МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теплообмен в радиоэлектронных средствах

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	40	40	часов
2	Практические занятия	40	40	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	96	96	часов
5	Самостоятельная работа	84	84	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 39590

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 59 от «29» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 12.11.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. РЭТЭМ _____ А. С. Апкарьян

Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ _____ В. И. Туев

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ _____ В. И. Туев

Эксперты:

Доцент кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ) _____ В. Г. Христюков

Доцент кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ) _____ Н. Н. Несмелова

Согласована на портале № 39590

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение инженерных вопросов в области тепломассообмена в радиоэлектронных средствах, методики расчета тепловых режимов, овладение навыками экспериментальных исследований процессов теплопередачи и определения основных термодинамических характеристик.

1.2. Задачи дисциплины

– ознакомить студентов с методикой тепловых расчётов и проектированием радиоэлектронных устройств с заданными термодинамическими характеристиками

– ознакомить студентов с основными положениями и способами тепломассообмена необходимые при разработке технологического регламента сборки, монтажа и эксплуатации радиоэлектронного оборудования, в соответствии с требованиями в части эффективности, качества и надежности

– научить моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теплообмен в радиоэлектронных средствах» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Интегральные устройства радиоэлектроники, Математика 1, Материалы и компоненты электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: Основы конструирования электронных средств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, атомной физики; основные законы термодинамики, виды теплоомассообмена, физико-технические процессы и параметры, характеризующие теплообмен в твёрдых, жидких и газообразных телах; способы моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования

– **уметь** использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач; разрабатывать технологии и радиоэлектронные средства различной сложности с учётом процессов тепломассообмена под руководством специалистов более высокой квалификации; моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования

– **владеть** навыками физических исследований; навыками термодинамических расчетов теплового режима при проектировании радиоэлектронных устройств; способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	96	96
Лекции	40	40

Согласована на портале № 39590

Практические занятия	40	40
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	42	42
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Теплообмен. Виды теплообмена. Теплопроводность.	14	14	4	18	50	ПК-1
2 Конвективный теплообмен в однофазной среде.	14	14	6	22	56	ПК-1
3 Теплообмен излучением	6	6	4	24	40	ПК-1
4 Термодинамические расчеты тепловых режимов. Примеры практических задач	6	6	2	20	34	ПК-1
Итого за семестр	40	40	16	84	180	
Итого	40	40	16	84	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Теплообмен. Виды теплообмена. Теплопроводность.	Стационарная теплопроводность. Основные положения теплопроводно-сти.Теплопроводность плоской стенки без внутренних источников тепла. Теплопроводность плоской стенки при наличии внутренних источников тепла. Теплопроводность ци-	14	ПК-1

Согласована на портале № 39590

	линдрической стенкибез внутренних источников тепла. Теплопроводность цилиндрической стенки-при наличии внутренних источников тепла. Интенсификация теплопередачи. Нестационарная теплопроводность. Бесконечная тонкая пластина. Бесконечный цилиндр, шар. Определение количества теплоты тела конечных размеров.		
	Итого	14	
2 Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Подобие и моделирование процессов конвектив-ноготеплообмена. Теплообмен при свободной конвекции в большом объеме около вертикальных поверхностей. Свободная конвекция около горизонтальных поверхностей. Свободная конвекция в ограниченном пространстве. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Теплоотдача при вы-нужденном поперечном омывании труб и пучков труб.. Описание процесса вынужденного течения жидкости в трубах..	14	ПК-1
	Итого	14	
3 Теплообмен излучением	Основные положения теплообмена излучением. Законы теплового излучения Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной (диатермичной) средой. Тела с плоскопараллельными поверхностями. Тело с оболочкой и произвольно расположенные тела. Излучение газов и паров Лучистый теплообмен между газом и оболочкой.	6	ПК-1
	Итого	6	
4 Термодинамические расчеты тепловых режимов. Примеры практических задач	Теплопроводность через однослойную плоскую стенку. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку. Теплопроводность через однослойную цилиндрическую стенку. Теплопроводность через многослойную цилиндрическуюстенку. Теплопроводность через однослойную шаровую стенку. Теплоотдача при ламинарном движении жидкости в трубах. Теплоотдача при турбулентном движении жидкости в трубах. Теплоотдача при продольном обтекании пластины. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночного цилиндра.Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб. Теплоотдача при свободной конвекции Теплоотдача при свободной конвекции в ограниченном пространстве. Теплоотдача в жидких металлах. Теплоотдача при кипении жидкости. Теплоотдача при конденсации пара. Лучистый теплообмен между двумя параллельными пластинами. Лучистый теплообмен между поверхностями, находящимисяодна внутри другой. Влияние экранов на лучистый теплообмен.	6	ПК-1

