МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах 2

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	88	88	часов
5	Самостоятельная работа	92	92	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: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21987

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от « 5 » 6 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа 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 ноября 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Заведующий каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Эксперты:

Ст. преподаватель каф. КИПР _____ Н. Н. Кривин

Доцент каф. КИПР _____ А. А. Чернышёв

Согласована на портале № 21987

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

- изучение инженерных вопросов в области тепломассообмена в радиоэлектронных средствах,
- освоение методик 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 средств с заданными термодинамическими характеристиками;

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах 2» (Б1.В.ДВ.5.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Информатика 2, Математика, Основы конструирования электронных средств, Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах 1, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование РЭС.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные законы термодинамики, виды теплоомассообмена, физические процессы и параметры, характеризующие теплообмен в твёрдых, жидких и газообразных телах.

– **уметь** вести разработку радиоэлектронных средств различного уровня сложности с учётом процессов тепломассообмена под руководством специалистов более высокой квалификации.

– **владеть** навыками проведения термодинамических расчётов при проектировании радиоэлектронных средств, посредством компьютерного моделирования тепловых режимов работы.

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
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	88	88
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	92	92
Оформление отчетов по лабораторным работам	32	32
Проработка лекционного материала	24	24

Согласована на портале № 21987

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	36
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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Основные понятия и законы переноса энергии.	8	8	4	22	42	ОПК-1
2 Методы решения задач тепломассообмена.	8	8	4	22	42	ОПК-1
3 Междисциплинарные задачи теплообмена в РЭС.	8	8	4	22	42	ОПК-1
4 Термодинамические расчёты тепловых режимов РЭС. Примеры решения практических задач.	12	12	4	26	54	ОПК-1
Итого за семестр	36	36	16	92	180	
Итого	36	36	16	92	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
7 семестр			
1 Основные понятия и законы переноса энергии.	Тепломассообмен. Виды тепломассообмена. Кондуктивный теплообмен. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением.	8	ОПК-1
	Итого	8	
2 Методы решения задач	Обзор методов решения задач тепло-	8	ОПК-1

Согласована на портале № 21987

тепломассообмена.	массообмена. Аналитические методы. Численные методы. Методы аналогии. Основы метода конечных разностей и конечных элементов. Ошибки численного моделирования. Теоретические основы построение расчётной сетки, задания начальных и граничных условий. Аппроксимация уравнения теплопроводности, начальных и граничных условий.		
	Итого	8	
3 Междисциплинарные задачи теплообмена в РЭС.	Основные понятия механики деформируемого твёрдого тела. Расчёт напряжённо-деформированного состояния. ТермоНДС. Джоулевый эффект.	8	ОПК-1
	Итого	8	
4 Термодинамические расчёты тепловых режимов РЭС. Примеры решения практических задач.	Технология построения расчётной модели: создание или импорт расчётной геометрии; понятие контактов в сборке; Задание начальных и граничных условий, свойств материалов; построение расчётной сетки; настройка решателя и запуск расчёта; постобработка результатов моделирования.Стационарные и нестационарные задачи теплопроводности. ТермоНДС.	12	ОПК-1
	Итого	12	
Итого за семестр		36	

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 Информатика 2		+		
2 Математика		+		
3 Основы конструирования электронных средств			+	
4 Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах 1	+			
5 Физика	+		+	
Последующие дисциплины				
1 Автоматизированное проектирование РЭС		+		+

Согласована на портале № 21987

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию

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
7 семестр			
1 Основные понятия и законы переноса энергии.	Задачи кондуктивного теплообмена, теплообмена излучением и лучистого теплообмена в радиоэлектронной аппаратуре.	4	ОПК-1
	Итого	4	
2 Методы решения задач тепломассообмена.	Применение метода конечных элементов в сложносоставных телах.	4	ОПК-1
	Итого	4	
3 Междисциплинарные задачи теплообмена в РЭС.	Гармонический анализ. Удары. Вибрации. ТермоНДС.	4	ОПК-1
	Итого	4	
4 Термодинамические расчёты тепловых режимов РЭС. Примеры решения практических задач.	Стационарные и динамические расчёты тепловых режимов. Примеры практических задач.	4	ОПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 21987

