \text{ Вт/м}^2$ ,  $\eta_0 = 0,74$ ,  $t_0 = 22^\circ\text{C}$  и  $U_L = 7,9 \text{ Вт/м}^2 \text{ град}$ . Как изменится эта температура, если при модернизации данного коллектора его полный коэффициент потерь снизили до 6,2 Вт/м<sup>2</sup> град?
- В ходе экспериментов через затененный солнечный коллектор ( $F_K = 0,8 \text{ м}^2$ ,  $F_R = 0,87$ ) прокачивается предварительно нагретая вода с температурой 55 °С. Расход воды 40 л/час, а ее температура на выходе составляет 50 °С. Чему равно опытное значение полного коэффициента потерь такого коллектора, если температура наружного воздуха равна 20°?
- Два плоских солнечных коллектора с одинаковыми параметрами  $F_K = 1,2 \text{ м}^2$ ,  $F_R = 0,85$ ,  $\eta_0 = 0,76$  и  $U_L = 7,2 \text{ Вт/м}^2 \text{ град}$  включены последовательно. Расход воды составляет 65 л/час, ее температура на входе в первый коллектор равна температуре наружного воздуха (25 °С). Найти температуру воды на выходе из 1-го и 2-го коллекторов и их КПД, если интенсивность суммарной солнечной радиации составляет  $E = 810 \text{ Вт/м}^2$ .
- Геотермальная скважина обеспечивает подачу на поверхность 60 т/час пароводяной смеси при давлении 4,2 бар со средней степенью сухости 0,49. Смесь подается в сепаратор, где поддерживается давление 2,6 бар. После сепаратора насыщенный пар расширяется в турбине до давления в конденсаторе 0,05 бар. Пренебрегая всеми видами потерь, рассчитать КПД паротурбинной установки.
- Геотермальная скважина обеспечивает подачу на поверхность 20 т/час пароводяной смеси при давлении 2,7 бар со средней степенью сухости 0,19. Смесь поступает в подогреватель системы теплоснабжения, обеспечивая подогрев сетевой воды от 5 до 65°С. Греющая среда покидает теплообменник с температурой 45°С.

Пренебрегая всеми видами потерь, рассчитать КПД системы геотермального теплоснабжения.

### **Вопросы к коллоквиуму по разделу 5**

- Какие энергоносители используются в технологическом цикле текстильных предприятий? Назовите их параметры
- Дайте характеристику приходной и расходной части теплового баланса отделочного цеха текстильной фабрики
- Какие характеристики позволяют оценить равномерность тепловых нагрузок этого цеха?
- Поясните понятие технологического процесса и приведите конкретные примеры высокотемпературных и низкотемпературных теплоиспользующих технологий и установок.
- Назовите основные виды потерь при термической сушке.
- Дайте классификацию энергосберегающих мероприятий при сушке. Поясните роль рециркуляции сушильного агента.
- Назовите основные способы экономии энергии в выпарных установках.

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

### **7.3 Примеры используемых оценочных средств для промежуточной аттестации (вопросы экзаменационных билетов)**

- Дайте характеристику ресурсной базы современной отечественной теплоэнергетики и тенденций ее развития
- Назовите важнейшие характеристики топлив, сжигаемых на тепловых электростанциях и в промышленных котельных
- Назовите основные виды теплоносителей и дайте их сравнительный анализ
- Изложите технологический процесс преобразования химической энергии топлива в электроэнергию на тепловых электростанциях и ТЭЦ
- В чем суть термодинамического преимущества комбинированной выработки электроэнергии и тепла на ТЭЦ по сравнению с их отдельной выработкой?
- Методика построения графика тепловой нагрузки теплосети в различные периоды года
- Технологический процесс выработки электроэнергии на АЭС
- Нарисуйте схему парогазовой установки утилизационного типа и объясните порядок ее работы
- Назначение тепловых пунктов в системах теплоснабжения. Нарисуйте типовую схему оборудования теплового пункта
- Приведите примеры промышленных теплоиспользующих технологий в текстильной промышленности
- Поясните особенности построения энергетических балансов теплообменного оборудования. Как на основе этого баланса определяется их эффективность?
- Дайте определение энергетического баланса. Как на его основе можно определить эффективность энергоиспользования на предприятиях?
- Как определяется экономия топлива при комбинированном производстве тепла и электроэнергии на ТЭЦ. Что характеризует коэффициент теплофикации. Как найти его оптимальное значение?
- Как определяется энергетическая эффективность использования топлива в высокотемпературных теплотехнологических установках. От чего зависит уровень потерь с уходящими газами?

- Какие причины ведут к возникновению дисбалансов поступления энергоносителей на предприятия. Какими способами их можно сгладить?
- Запишите дифференциальное уравнение сохранения энергии в тепловом аккумуляторе, поясните его основные составляющие
- Какие методы резервирования мощности теплогенераторов Вам известны? Как они влияют на энергоэкономические показатели системы теплоснабжения?
- Как классифицируют системы солнечного теплоснабжения и каковы их основные элементы?
- Сопоставьте эффективность одно- и двухконтурных систем солнечного нагрева теплоносителей. Когда они применяются?
- Назовите основные типы геотермальных технологий. В чем их преимущества и недостатки. Какие вещества могут содержаться в геотермальных теплоносителях?

