

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.06.2022 08:55:34
Уникальный программный ключ:
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafb

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени А.А. ЕЖЕВСКОГО

Энергетический факультет
Кафедра энергообеспечения и теплотехники

Утверждаю
Декан факультета



«26» марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
«Тепломассообмен»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

(уровень бакалавриата)

Форма обучения: очная / заочная

2 курс 4 семестр / 2 курс

3 курс 5 семестр / 3 курс

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – ознакомление студентов с основными физическими моделями переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах, методами расчета потоков теплоты и массы, полей температуры и концентрации компонентов смесей, базирующимися на этих моделях, методами экспериментального изучения процессов тепломассообмена и определения переносных свойств.

Основные задачи освоения дисциплины:

- ознакомление студентов со способами переноса теплоты (массы);
- развитие способности обучаемых к физическому и математическому моделированию процессов переноса теплоты (массы), протекающих в реальных физических объектах, в частности, в установках энергетики и промышленности.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Тепломассообмен» находится в обязательной части Блока 1 учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Дисциплина изучается в 4 и 5 семестрах.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ)

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Результаты освоения ОП	Индикаторы компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3	Способен продемонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-1 _{опк-3} Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам. уметь: - рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; - рассчитывать передаваемые тепловые потоки. владеть: основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехниче-

			ского и теплотехнологического оборудования.
		ИД-2 _{ОПК-3} Применяет знания основ гидродинамики для расчетов теплотехнических установок и систем	<p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; - рассчитывать передаваемые тепловые потоки. <p>владеть: основами расчета процессов теплообмена в элементах теплотехнологического и теплотехнологического оборудования.</p>
		ИД-3 _{ОПК-3} Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	<p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; - рассчитывать передаваемые тепловые потоки. <p>владеть: основами расчета процессов теплообмена в элементах теплотехнологического и теплотехнологического оборудования.</p>
		ИД-6 _{ОПК-3} Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	<p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации

			<p>процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты;</p> <p>- рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p>Владеть: основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>
		ИД-7 _{ОПК-3} Применяет знания основ тепло-массообмена в теплотехнических расчетах	<p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь:</p> <p>- рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты;</p> <p>- рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p>Владеть: основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение по дисциплине лиц, относящихся к категории инвалидов, и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

В случае возникновения необходимости обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья в Университете предусматривается создание специальных условий, включающих в себя использование специальных образовательных программ, методов воспитания, дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания Университета и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При получении высшего образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно учебная литература, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

С учетом особых потребностей обучающимся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается предоставление учебных, лекционных материалов в электронном виде.

5 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е. – 324 часов

5.1 Объем дисциплины и виды учебной работы:

5.1.1. Очная форма обучения: семестр – 4 и 5, вид отчетности – экзамен (4 семестр), экзамен и курсовая работа (5 семестр)

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц	Объем часов / зачетных единиц	Объем часов / зачетных единиц
	всего	4 семестр	5 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	324/9	180/5	144/4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	140	80	60
в том числе:			
Лекции (Л)	62	32	30
Семинарские занятия (СЗ)	48	32	16
Лабораторные работы (ЛР)	30	16	14
Самостоятельная работа:	112	64	48
Курсовой проект (КП) ¹	-	-	-
Курсовая работа (КР) ²	36	-	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-
Реферат (Р)	-	-	-
Эссе (Э)	-	-	-
Контрольная работа	10	10	-
Самостоятельное изучение разделов	14	14	-
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	52	40	12
Подготовка и сдача экзамена ²	72	36	36
Подготовка и сдача зачета	-	-	-

5.1.2. Заочная форма обучения: курс – 2 и 3, вид отчетности 2 курс – экзамен, 3 курс – экзамен и курсовая работа

¹ На курсовой проект (работу) выделяется не менее одной зачётной единицы трудоёмкости (36 часов)

² На экзамен по дисциплине выделяется одна зачётная единица (36 часов)