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
7 семестр			
1 Основные понятия и законы переноса энергии.	Теплопроводность. Свободная и вынужденная конвекция. Теплообмен излучением.	8	ОПК-1
	Итого	8	
2 Методы решения задач тепломассообмена.	Аналитические методы. Численные методы: метод конечных разностей, метод конечных элементов. Методы аналогии.	8	ОПК-1
	Итого	8	
3 Междисциплинарные задачи теплообмена в РЭС.	Механика деформируемого твёрдого тела. Напряжённо-деформируемое состояние (НДС). ТермоНДС. Джоулево тепло. Фазовые переходы.	8	ОПК-1
	Итого	8	
4 Термодинамические расчёты тепловых режимов РЭС. Примеры решения практических задач.	Термодинамические расчёты тепловых режимов.	12	ОПК-1
	Итого	12	
Итого за семестр		36	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Основные понятия и законы переноса энергии.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		

Согласована на портале № 21987

	Итого	22		
2 Методы решения задач тепломассообмена.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	22		
3 Междисциплинарные задачи теплообмена в РЭС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	22		
4 Термодинамические расчёты тепловых режимов РЭС. Примеры решения практических задач.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	26		
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		128		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
7 семестр				
Контрольная работа	10	5	10	25
Отчет по индивидуальному заданию	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15

Согласована на портале № 21987

Тест	5	5	5	15
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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Математическое моделирование процессов термоустойчивости в конструкциях РЭС: Учебное пособие по групповому проектному обучению для студентов специальности 210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» / Алексеев В. П., Карабан В. М. - 2012. 152 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2535, дата обращения: 11.07.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Трофимова Т.И. Курс общей физики, Учебное пособие для вузов, 18-е изд, М – Академия, 2010 -557(3)с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

2. Иванов Д.В., Доль А.В. Введение в Ansys Workbench : Учеб.-метод. пособие для студентов естественно-научных дисциплин. – Саратов: Амирит, 2016. – 56 с.: ил. [Электронный ресурс]. - http://dolivanov.ru/sites/default/files/metodichka_workbench.pdf

3. Теплообмен в радиоэлектронных средствах: Учебное пособие / Апкарьян А. С. - 2017. 65 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6921, дата обращения: 11.07.2017.

Согласована на портале № 21987

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Апкарьян, А. С. Теплофизика: Методические указания по СРС (самостоятельной и индивидуальной работе) студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 20.03.01 «Техносферная безопасность» [Электронный ресурс] / Апкарьян А. С. — Томск: ТУСУР, 2015. — 15 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/5259
2. Теплофизика: Методические указания по лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 280700.62 «Техносферная безопасность» (36 часов) / Апкарьян А. С. - 2015. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5507, дата обращения: 11.07.2017.
3. Теплофизика: Методические указания по практическим занятиям / Апкарьян А. С. - 2011. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1936, дата обращения: 11.07.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Yandex, Google, edu.tusur.ru, ANSYS, SolidWorks Simulations, COMSOL

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 10, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, д. 40, 4 этаж, ауд. 401/403. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная (1 шт.); Автоматизированное рабочее место (не менее 10 шт.); Серверная станция (1 шт.); Принтер ч/б Xerox Phaser 3125 (1 шт.); Принтер цветной HP Color LJ 3600 (1 шт.); Мультимедийный проектор Toshiba TDPT350 (1 шт.); Сканер Mustek P3600 (1 шт.); Учебный программный пакет ANSYS (не менее 10 штук); Учебный программный пакет SolidWorks Simulations (не менее 10 штук); Microsoft Windows 7 (не менее 10 шт.); Microsoft Office (не менее 10 шт.).

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу: 634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, д. 40, 4 этаж, ауд. 401/403. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная (1 шт.); Автоматизированное рабочее место (не менее 10 шт.); Серверная станция (1 шт.); Принтер ч/б Xerox Phaser 3125 (1 шт.); Принтер цветной HP Color LJ 3600 (1 шт.); Мультимедийный проектор

Согласована на портале № 21987

Toshiba TDPT350 (1 шт.); Сканер Mustek P3600 (1 шт.); Учебный программный пакет ANSYS (не менее 10 штук); Учебный программный пакет SolidWorks Simulations (не менее 10 штук); Microsoft Windows 7 (не менее 10 шт.); Microsoft Office (не менее 10 шт.).