Согласована на портале № 39590

	Итого	6	
Итого за семестр		40	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Интегральные устройства радиоэлектроники	+	+	+	
2 Математика 1				+
3 Материалы и компоненты электронных средств	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Основы конструирования электронных средств				+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Теплообмен. Виды теплообмена. Теплопроводность.	Теплопроводность плоской стенки при наличии внутренних источников тепла.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 39590

2 Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Свободная конвекция около горизонтальных по-верхностей.	6	ПК-1
	Итого	6	
3 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной (диатермичной) средой	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Термодинамические расчеты тепловых режимов. Примеры практических задач	Термодинамические расчеты тепловых ре-жимов. Примеры практических задач	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Теплообмен. Виды теплообмена. Теплопроводность.	Теплопроводность через однослойную плоскую стенку. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку. Теплопроводность через одно-слойную цилиндрическую стенку. Теплопровод-ность через многослойную цилиндрическую стен-ку. Теплопроводность через однослойную шаро-вую стенку.	14	ПК-1
	Итого	14	
2 Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Дифференциальные уравнения конвективного теп-лообмена. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена.	14	ПК-1
	Итого	14	
3 Теплообмен излучением	Лучистый теплообмен между двумя парал-лельны-ми пластинами. Лучистый теплообмен между по-верхностями, находящимися одна внутри другой. Влияние экранов на лучистый теплообмен	6	ПК-1
	Итого	6	
4 Термодинамические расчеты тепловых режимов. Примеры практических задач	Термодинамические расчеты тепловых режимов.	6	ПК-1
	Итого	6	
Итого за семестр		40	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 39590

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Теплообмен. Виды теплообмена. Теплопроводность.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-1	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	18		
2 Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-1	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	22		
3 Теплообмен излучением	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-1	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	24		
4 Термодинамические расчеты тепловых режимов. Примеры практических задач	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-1	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	20		
Итого за семестр		84		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		120		

Согласована на портале № 39590

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Контрольная работа	10	5	10	25
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Тест	10	10	10	30
Итого максимум за период	25	20	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	25	45	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 39590

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Круглов, Г.А. Теплотехника. [Электронный ресурс] / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — СПб. [Электронный ресурс]: Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа http//e.lanbook.com/book/3900 — Загл. с экрана. Дата обращения 05.07. 2018. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3900 (дата обращения: 17.07.2018).
2. Трофимова Т.И. Курс общей физики, Учебное пособие для вузов, 18-е изд, М – Академия, 2010 -557(3)с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 252 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Твердотельная электроника: Учебное пособие для вузов / В.А. Гуртов.- 2-е изд., доп. – М.: Те6хносфера, 2005. 406 с. . (наличие в библиотеке ТУСУР - 89 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теплофизика [Электронный ресурс]: Методические указания по СРС (самостоятельной и индивидуальной работе) студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 20.03.01 «Техносферная безопасность» / Апкарьян А. С. - 2015. 15 с. Дата обращения 05.07. 2018. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5259 (дата обращения: 17.07.2018).
2. Теплофизика [Электронный ресурс]: Методические указания по лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 280700.62 «Техносферная безопасность» (36 часов) / Апкарьян А. С. - 2015. 45 с. Дата обращения 05.07. 2018. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5507 (дата обращения: 17.07.2018).
3. Теплофизика [Электронный ресурс]: Методические указания по практическим занятиям / Апкарьян А. С. - 2011. 15 с. Дата обращения 05.07. 2018. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1936 (дата обращения: 17.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных и информационно-справочные системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются

Согласована на портале № 39590

демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419/2 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска маркерная;
- Обучающий стенд изучения безопасности (2 шт.);
- Компьютер на базе Пентиум П840;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– MS Office 2010
– Windows XP