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных еди- ниц	Объем часов / зачетных еди- ниц	Объем часов / зачетных еди- ниц
	всего	2 курс	3 курс
Общая трудоемкость дисциплины	324/9	108/3	216/6
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	40	18	22
в том числе:			
Лекции (Л)	14	6	8
Семинарские занятия (СЗ)	12	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	14	6	8
Самостоятельная работа:	212	54	158
Курсовой проект (КП) ³	-	-	-
Курсовая работа (КР) ⁴	36	-	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-
Реферат (Р)	-	-	-
Эссе (Э)	-	-	-
Контрольная работа	10	10	-
Самостоятельное изучение разделов	144	34	110
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	22	10	12
Подготовка и сдача экзамена ²	72	36	36
Подготовка и сдача зачета	-	-	-

6. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий:

6.1.1 ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ:

№ п/п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятель- ную и трудоемкость (в часах)				Формы текущей, промежуточной аттестации
		Лекции (Л)	Практические (семинарские)	Лабораторные ра- боты (ЛР)	самост. работа (СРС)	
1	2	3	4	5	6	7
4 семестр						
1	Теплопроводность	12	12	10	22	Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач,
1.1	Основные положения учения о теплопроводности Температурное поле.	4	4	4	8	

³ На курсовой проект (работу) выделяется не менее одной зачётной единицы трудоёмкости (36 часов)

⁴ На экзамен по дисциплине выделяется одна зачётная единица (36 часов)

	Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности					контрольная работа, отчет по лабораторной работе
1.2	Теплопроводность при стационарном режиме Теплопроводность плоской стенки при граничных условиях I и III рода. Теплопроводность цилиндрической стенки. Критический диаметр трубы. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты	4	4	4	7	
1.3	Нестационарные процессы теплопроводности Аналитическое описание процесса. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел	4	4	2	7	
2	Конвективный теплообмен в однородной среде	20	20	6	42	
2.1	Основные положения учения о конвективном теплообмене Конвективный теплообмен. Уравнения конвективного теплообмена. Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях.	4	4		7	
2.2	Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена Безразмерные переменные (числа подобия) и уравнения подобия. Условия подобия физических процессов.	4	4		7	
2.3	Теплоотдача при продольном обтекании плоской поверхности Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Теплоотдача при турбулентном пограничном слое	4	4		7	
2.4	Теплоотдача при течении жидкости в трубах Особенности движения и теплообмена в трубах. Теплоотдача при течении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения	4	4	4	7	

2.5	Теплоотдача при поперечном омывании труб и пучков труб Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб	2	2		7	
2.6	Теплоотдача при свободном движении жидкости Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве	2	2	2	7	
	Экзамен					36
	Итого за 4 семестр	32	32	16	64	
5 семестр						
3	Теплообмен при фазовых и химических превращениях	18	8	8	24	Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, курсовая работа, отчет по лабораторной работе
3.1	Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей Механизм теплообмена при пузырьковом кипении. Теплоотдача при пузырьковом кипении в большом объеме. Режимы течения и параметры двухфазного потока в трубах. Теплоотдача при кипении в трубах. Кризисы кипения.	6	4	4	8	
3.2	Теплообмен при конденсации чистого пара Теплообмен при пленочной конденсации пара. Теплообмен при конденсации пара внутри труб. Капельная конденсация.	6	4		8	
3.3	Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах Перенос массы при диффузии. Закон Фика. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Тепло- и массоотдача. Аналогия тепло- и массопереноса. Диффузионный пограничный слой. Тепломассообмен при конденсации пара из парогазовой смеси и при испарении жидкости в парогазовую среду.	6		4	8	
4	Теплообмен излучением	12	8	6	24	
4.1	Основные законы теплового излучения Природа теплового излучения. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения.	4	4	2	8	
4.2	Теплообмен излучением в системе	4	4		8	

	тел Теплообмен излучением между двумя телами, произвольно расположенными в пространстве. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен излучением при наличии отражающих поверхностей					
4.3	Теплообмен в поглощающих и излучающих средах Уравнение переноса лучистой энергии. Оптическая толщина среды и режимы излучения. Особенности излучения газов и паров. Сложный теплообмен.	4		4	8	
	Экзамен					36
	Итого за 5 семестр	30	16	14	48	
	Итого по дисциплине	62	48	30	112	72
						324

6.1.2 Заочная форма обучения:

№ п/п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)				Формы текущей, промежуточной аттестации
		Лекции (Л)	Практические (семинары)	лабораторные работы (ЛР)	самост. работа (СРС)	
1	2	3	4	5	6	7
2 курс						
1	Теплопроводность	2,5	2	2	18	Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, контрольная работа, отчет по лабораторной работе Экзамен
1.1	Основные положения учения о теплопроводности Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности	1		2	6	
1.2	Теплопроводность при стационарном режиме Теплопроводность плоской стенки при граничных условиях I и III рода. Теплопроводность цилиндрической стенки. Критический диаметр трубы. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты	1	2		6	

1.3	Нестационарные процессы теплопроводности Аналитическое описание процесса. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел	0,5			6	
2	Конвективный теплообмен в однородной среде	3,5	4	4	36	
2.1	Основные положения учения о конвективном теплообмене Конвективный теплообмен. Уравнения конвективного теплообмена. Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях.	0,5			6	
2.2	Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена Безразмерные переменные (числа подобия) и уравнения подобия. Условия подобия физических процессов.	1		2	6	
2.3	Теплоотдача при продольном обтекании плоской поверхности Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Теплоотдача при турбулентном пограничном слое				6	
2.4	Теплоотдача при течении жидкости в трубах Особенности движения и теплообмена в трубах. Теплоотдача при течении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения	1	2		6	
2.5	Теплоотдача при поперечном омывании труб и пучков труб Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб	0,5		2	6	
2.6	Теплоотдача при свободном движении жидкости Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве	0,5	2		6	
	Экзамен					36
	Итого за 2 курс	6	6	6	54	

3 курс							
3	Теплообмен при фазовых и химических превращениях	4	4	4		Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, выполнение курсовой работы, отчет по лабораторной работе Экзамен	
3.1	Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей Механизм теплообмена при пузырьковом кипении. Теплоотдача при пузырьковом кипении в большом объеме. Режимы течения и параметры двухфазного потока в трубах. Теплоотдача при кипении в трубах. Кризисы кипения.	2	2	2	26		
3.2	Теплообмен при конденсации чистого пара Теплообмен при пленочной конденсации пара. Теплообмен при конденсации пара внутри труб. Капельная конденсация.	1		2	26		
3.3	Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах Перенос массы при диффузии. Закон Фика. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Тепло- и массоотдача. Аналогия тепло- и массопереноса. Диффузионный пограничный слой. Тепломассообмен при конденсации пара из парогазовой смеси и при испарении жидкости в парогазовую среду.	1	2		28		
4	Теплообмен излучением	4	2	4			
4.1	Основные законы теплового излучения Природа теплового излучения. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения.	1		2	26		
4.2	Теплообмен излучением в системе тел Теплообмен излучением между двумя телами, произвольно расположенными в пространстве. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен излучением при наличии отражающих поверхностей	2		2	26		
4.3	Теплообмен в поглощающих и излучающих средах Уравнение переноса лучистой энергии. Оптическая толщина среды и режимы излучения. Особенности излучения газов и паров. Сложный теплообмен.	1	2		26		
	Экзамен						36

	Итого за 3 курс	8	6	8	158	
	Итого по дисциплине	14	12	14	212	72
					324	

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины⁵:

7.1.1 Основная литература:

1. Брюханов О.Н. Тепломассообмен [Текст]: рек. Учеб.-метод. об-нием / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 464 с. (10).
2. Кудинов А.А. Тепломассообмен [Текст]: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 140100 Теплоэнергетика и теплотехника: допущено УМО / А.А. Кудинов. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 374 с. (11).
3. Дерюгин В.В. Тепломассообмен: учебное пособие / В.В. Дерюгин, В.Ф. Васильев, В.М. Уляшева. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-3027-7. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107285>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.1.2 Дополнительная литература:

1. Примеры и задачи по тепломассообмену: учебное пособие / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 256 с. – ISBN 978-5-8114-1132-0. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/93718>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Нечаев В.В. Теплопроводность: учебное пособие / В.В. Нечаев, А.А. Тупицын. – Иркутск: ИрГСХА, 2004. – 103 с.
3. Примеры и задачи по тепломассообмену [Текст]: учеб. пособие для вузов по спец. 140101 Тепловые электрические станции, 140104 Промышленная теплоэнергетика и 140105 Энергетика теплотехнологий и для бакалавров и магистров направлений подгот. 140100.62,68 Теплоэнергетика: рек. Сиб. регион. учеб.-метод. об-нием / В.С. Логинов [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2011. – 255 с.