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 5 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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

Согласована на портале № 21987

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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;
- 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 21987

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах 2

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:
- Заведующий каф. КИПР В. М. Карабан

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21987

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Должен знать основные законы термодинамики, виды теплоомассообмена, физические процессы и параметры, характеризующие теплообмен в твёрдых, жидких и газообразных телах.; Должен уметь вести разработку радиоэлектронных средств различного уровня сложности с учётом процессов тепломассообмена под руководством специалистов более высокой квалификации.; Должен владеть навыками проведения термодинамических расчётов при проектировании радиоэлектронных средств, посредством компьютерного моделирования тепловых режимов работы.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале № 21987

компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные законы термодинамики, виды тепломассообмена, физические процессы и параметры, характеризующие теплообмен в твёрдых, жидких и газообразных телах.	вести разработку радиоэлектронных средств различного уровня сложности с учётом процессов тепломассообмена под руководством специалистов более высокой квалификации.	владеть навыками термодинамических расчётов при проектировании радиоэлектронных средств, посредством компьютерного моделирования тепловых режимов работы.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по индивидуальному заданию; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по индивидуальному заданию; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем.;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области.;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования.;	• Берёт ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает своё поведение к обстоятельствам в решении проблем.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми (общими) знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач.;	• Работает при прямом наблюдении.;

Согласована на портале № 21987

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Тестовые задания

– – 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 закон Стефана – Больцмана;
– – Сформулируйте законы Планка, Релея – Джинса и Вина для равновесного излучения
– абсолютно черного тела;
– – Сформулируйте закон Кирхгофа и следствия из него;
– – Сформулируйте закон Ламберта.

3.2 Темы индивидуальных заданий

– – Что общего и в чем различие выражений для распределения температуры в плоской
– стенке при наличии тепловыделения для симметричных условий охлаждения и пластины с одной
– теплоизолированной поверхностью?
– – Укажите диапазон чисел Рейнольдса, соответствующих ламинарному и турбулентному
– режимам течения жидкости в трубе;
– – Как меняется профиль скорости гидродинамически стабилизирован- ного течения
– жидкости в случае различных температур жидкости и стенки?
– – Укажите основные этапы при выводе выражения для результирующего потока излучения
– в системе двух плоскопараллельных тел методом многократных отражений.

3.3 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.

Согласована на портале № 21987

– 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. 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 поря- док 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

Согласована на портале № 21987

– 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.

3.4 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;
– – Сформулируйте закон Стефана – Больцмана.

3.5 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Теплопроводность. Свободная и вынужденная конвекция. Теплообмен излучением.
– Аналитические методы. Численные методы: метод конечных разностей, метод конечных элементов. Методы аналогии.
– Механика деформируемого твёрдого тела. Напряжённо-деформируемое состояние (НДС). ТермоНДС. Джоулево тепло. Фазовые переходы.
– Термодинамические расчёты тепловых режимов.

3.6 Темы лабораторных работ

– Стационарные и динамические расчёты тепловых режимов. Примеры практических задач.
– Гармонический анализ. Удары. Вибрации. ТермоНДС.
– Метод конечных элементов в сложносоставных телах.
– Кондуктивный теплообмен тел в внутренними источниками тепла. Теплообмен с естественной и вынужденной конвекцией. Смешанный теплообмен с поверхности твёрдого тела в окружающую среду. Лучистый теплообмен.

Согласована на портале № 21987

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Математическое моделирование процессов термоустойчивости в конструкциях РЭС: Учебное пособие по групповому проектному обучению для студентов специальности 210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» / Алексеев В. П., Карабан В. М. - 2012. 152 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2535, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Трофимова Т.И. Курс общей физики, Учебное пособие для вузов, 18-е изд, М – Академия, 2010 -557(3)с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)
2. Иванов Д.В., Доль А.В. Введение в Ansys Workbench : Учеб.-метод. пособие для студентов естественно-научных дисциплин. – Саратов: Амирит, 2016. – 56 с.: ил. [Электронный ресурс]. - http://dolivanov.ru/sites/default/files/metodichka_workbench.pdf
3. Теплообмен в радиоэлектронных средствах: Учебное пособие / Апкарьян А. С. - 2017. 65 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6921, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

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

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Yandex, Google, edu.tusur.ru, ANSYS, SolidWorks Simulations, COMSOL

Согласована на портале № 21987