

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

Молодежный 2021

## 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 <sub>опк-3</sub> Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	<b>знать:</b> законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам. <b>уметь:</b> - 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. <b>владеть:</b> основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехниче-

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

			<p>процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты;</p> <p>- рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p><b>владеть:</b> основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>
		ИД-7 <sub>ОПК-3</sub> Применяет знания основ тепло-массообмена в теплотехнических расчетах	<p><b>знать:</b> законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p><b>уметь:</b></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><b>владеть:</b> 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>324/9</b>	<b>180/5</b>	<b>144/4</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>140</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
в том числе:			
Лекции (Л)	62	32	30
Семинарские занятия (СЗ)	48	32	16
Лабораторные работы (ЛР)	30	16	14
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>112</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
Курсовой проект (КП) <sup>1</sup>	-	-	-
Курсовая работа (КР) <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
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**

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

<sup>2</sup> 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>324/9</b>	<b>108/3</b>	<b>216/6</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>40</b>	<b>18</b>	<b>22</b>
в том числе:			
Лекции (Л)	14	6	8
Семинарские занятия (СЗ)	12	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	14	6	8
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>212</b>	<b>54</b>	<b>158</b>
Курсовой проект (КП) <sup>3</sup>	-	-	-
Курсовая работа (КР) <sup>4</sup>	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 <sup>2</sup>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
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 самостоятельную 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
<b>4 семестр</b>						
1	<b>Теплопроводность</b>	12	12	10	22	Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач,
1.1	<b>Основные положения учения о теплопроводности</b> Температурное поле.	4	4	4	8	

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

<sup>4</sup> 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	<b>Теплопроводность при стационарном режиме</b> 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	<b>Нестационарные процессы теплопроводности</b> Аналитическое описание процесса. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел	4	4	2	7	
2	<b>Конвективный теплообмен в однородной среде</b>	20	20	6	42	
2.1	<b>Основные положения учения о конвективном теплообмене</b> Конвективный теплообмен. Уравнения конвективного теплообмена. Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях.	4	4		7	
2.2	<b>Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена</b> Безразмерные переменные (числа подобия) и уравнения подобия. Условия подобия физических процессов.	4	4		7	
2.3	<b>Теплоотдача при продольном обтекании плоской поверхности</b> Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Теплоотдача при турбулентном пограничном слое	4	4		7	
2.4	<b>Теплоотдача при течении жидкости в трубах</b> Особенности движения и теплообмена в трубах. Теплоотдача при течении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения	4	4	4	7	

2.5	<b>Теплоотдача при поперечном омывании труб и пучков труб</b> Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб	2	2		7	
2.6	<b>Теплоотдача при свободном движении жидкости</b> Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве	2	2	2	7	
	<b>Экзамен</b>					<b>36</b>
	<b>Итого за 4 семестр</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	
<b>5 семестр</b>						
3	<b>Теплообмен при фазовых и химических превращениях</b>	18	8	8	24	Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, курсовая работа, отчет по лабораторной работе
3.1	<b>Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей</b> 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	<b>Теплообмен при конденсации чистого пара</b> Теплообмен при пленочной конденсации пара. Теплообмен при конденсации пара внутри труб. Капельная конденсация.	6	4		8	
3.3	<b>Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах</b> 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	<b>Теплообмен излучением</b>	12	8	6	24	
4.1	<b>Основные законы теплового излучения</b> Природа теплового излучения. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения.	4	4	2	8	
4.2	<b>Теплообмен излучением в системе</b>	4	4		8	