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)

### 8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 5

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
Основная литература, в том числе электронные издания							
1.	Касаткин А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии	Учебник	М.: ООО ТИД "Альянс"	2005		102
2.	Ветошкин А. Г.	Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи	Учебное пособие	Санкт-Петербург : Лань	2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/211553">https://e.lanbook.com/book/211553</a>	
3.	К.Р. Таранцева, К.В. Таранцев.	Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2022	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=399271">https://znanium.com/catalog/document?id=399271</a>	
4.	С. С. Кутателадзе.	Теплопередача и гидродинамическое сопротивление	Книга	М. : Энергоатомиздат	1990		2
5.	Носов Г.А., Айнштейн В.Г. и др.	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах.	Учебник	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний Санкт-Петербург : Лань	2014 2023 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/309377">https://e.lanbook.com/book/309377</a> <a href="https://e.lanbook.com/book/258419">https://e.lanbook.com/book/258419</a>	10
6.	С. С. Кутателадзе	Основы теории теплообмена	Книга	Новосибирск : Наука	1970 1962 1957		4
7.	М. А. Михеев, Михеева И.М.	Основы теплопередачи	Учебник	М. : Энергия	1973		130
8.	А. Н. Плановский, П. И. Николаев	Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии	Книга	М. : Химия	1987		14
9.	А. В. Лыков	Тепломассообмен	Книга	М. : Энергия	1978		1
10.	Б. С. Сажин, Л. И. Гудим, В. А. Реутский	Гидромеханические и диффузионные процессы	учебное пособие	М. : Легпромбытиздат	1988		4
Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1.	Кошелева М.К.	Выбор рациональных режимов	учебно-	М.: РГУ им. А.Н.	2017		5

		процессов термовлажностной обработки материалов	методическое пособие.	Косыгина			
2.	Сажин Б.С., Кошелева М.К., Сажина М.Б.	Процессы сушки и промывки текстильных материалов	Монография	МГУДТ	2013	<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=473715">http://znanium.com/bookread2.php?book=473715</a>	5
3.	Светлов Ю.В.	Термовлажностные процессы в материалах и изделиях легкой промышленности	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2016 2006		4
4.	Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сошенко М.В.	Процессы и аппараты энергосберегающих технологий текстильных и химических предприятий		МГТУ им. А.Н. Косыгина	2008		10
5.	Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А.	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии	Учебник	М., ООО ТИД "Альянс"	2005		5
6.	В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел	Теплопередача	Книга	М. : Энергия	1969		4
7.	С. С. Кутателадзе	Избранные труды	Книга	Новосибирск : Наука	1989		1
8.	М. В. Лыков	Сушка в химической промышленности	Книга	М. : Химия	1970		15
9.	А. В. Лыков, Б. М. Берковский	Конвекция и тепловые волны	Книга	М. : Энергия	1975		2
10.	У. Л. Уилкинсон ; ред. А. В. Лыков. - , Пер. с англ	Неньютоновские жидкости. Гидромеханика, перемешивание и теплообмен	Книга	М. : Мир	1964		1
11.	Сажин Борис Степанович ; Сажин Виктор Борисович	Научные основы техники сушки	Монография	М : Наука	1997		10

**8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, электронных образовательных ресурсов локальных сетей РГУ им. А.Н. Косыгина, необходимых для освоения дисциплины**

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
2.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3.	«ЭБС ЮРАЙТ» <a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a>
4.	О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>
5.	ЭБС «Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com/">http://www.e.lanbook.com/</a>
6.	ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г.
7.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="http://www.elibrary.ru/">http://www.elibrary.ru/</a> Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.
8.	НЭИКОН <a href="http://www.neicon.ru/">http://www.neicon.ru/</a> Соглашение №ДС-884-2013 от 18.10.2013г
<b>Профессиональные базы данных, информационные справочные системы</b>	
1.	«Polpred.com Обзор СМИ» <a href="http://www.polpred.com">http://www.polpred.com</a> Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.
2.	Scopus <a href="http://www.Scopus.com/">http://www.Scopus.com/</a> Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г.
3.	«SpringerNature» <a href="http://www.springernature.com/gp/librarians">http://www.springernature.com/gp/librarians</a> Платформа Springer Link: <a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a> Платформа Nature: <a href="https://www.nature.com/">https://www.nature.com/</a> Базаданных Springer Materials: <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> Базаданных Springer Protocols: <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a> База данных zbMath: <a href="https://zbmath.org/">https://zbmath.org/</a> База данных Nano: <a href="http://nano.nature.com/">http://nano.nature.com/</a> Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г.
4.	<a href="http://arxiv.org">http://arxiv.org</a> — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике
5.	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> - Справочно-правовая система (СПС) «Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации
6.	<a href="http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/">http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/</a> -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
<b>119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4</b>	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран, – маркерная доска
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор, – маркерная доска, – наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	компьютерная техника (15 компьютеров Aquarius) ; подключение к сети «Интернет»
Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект учебной мебели, маркерная доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки.
<b>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b>	<b>Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся</b>
<b>119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6</b>	
читальный зал библиотеки:	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»

## Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	Wolfram Mathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAW Graphics Suite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	Pinnacle Studio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	Project Expert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Диалог NIBELUNG	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
22.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020
23.	Adobe Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription New	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
24.	Mathcad Education - University Edition Subscription	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
25.	CorelDRAW Graphics Suite 2021 Education License (Windows)	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
26.	Mathematica Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
27.	Network Server Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
28.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
29.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
30.	LibreOffice GNU Lesser General Public License	Свободно распространяемое
31.	ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2)	Свободно распространяемое
32.	Linux Ubuntu GNU GPL	Свободно распространяемое
33.	FDS-SMV free and open-source software	Свободно распространяемое
34.	AnyLogic Personal Learning Edition	Свободно распространяемое
35.	Helix-OS GNU General Public License	Свободно распространяемое
36.	OpenFoam v.4.0 GNU General Public License	Свободно распространяемое
37.	DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия	Свободно распространяемое
38.	GNU Octave GNU General Public License	Свободно распространяемое