

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 <small>(индекс дисциплины)</small>	Теплотехнологические системы и энергетические балансы предприятий <small>(Наименование дисциплины)</small>
Кафедра: 21 <small>Код</small>	Теплосиловых установок и тепловых двигателей <small>(Наименование кафедры)</small>
Направление подготовки:	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль подготовки:	Энергетика теплотехнологий
Уровень образования :	Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное* обучение	Заочное* обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	180		
	Аудиторные занятия	56		
	Лекции	28		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	28		
	Самостоятельная работа	124		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	8		
	Контрольная работа			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		5		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная								5		
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов № б130301-3_20

Кафедра-разработчик: Тепловых установок и тепловых двигателей

Заведующий кафедрой: Злобин В.Г.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики

Заведующий кафедрой: Сморозин С.Н.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области теплоэнергетики и теплотехники, связанной с освоением методов проектирования, технического обслуживания и эксплуатации теплоэнергетических систем, расчета показателей и характеристик энергетических балансов промышленных предприятий.

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть структуру и особенности конструкции и эксплуатации теплоэнергетических систем промышленных предприятий.
- Усвоить основные направления разработки теплоэнергетических систем промышленных предприятий.
- Изучить математические алгоритмы и прикладное программное обеспечение для расчета показателей и характеристик энергетических балансов промышленных предприятий.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новые знания и умения.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) конструкции и схемы работы установок; характерные производственные затруднения и меры по их устранению; 2) способы утилизации вторичных энергоресурсов; 3) основные принципы, обеспечивающие энергосбережение и экологическую безопасность производства; Уметь: 1) осуществить проектный и поверочный расчеты тепловых и материальных балансов предприятий; 2) анализировать информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать и систематизировать их, используя современные технические средства и информационные технологии 3) ориентироваться в справочных и нормативных литературных источниках. Владеть: 1) навыками расчетов высокотемпературных теплотехнологических установок с определением расходов теплоты, пара, потерь теплоты в окружающую среду и определением габаритов установок 2) вопросами интенсификации теплообмена в высокотемпературных теплотехнологических установках;		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Низкотемпературные технологические процессы и установки (ПК-10)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-10)
- Производственная практика (технологическая практика) (ПК-10)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Источники теплоснабжения в структуре систем теплоснабжения.			
Тема 1. Характеристика первичных источников тепловой энергии промышленных предприятий. Традиционные и альтернативные источники тепловой энергии для промышленных предприятий. Основные характеристики, показатели и свойства источников тепловой энергии. Анализ и характеристика мировых запасов по видам энергии.	20		
Тема 2. Характеристика вторичных источников тепловой энергии промышленных предприятий. Классификация и характеристика генераторов тепловой энергии в структуре котельных и ТЭЦ. Теплоносители систем теплоснабжения. Расчет тепловой нагрузки на генераторы тепловой энергии по основным потребителям: отопление, ГВС, вентиляция и промышленное потребление.	36		
Текущий контроль 1. (опрос)	2		
Учебный модуль 2. Тепловые сети.			
Тема 3. Классификация и основные характеристики тепловых сетей. Водяные и паровые системы теплоснабжения. Сравнительная оценка характеристик.	14		
Тема 4. Требования руководящих документов на проектирование и эксплуатацию тепловых сетей. Параметры и характеристики тепловых сетей. Требования СНиП к конструкции тепловых сетей.	14		
Тема 5 Особенности конструкции тепловых сетей. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Зависимые и независимые конструкции. Способы прокладки систем. Расчет основных характеристик тепловых сетей.	30		
Тема 6. Энергетические балансы промышленных предприятий. Классификация и назначение энергетических балансов. Алгоритмы расчета энергетических балансов.	30		
Текущий контроль 2. (опрос)	2		
Учебный модуль 3. Распределения тепловой энергии.			
Тема 7. Особенности конструкции пунктов распределения тепловой энергии. Классификация и назначение тепловых пунктов. Особенности конструкции индивидуальных и центральных тепловых пунктов. Расчет характеристик основных элементов тепловых пунктов.	14		
Тема 8. Особенности регулирования подачи тепловой энергии потребителям. Классификация способов регулирования тепловой энергии, особенности количественного и качественного регулирования.	12		
Текущий контроль 3. (опрос)	2		
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	4		
ВСЕГО:	180		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	8	2				
2	8	4				
3	8	6				
4	8	2				
5	8	6				
6	8	4				
7	8	2				
8	8	2				