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

1. <http://techlibrary.ru/> – техническая библиотека.
2. <http://www.tehlit.ru/> – ТехЛит.ру – крупнейшая библиотека нормативно-технической литературы.
3. <http://minenergo.gov.ru> – министерство энергетики РФ.
4. <https://teplolib.ucoz.ru/> – библиотека теплоэнергетика.
5. <http://teplokot.ru/> – сайт теплотехника. Большая техническая библиотека.

7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Договор №, дата, организация
Лицензионное программное обеспечение		
1	Microsoft Windows 7	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года
2	Microsoft Office 2010	
3	Kaspersky Business Space Security Russian Edition	

⁵В рабочие программы вносятся литература из электронного каталога книгообеспеченности по ОП

Свободно распространяемое программное обеспечение		
1	LibreOffice 6.3.3	
2	Adobe Acrobat Reader	
3	Mozilla Firefox 83.x	
4	Opera 72.x	
5	Google Chrome 86.x.	

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий и др. объектов для проведения учебных занятий	Основное оборудование	Форма использования
1	Учебная аудитория №139	<p><i>Специализированная мебель:</i> столы ученические – 13 шт., стол преподавателя – 1 шт., стулья – 29 шт., компьютерный стол – 1 шт., стеллаж комбинированный – 1 шт., трибуна – 1 шт.</p> <p><i>Технические средства обучения:</i> доска меловая классная трехэлементная – 1 шт.</p> <p><i>Учебно-наглядные пособия:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - абсорбционная аммиачная холодильная установка; анализ термодинамических процессов; виды теплообмена (конвекция); конвективный теплообмен; паровая компрессионная холодильная установка; принципиальная схема абсорбционной холодильной установки; принципиальная схема парожеткторной холодильной установки; схема компрессионного теплового насоса; схема осевого компрессора; схема реактора первой атомной станции АН СССР; виды теплообмена (теплопроводность); теоретический цикл и схема установки (цикл Ренкина); цикл со смешанным подводом теплоты при $v = \text{const}$ и $p = \text{const}$; циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. <p><i>Лабораторное оборудование:</i></p> <p>1. Комплексный лабораторный стенд по имитационному моделированию процессов теплообмена:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение процесса адиабатного истечения газа через сужающее сопло; - изучение стационарной теплопроводности методом имитационного моделирования; - исследование теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в трубе методом имитационного моделирования; - исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального цилиндра методом имитационного моделирования; - исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании; - определение коэффициента излучения электропроводящих материалов калориметрическим методом при имитационном моделировании; - исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов методом имитационного моделирования процесса 	Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