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория экологического мониторинга

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 416/2 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска маркерная;
- Аквариум 15 л. прямоугольный;
- Стол лабораторный 1200х800 (6 шт.);
- Микроскоп БИОМЕД 3 (3 шт.);
- Микроскоп медицинский БИОМЕД 3 (5шт.);
- Аквариум 50 л. прямоугольный;
- Компрессор;
- Нагреватель с терморегулятором;
- Водонагреватель;
- Автоклав полуавтоматический;
- Весы Adventurer;
- Вытяжной шкаф;
- Ph-метр иономер БПК;
- Ph-метр портативный;
- Микроскоп ЦИФРОВОЙ Motic DM-BA300;
- Микроскоп СТЕРЕО МС-1 (2 шт.);
- Принтер HP LaserJet 1010;
- Система вентиляции;
- Сухожаровой шкаф;
- Термостат суховоздушный с охлаждением;
- Центрифуга СМ-6М.01;
- Сушка для химической посуды;
- Облучатель;

Согласована на портале № 39590

- Лабораторный стенд мониторинга (2 шт.);
- Компьютер WS1;
- Компьютер с монитором;
- ПЭВМ CORE2DUO E7500;
- Измеритель артериального давления (8 шт.);
- Весы напольные;
- Концентратометр КН-2М;
- Обогреватель;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/пере-

Согласована на портале № 39590

дачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Что такое теплопроводность?

1.1 Теплопроводность – процесс распространения тепловой энергии в твёрдом теле при непосредственном соприкосновении отдельных частиц тела, имеющих различные температуры.

1.2. Теплопроводность – процесс распространения тепловой энергии в твёрдом теле, жидкости и газе при непосредственном соприкосновении отдельных частиц тела, имеющих различные температуры.

1.3. Теплопроводность – процесс распространения тепловой энергии в твёрдом теле, жидкости и газе при непосредственном соприкосновении отдельных частиц тела, имеющих различные температуры.

2. Что такое конвекция?

2.1. Процесс распространения тепловой энергии в твёрдом теле.

2.2. Процесс распространения тепловой энергии электромагнитными волнами.

2.3. Перенос теплоты вместе с макроскопическими объемами вещества носит название конвективного теплопереноса, или конвекции.

3. Что такое лучистый теплообмен

3.1. Процесс передачи энергии в твёрдом теле.

3.2. Процесс передачи энергии электромагнитными волнами.

3.3. Процесс передачи энергии электромагнитными волнами.

4. Что такое температурное поле?

4.1. Равномерность значений температуры во всех точках рассматриваемого пространства в данный момент времени называют температурным полем.

4.2. Совокупность значений температуры во всех точках рассматриваемого пространства в данный момент времени называют температурным полем.

4.3. Совокупность значений теплофизических характеристик рассматриваемого пространства в данный момент времени называют температурным полем.

5. Определение теплового потока

5.1. Количество тепла, проходящее в единицу времени через произвольную поверхность.

5.2. Количество тепла, проходящее через произвольную поверхность.

5.3. Количество тепла, проходящее в единицу времени через твёрдую поверхность.

6. Плотность теплового потока

6.1. Характеризует температурное поле.

6.2. Характеризует процесс передачи энергии.

6.3. Характеризует интенсивность теплового потока.

7. Что характеризует коэффициент теплопроводности

7.1. Коэффициент теплопроводности характеризует способность вещества проводить тепло.

7.2. Коэффициент теплопроводности характеризует излучательные способности абсолютно чёрного тела.

7.3. Коэффициент теплопроводности характеризует поглощательные способности тела.

8. Единица измерения теплопроводности

Согласована на портале № 39590

8.1. вт/(кг *К).
8.2. вт/(м *К).
8.3. вт/(м2 *К).

9. От чего зависит коэффициент теплопроводности?
9.1. Температуры, природы материала, плотности, влажности.
9.2. Природы материала.
9.3. Температуры, плотности, влажности.

10. Что характеризует коэффициент температуропроводности?
10.1. Коэффициент температуропроводности характеризует скорость изменения теплового потока.
10.2. Коэффициент температуропроводности характеризует изменение температуры в нестационарных процессах.
10.3. Коэффициент температуропроводности характеризует скорость изменения температуры в нестационарных процессах и является мерой теплоинерционных свойств тела.