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
ВСЕГО:		28				

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Расчёт тепловой нагрузки на потребители отопления	8	6				
2	Расчёт тепловой нагрузки на потребители ГВС	8	4				
3	Расчёт тепловой нагрузки на потребители вентиляции и кондиционирования	8	4				
4	Расчёт тепловой нагрузки на потребители промышленного потребления	8	6				
5	Построение графиков потребления тепловой энергии и оценка экономических показателей расхода тепловой энергии	8	8				
ВСЕГО:		28					

3.3. Лабораторные занятия

Непредусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Непредусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2, 3	опрос	8	3				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	8	60				
Подготовка к практическим занятиям	8	60				
Подготовка к зачету	8	4				
ВСЕГО:		124				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Проблемная лекция, разбор конкретных ситуаций	14		
Практические занятия	Разбор конкретных ситуаций, принятие решений в условиях неполной определенности.	14		

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
ВСЕГО:		28		

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Под ред. В.М. Лебедева. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс]: учебник.— Электрон. текстовые данные.— Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут) 2013 г. 384 стр.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26805>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная литература

2. Горяинов М.В. Современное состояние и перспективы развития топливно-энергетического комплекса страны [Электронный ресурс]: монография/ Горяинов М.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Русайнс, 2014.— 136 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48963>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Сазанов Б.В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Сазанов Б.В., Ситас В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2014.— 275 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33215>.— ЭБС «IPRbooks».

4. Материальный и тепловой баланс водяной тепловой сети ОАО «НЛМК» [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению расчетной работы по энергетическим системам и энергетическим балансам систем энергетического производства ОАО «НЛМК»/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 12 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22881>.— ЭБС «IPRbooks».

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5. Овчинников Ю.В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.В. Овчинников, О.К. Григорьева, А.А. Францева. / — Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015.— 258 с.— Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/186607/read#page4>.— ЭБС «КнигаФонд».

6. Стрельников Н.А. Энергосбережение [Электронный ресурс]: учебник/ Стрельников Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47729>.— ЭБС «IPRbooks».

7. Климова Г.Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Климова Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 180 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34743>.— ЭБС «IPRbooks».

8. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебник/ Филиппова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 294 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45211>.— ЭБС «IPRbooks».

9. Теплоэнергетические установки. Теоретические и практические основы дисциплины [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.В. Щитов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015.— 266 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55914>.— ЭБС «IPRbooks».

10. Лыкин А.В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лыкин А.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 115 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45212>.— ЭБС «IPRbooks».

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" , необходимых для освоения дисциплины

1. Издательский дом МЭИ: publish@mpei.ru, publishers.ru.
2. Электронная библиотека ВШТЭ: http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm.
3. Электронная библиотека СПбГУПТД: <http://www.iprbookshop.ru>, ЭБС «IPRbooks».

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 7.
2. MicrosoftOfficeProfessional 2013.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом.
2. Компьютерный класс.
3. Кабинет макетов ТЭЦ, АЭС, ПТУ, ГПС.
4. Учебная лаборатория тепловых двигателей.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Комплект плакатов.
4. Наборы слайдов на электронном носителе.
5. Макеты элементов турбин и компрессоров.
6. Натурные образцы элементов проточных частей турбин.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекция	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе, если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Анализ заданий на расчетные практические работы, решение задач по алгоритмам указанных работ, анализ полученных результатов, формулировка выводов и др.
Самостоятельная работа	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, оформление пз. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством (при участии) преподавателя. При выполнении контрольной работы и подготовке к зачету необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы к зачету, продумать ответы на возможные вопросы преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-10 (2)	<p>Демонстрирует знания конструкций и схем работы установок; характерные производственные затруднения и меры по их устранению; способы утилизации вторичных энергоресурсов; основные принципы, обеспечивающие энергосбережение и экологическую безопасность производства;</p> <p>Способен осуществить проектный и поверочный расчеты тепловых и материальных балансов предприятий; анализировать информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать и систематизировать их, используя современные технические средства и информационные технологии; ориентироваться в справочных и нормативных литературных источниках.</p> <p>Выполняет расчеты высокотемпературных теплотехнологических установок с определением расходов теплоты, пара, потерь теплоты в окружающую среду и определением габаритов установок. Компетентен в вопросах интенсификации теплообмена в высокотемпературных теплотехнологических установках.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Типовое практическое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (17 вопросов)</p> <p>2. Перечень практических заданий (10 задач)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	<p>Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основ инженерного проектирования систем теплоснабжения, мероприятий по улучшению их эксплуатационных характеристик; основных направлений модернизации систем теплоснабжения, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной учебной и нормативной литературой, программными средствами, используемыми при проектировании, проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.</p> <p>Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.</p>
Не зачтено	<p>Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные этапы основ инженерного проектирования систем теплоснабжения, мероприятий по улучшению их эксплуатационных характеристик; основных направлений модернизации систем теплоснабжения, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной</p>

мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Первичные источники энергии. Оценка мировых энергоресурсов и производств развития энергопотребления.	1
2	Генерация энергии различного типа в энергобалансе стран.	1
3	Состояние и перспективы развития традиционной и альтернативной энергетики	1
4	Приоритетные направления в производстве и использовании энергоресурсов	1
5	Промышленное энергопотребление страны. Энергопотребление по видам производства (с учетом ЦБП).	1
6	Концепция первоочередных мероприятий национальной программы энергосбережения	1
7	Роль возобновляемых источников в энергобалансе страны	2
8	Характеристика генераторов - источников тепловой энергии. Генерации пара	2
9	Характеристика генераторов - источников тепловой энергии. Генерации горячей воды.	2
10	Особенности генерации тепловой энергии в структуре ТЭЦ, паровых и водогрейных котельных.	2
11	Технико- экономические характеристики котельных.	2
12	Энергетические характеристики теплоэнергетических систем.	2
13	Структура и особенности конструкции теплоэнергетической системы промышленного предприятия.	2
14	Основные особенности конструкции тепловых сетей по видам теплоносителя. Паровые тепловые сети.	3
15	Состав первичной информации по разработке и анализу энергетических балансов промышленных предприятий.	3
16	Нормирование расхода топлива - энергетических ресурсов. Особенности эксплуатации основных структурных звеньев в структуре системы теплоэнергоснабжения.	3
17	Основные особенности конструкции тепловых сетей по видам теплоносителя.	4
18	Водяные тепловые сети.	4
19	Основные характеристики потребителей тепловой энергии.	5
20	Особенности конструкции и характеристики тепловых пунктов.	5
21	Энергобаланс промышленного предприятия. Назначение энергобаланса. Виды и области применения энергетических балансов.	6
22	Анализ энергетических балансов. Качественная и количественная оценка состояния энергетического хозяйства и энергоиспользования на промышленном предприятии.	6
23	Основные характеристики тепловых систем в структуре энергоиспользования.	6
24	Основные этапы разработки и анализа энергетических балансов промышленных предприятий.	6
25	Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов.	6
26	Особенности конструкции и характеристики основных элементов теплоэнергетических систем.	7
27	Классификация способов регулирования тепловой энергии. Особенности количественного и качественного регулирования.	8

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Сравнить удельные расходы теплоты на выработку электроэнергии при $T_p=540+273=813\text{K}$ (температура пара на входе в турбину 540°C) и $T_k=33+273=306\text{K}$ (температура пара	Решение: Удельный расход теплоты на выработку электроэнергии в цикле КЭС составит:

	в конденсаторе турбины 33°C).	$\bar{q}_e^k = \frac{T_n}{T_n - T_k} = \frac{813}{813 - 306} = 1,6$ <p>т. е. удельный расход теплоты на выработку электроэнергии в цикле КЭС по сравнению с циклом ТЭЦ больше на:</p> $\frac{q_e^k - q_e^t}{q_e^k} \cdot 100\% = \frac{1,6 - 1}{1,6} \cdot 100\% = 37,5\%$
2	Определить тепловую нагрузку на систему вентиляции общественного комплекса площадью 1000 м ² по укрупненным показателям (K ₁ =0,25, K ₂ =0,6, q _{укр} =0,25).	<p>Решение: Тепловая нагрузка на систему вентиляции рассчитывается по формуле:</p> $= 0,25 * 1000 * 0,25 * 0,6 =$ $= 37,5 \text{ Вт}$ <p>Ответ: Q_в=37,5 Вт.</p>

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

- Возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа на зачете 30 минут.