		<p>теплообмена.</p> <p>2. Лабораторный стенд «Определение теплоемкостей, энтальпий и внутренней энергии воздуха».</p> <p>3. Лабораторный стенд «Испытание холодильной установки».</p> <p>4. Лабораторный стенд «Определение коэффициента теплопроводности и теплового сопротивления теплоизоляционных материалов методом трубы».</p> <p>5. Лабораторный стенд «Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении воздуха».</p> <p>6. Лабораторный стенд «Определение мощности, потерь теплоты и коэффициента излучения между двумя твердыми телами».</p>	
2	Учебная аудитория № 150	<p><i>Специализированная мебель:</i> столы ученические – 16 шт., стол преподавателя – 1 шт., стол компьютерный – 1 шт., стулья – 31 шт., трибуна – 1 шт.</p> <p><i>Технические средства обучения:</i> доска маркерная магнитная – 1 шт., мультимедиа проектор Optoma X302 – 1 шт., экран проекционный Classic Solution Lyra E (220*220) – 1 шт., колонки – 1 шт.</p> <p><i>Учебно-наглядные пособия:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - аэробильная мельница; вертикальный бойлер ЛМЗ; вертикальный котел малой мощности; водоснабжение теплоэлектроцентрали; гидравлические схемы водяных экономайзеров; гидрозолошлакоудаление; горелка для сжигания угольной пыли; паровая форсунка Шухова; головка механической форсунки Калачева; двухбарабанный паровой котел ВВД; двухбарабанный котел КРШ; деаэра-тор; конструктивные схемы слоевых топочных устройств; - механическая топка с наклонно-переталкивающей решеткой; паровой двухжаротрубный котел; паровой котел типа ТП-75-39ф; паровые котлы ДКВ и ДКВР с топкой МПЗ; схема рабочего процесса паросиловой установки; теплообменники; пневматический забрасыватель топлива; подогреватель высокого давления; подогреватель низкого давления; прямоточный котел Рамзина; раздельное гидрозолошлакоудаление; регулирование температуры перегрева пара; рекуперативные теплообменные аппараты; - схема газотурбинной установки с подводом тепла; схема ГТУ с регенератором тепла; схема котельной Иркутского ГАУ с водогрейным котлом; схема котельной ИСХИ; схема котельной установки средней мощности; схема котельной установки малой мощности; схема паротурбинной установки; схема паротурбинной электростанции; схема растопки котла высокого давления с помощью циркуляционного насоса; топка с шурующей планкой; топка скоростного горения ЦКТИ им. И.И. Ползунова системы В.В. Померанцева; топливное хозяйство тепловой электрической станции; процессы горения; хвостовые поверхности котла ТП-230-1; циркуляционно-вихревая топка системы Шершнева; чугунный экономайзер; шахтно-мельничная топка; шахтно-цепная решетка для торфа. <p><i>Лабораторное оборудование:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - установка для изучения эффекта Джоуля-Томсона; - установка для проверки закона Шарля – определение тепловых потерь в калориметре; 	Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

		<ul style="list-style-type: none"> - установка для изучения теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе; - установка для исследования теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости; - установка для определения тепловых свойств твёрдых тел методом регулярного режима; - установка для изучения процессов во влажном воздухе; - установка для определения удельной теплоты кристаллизации и изменение энтропии при охлаждении жидкого олова. 	
3	Учебная аудитория № 245	<p><i>Специализированная мебель:</i> столы ученические – 5 шт., стол преподавателя – 5 шт., стулья – 16 шт., стеллаж комбинированный – 1 шт., шкаф закрытый – 4 шт., стол компьютерный – 2 шт.</p> <p><i>Технические средства обучения:</i> ноутбук ASUS P55VA – 1 шт., системный блок – 3 шт., монитор – 2 шт., принтер – 1 шт.</p> <p><i>Лабораторное оборудование:</i> пирометр Testo 835-T2 (высокотемпературный) – 2 шт., тепловизор Testo 875-2i – 2 шт.</p>	Для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации
4	Аудитория № 144а	<p><i>Специализированная мебель:</i> стулья – 13 шт.</p> <p><i>Лабораторное оборудование:</i> установка для предпосевной обработки семян культурных растений ЭС-1; прибор для измерения энергетики семян культурных растений; электродный водонагреватель в разрезе; электросварочный трансформатор; сушильный шкаф с инфракрасными излучателями; котел электрический «РУСНИТ-204»; автоматический слайсер; картофелечистка МОК 300; машина для мойки овощей.</p>	Для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
5	Аудитория 123 (библиотека и читальные залы)	<p><i>Специализированная мебель:</i> столы и стулья.</p> <p><i>Технические средства обучения:</i></p> <p>Зал №1: компьютеры на базе процессора Intel, объединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Интернет, доступ к БД, ЭБ, ЭК, Консультант Плюс, электронно-библиотечной системе, электронной информационно-образовательной среде университета – 22 шт.</p> <p>Принтер HP Lazer Jet P 2055, принтер HP Lazer Jet M 1132 MFP, сканер CanoScan LIDE 110 – 2 шт., ксерокс XEVOX – 1 шт., книги на электронных носителях.</p> <p>Зал №2: телевизор Samsung – 1 шт., компьютер – 1 шт., принтер – 1 шт., сканер – 1 шт., проектор Optoma – 1 шт., экран – 1 шт.</p> <p>Зал №3: компьютеры на базе процессора Intel объединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Интернет, доступ к БД, ЭБ, ЭК, Консультант Плюс, электронно-библиотечной системе, электронной информационно-образовательной среде университета – 14 шт., принтер HP Laser Jet P2055, книги.</p>	Для самостоятельной работы студентов

Рейтинг-план дисциплины

2 курс 4 семестр

Лекции – 32 часа. Лабораторные работы – 16 часов. Практические занятия – 32 часа. Экзамен.