11. Уравнение Фурье
11.1. $q = - \lambda dt/dx$.
11.2. $q = - \alpha dt/dx$
11.3. $q = - \lambda d\tau/dx$

12. Уравнение Ньютона – Рихмана
12.1. $q = \lambda 1(tж1 - tc1)$.
12.2. $q = \alpha 1(tж1 - tc1)$.
12.3. $q = (tж1 - tc1)\ \alpha 1/\delta$.

13. Что такое свободное движение жидкости.
13.1. Свободное тепловое движение возникает в неравномерно прогретой среде, где имеются области с направленным вниз градиентом температур.
13.2. Свободное тепловое движение возникает в неравномерно прогретой жидкости, где имеются области с направленным вверх градиентом температур.
13.3. Свободное тепловое движение возникает в равномерно прогретой жидкости, где имеются области с направленным вверх градиентом температур.

14. Что такое вынужденное движение жидкости.
14.1. Вынужденное движение жидкости обусловлено разницей температуры в среде.
14.2. Вынужденное движение жидкости обусловлено перепадом плотности в среде.
14.3. Вынужденное движение жидкости обусловлено действием посторонних возбудителей.

15. Что называется ламинарным режимом течения
15.1. Течения, когда силы вязкости соизмеримы с силами инерции и для которого характерно отсутствие обмена частиц между слоями (перемешивание жидкости по сечению потока).
15.2. Течение, для которого характерно присутствие обмена частиц между слоями (перемешивание жидкости по сечению потока).
15.3. Течение, когда силы вязкости не соизмеримы с силами инерции и для которого характерен обмен частиц между слоями (перемешивание жидкости по сечению потока).

16. Что называется турбулентным режимом течения
16.1. Турбулентным называется режим течения, когда силы инерции соизмеримы с силами вязкости и для которого не характерен интенсивный обмен частиц между слоями.
16.2. Турбулентным называется режим течения, когда силы инерции преобладают над силами вязкости и для которого не характерен интенсивный обмен частиц между слоями.
16.3. Турбулентным называется режим течения, когда силы инерции преобладают над сила-

Согласована на портале № 39590

ми вязкости и для которого характерен интенсивный обмен частиц между слоями.

17. Число Рейнольдса
17.1. Re = vdp/μ
17.2. Re = vdρ/μ
17.3. Re = vdρ

18. Критерий Прандля
18.1. Pr = ν/λ.
18.2. Pr = ν/α
18.3. Pr = ν/δ

19. Закон Кирхгофа
19.1. E1/A1 = E2/A2 = … = E0/A0 = f(T)
19.2. E1/R1 = E2/R2 = … = E0/R0 = f(T)
19.3. E1/D1 = E2/D2 = … = E0/D0 = f(T)

20. Закон Стефана-Больцмана
20.1. E0 = C0 (T/100)2
20.2. E0 = ε0 (T/100) 4
20.3. E0 = C0 (T/100) 4

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1 Каким методом: феноменологическим или статистическим – описываются процессы теплопроводности?

2 В чем отличие между феноменологическим и статистическим методами описания тепловых процессов?

3 Что называют температурным полем, градиентом температуры?

4 Дайте определение изотермической поверхности и изотермы.

5 Дайте определение и назовите единицы измерения следующих физических величин: тепловой поток, плотность теплового потока, коэффициент теплопроводности.

6 Сформулируйте законы Фурье и Ньютона – Рихмана.

7 Перечислите диапазон значений коэффициента теплопроводности металлов, неметаллов, жидкостей и газов.

8 Перечислите допущения, необходимые для вывода дифференциального уравнения теплопроводности.

9 Какой закон положен в основу вывода дифференциального уравнения теплопроводности?

10 Дайте определение и запишите единицы измерения объемной мощности внутренних источников тепла, коэффициентов температуропроводности и теплоотдачи.

11 Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности.

12 Поясните, почему необходимо дополнять дифференциальные уравнения краевыми условиями.

13 Перечислите состав краевых условий (условий однозначности).

14 Что определяют геометрические и физические условия?