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

### 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
<b>2 курс</b>						
1	<b>Теплопроводность</b>	2,5	2	2	18	Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, контрольная работа, отчет по лабораторной работе  Экзамен
1.1	<b>Основные положения учения о теплопроводности</b> Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности	1		2	6	
1.2	<b>Теплопроводность при стационарном режиме</b> 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	<b>Нестационарные процессы теплопроводности</b> Аналитическое описание процесса. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел	0,5			6	
2	<b>Конвективный теплообмен в однородной среде</b>	3,5	4	4	36	
2.1	<b>Основные положения учения о конвективном теплообмене</b> Конвективный теплообмен. Уравнения конвективного теплообмена. Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях.	0,5			6	
2.2	<b>Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена</b> Безразмерные переменные (числа подобия) и уравнения подобия. Условия подобия физических процессов.	1		2	6	
2.3	<b>Теплоотдача при продольном обтекании плоской поверхности</b> Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Теплоотдача при турбулентном пограничном слое				6	
2.4	<b>Теплоотдача при течении жидкости в трубах</b> Особенности движения и теплообмена в трубах. Теплоотдача при течении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения	1	2		6	
2.5	<b>Теплоотдача при поперечном омывании труб и пучков труб</b> Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб	0,5		2	6	
2.6	<b>Теплоотдача при свободном движении жидкости</b> Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве	0,5	2		6	
	<b>Экзамен</b>					<b>36</b>
	<b>Итого за 2 курс</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>54</b>	

<b>3 курс</b>							
3	<b>Теплообмен при фазовых и химических превращениях</b>	4	4	4		Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, выполнение курсовой работы, отчет по лабораторной работе  Экзамен	
3.1	<b>Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей</b> 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	<b>Теплообмен при конденсации чистого пара</b> Теплообмен при пленочной конденсации пара. Теплообмен при конденсации пара внутри труб. Капельная конденсация.	1		2	26		
3.3	<b>Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах</b> 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	<b>Теплообмен излучением</b>	4	2	4			
4.1	<b>Основные законы теплового излучения</b> Природа теплового излучения. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения.	1		2	26		
4.2	<b>Теплообмен излучением в системе тел</b> Теплообмен излучением между двумя телами, произвольно расположенными в пространстве. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен излучением при наличии отражающих поверхностей	2		2	26		
4.3	<b>Теплообмен в поглощающих и излучающих средах</b> Уравнение переноса лучистой энергии. Оптическая толщина среды и режимы излучения. Особенности излучения газов и паров. Сложный теплообмен.	1	2		26		
	<b>Экзамен</b>						<b>36</b>

	<b>Итого за 3 курс</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>158</b>	
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>212</b>	<b>72</b>
					<b>324</b>	

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>5</sup>:

#### 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
<b>Лицензионное программное обеспечение</b>		
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	

<sup>5</sup>В 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"> <li>- 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 <math>v = \text{const}</math> и <math>p = \text{const}</math>; циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.</li> </ul> <p><i>Лабораторное оборудование:</i></p> <p>1. Комплексный лабораторный стенд по имитационному моделированию процессов теплообмена:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение процесса адиабатного истечения газа через сужающее сопло;</li> <li>- изучение стационарной теплопроводности методом имитационного моделирования;</li> <li>- исследование теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в трубе методом имитационного моделирования;</li> <li>- исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального цилиндра методом имитационного моделирования;</li> <li>- исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании;</li> <li>- определение коэффициента излучения электропроводящих материалов калориметрическим методом при имитационном моделировании;</li> <li>- исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов методом имитационного моделирования процесса</li> </ul>	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"> <li>- 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;</li> <li>- 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;</li> <li>- 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.</li> </ul> <p><i>Лабораторное оборудование:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- установка для изучения эффекта Джоуля-Томсона;</li> <li>- установка для проверки закона Шарля – определение тепловых потерь в калориметре;</li> </ul>	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"> <li>- установка для изучения теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе;</li> <li>- установка для исследования теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости;</li> <li>- установка для определения тепловых свойств твёрдых тел методом регулярного режима;</li> <li>- установка для изучения процессов во влажном воздухе;</li> <li>- установка для определения удельной теплоты кристаллизации и изменение энтропии при охлаждении жидкого олова.</li> </ul>	
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.