Текущие аттестации: контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, контрольная работа, отчет по лабораторной работе.

Распределение баллов по разделам (модулям) в 4 семестре

Раздел дисциплины	Максимальный балл	Сроки
Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности.	15	3 недели
Теплопроводность при стационарном режиме. Нестационарные процессы теплопроводности.	15	7 недели
Основные положения учения о конвективном теплообмене. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена.	15	11 недели
Теплоотдача при продольном обтекании плоской поверхности. Теплоотдача при течении жидкости в трубах. Теплоотдача при поперечном омывании труб и пучков труб. Теплоотдача при свободном движении жидкости.	15	15 недели
Итого	60	
Сумма баллов для допуска к экзамену	от 40	
Итоговый рейтинговый балл	от 0 до 100	

Распределение баллов по видам работ

Вид работы	Единица измерения	Премиальные баллы
Активность на семинарском занятии	семестр	0-8
Посещение занятий	семестр	0-5
Внеаудиторная самостоятельная работа	семестр	0-12
Участие в конференциях, конкурсах	одно участие	0-15
Итого		до 40
Экзамен		20-40

Определение итоговой оценки по дисциплине

По результатам работы в семестре студент может получить автоматически экзамен при условии, если он набрал более 50 баллов. Если студент набрал менее 40 баллов, то он не допускается к экзамену. Неуспевающим студентам предоставляется возможность ликвидировать задолженность (в зависимости от причины неуспеваемости) в предусмотренные кафедрой и деканатом сроки.

Интервал баллов рейтинга	Оценка
меньше 50	неудовлетворительно
51-70	удовлетворительно
71-90	хорошо
91-100	отлично

Рейтинг-план дисциплины

3 курс 5 семестр

Лекции – 30 часов. Лабораторные работы – 14 часов. Практические занятия – 16 часа. Экзамен. Курсовая работа.

Текущие аттестации: контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, курсовая работа, отчет по лабораторной работе.

Распределение баллов по разделам (модулям) в 5 семестре

Раздел дисциплины	Максимальный балл	Сроки
Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей	15	3 недели
Теплообмен при конденсации чистого пара	15	7 недели
Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Основные законы теплового излучения	15	11 недели
Теплообмен излучением в системе тел. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах	15	15 недели
Итого	60	
Сумма баллов для допуска к экзамену	от 40	
Итоговый рейтинговый балл	от 0 до 100	

Распределение баллов по видам работ

Вид работы	Единица измерения	Премиальные баллы
Активность на семинарском занятии	семестр	0-8
Посещение занятий	семестр	0-5
Внеаудиторная самостоятельная работа	семестр	0-12
Участие в конференциях, конкурсах	одно участие	0-15
Итого		до 40
Экзамен		20-40

Определение итоговой оценки по дисциплине

По результатам работы в семестре студент может получить автоматически экзамен при условии, если он набрал более 50 баллов. Если студент набрал менее 40 баллов, то он не допускается к экзамену. Неуспевающим студентам предоставляется возможность ликвидировать задолженность (в зависимости от причины неуспеваемости) в предусмотренные кафедрой и деканатом сроки.

Интервал баллов рейтинга	Оценка
меньше 50	неудовлетворительно
51-70	удовлетворительно
71-90	хорошо
91-100	отлично

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) и учебным планом направления подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Энергообеспечение предприятий»

Программу составил:



Очиров Вадим Дансарунович

Программа одобрена на заседании
кафедры энергообеспечения и теплотехники
Протокол № 7 от «26» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой:



Очиров Вадим Дансарунович

Согласовано:

Директор центра информационных технологий

_____ / _____ /

«__» _____ 202_ г.

Директор библиотеки

_____ М.З. Ерохина

«__» _____ 202_ г.