15 Что задают и в каком случае отсутствуют начальные условия?

16 Перечислите виды граничных условий. Что они выражают с точки
зрения математической физики и при решении задач теплопроводности?

17 Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности без внутренних источников тепла для цилиндрической стенки и его решение.

18 Запишите расчетные формулы и единицы измерения следующих физических величин: линейная плотность теплового потока, линейные термические сопротивления теплоотдачи, теплопередачи и теплопроводности многослойной цилиндрической стенки, линейный коэффициент теплопередачи.

19 Запишите выражение и схематически изобразите распределение температуры в однородной и многослойной цилиндрических стенках при заданных температурах поверхностей.

Согласована на портале № 39590

20 Запишите выражение для линейной плотности теплового потока в случае многослойной цилиндрической стенки, состоящей из n однородных слоев, при заданных температурах ее поверхностей, а также в процессе теплопередачи.

21 Дайте определение и запишите выражение для эквивалентного коэффициента теплопроводности многослойной цилиндрической стенки.

22 Запишите выражение для определения температуры в плоскости соприкосновения произвольных слоев многослойной цилиндрической стенки.

23 Дайте определение и запишите расчетную формулу для вычисления критического диаметра изоляции.

24 Поясните, в каком случае тепловой поток через цилиндрическую стенку будет возрастать при наложении изоляции.

25 В каких случаях увеличение теплового потока при наложении изоляции играет положительную роль?

26 Сформулируйте закон Ньютона – Рихмана.

27 Запишите определение коэффициента теплоотдачи.

28 Перечислите виды конвекции и дайте их определение.

29 Каким процессом является теплоотдача – простым или сложным – и почему?

30 Перечислите теплофизические свойства жидкостей. Назовите порядок величины коэффициентов вязкости для воды и воздуха при комнатной температуре.

31 Является ли коэффициент теплоотдачи теплофизическим свойством и почему?

32 Запишите определение и единицы измерения динамической и кинематической вязкости.

33 Перечислите режимы течения жидкостей. Какое критериальное число их определяет?

34 Как и почему зависит теплоотдача от режимов течения жидкости?

35 Дайте определение гидродинамического и температурного пограничных слоев.

36 Дайте определение теплового излучения, поясните его механизм. Что называют лучистым теплообменом?

37 Какие виды излучения вы знаете? Какие длины волн им соответствуют?

38 Какое излучение называется селективным или выборочным? В каком случае излучение имеет сплошной спектр?

39 Что называют объемным и поверхностным излучением? Излучение каких групп веществ носит объемный или поверхностный характер?

40 Излучение каких групп веществ имеет сплошной или селективный спектр и почему?

41 Какое излучение называют равновесным или неравновесным?

42 Какие тела называют абсолютно черными? Серыми?

43 В каком случае поверхность называется зеркальной? Абсолютно белой?

44 Какие среды называют диатермичными? Дайте определение коэффициентов поглощения, отражения и проницаемости. Запишите соотношение между ними.

45 Сформулируйте законы Планка, Релея – Джинса и Вина для равновесного излучения абсолютно черного тела.

46 Сформулируйте закон Стефана – Больцмана.

47 Сформулируйте закон Кирхгофа и следствия из него.

48 Сформулируйте закон Ламберта.

14.1.3. Темы контрольных работ

Сформулировать законы Фурье и Ньютона – Рихмана.

Схематически изобразите распределение температуры в однородной плоской стенке для постоянного коэффициента теплопроводности и линейно зависящего от температуры коэффициента теплопроводности.

Охарактеризуйте гидродинамические режимы течения жидкости в трубе и их влияние на теплоотдачу.

Сформулируйте законы Планка, Релея – Джинса и Вина для равновесного излучения абсолютно черного тела.

Согласована на портале № 39590

Сформулируйте закон Стефана – Больцмана.
Сформулируйте закон Кирхгофа и следствия из него.
Сформулируйте закон Ламберта.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Теплопроводность плоской стенки при наличии внутренних источников тепла.
Свободная конвекция около горизонтальных поверхностей.
Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной (диатермичной) средой
Термодинамические расчеты тепловых ре-жимов. Примеры практических задач

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;

Согласована на портале № 39590

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 39590