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

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 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные занятия	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 2016

Согласована на портале № 6525

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6/2016 от «_3_» _____11_____ 2016 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 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. РЭТЭМ _____ Апкарьян А. С.

Заведующий обеспечивающей каф.
КИПР _____ Карабан В. М.

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

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф.
КИПР _____ Карабан В. М.

Эксперты:

доцент Кафедра РЭТЭМ _____ Христюков В. Г.

Согласована на портале № 6525

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.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах» (Б1.В.ДВ.6.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Интегральные устройства радиоэлектроники, Материалы и компоненты электронных средств, Основы конструирования электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: .

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, физико-технические процессы и параметры, характеризующие теплообмен в твёрдых, жидких и газообразных телах.

– **уметь** разрабатывать технологии и радиоэлектронные средства различной сложности с учётом процессов тепломассообмена под руководством специалистов более высокой квалификации.

– **владеть** владеть навыками термодинамических расчетов теплового режима при проектировании радиоэлектронных устройств.

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 занятия	16	16
Самостоятельная работа (всего)	92	92
Оформление отчетов по лабораторным работам	32	32
Проработка лекционного материала	20	20

Согласована на портале № 6525

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	40	40
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	216	216
Зачетные Единицы Трудоемкости	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
1	Тепломассообмен. Виды тепломассообмена. Теплопроводность.	8	8	4	20	40	ОПК-1
2	Конвективный теплообмен в однофазной среде. Теплообмен при фазовых превращениях.	8	8	4	20	40	ОПК-1
3	Теплообмен излучением	6	6	4	20	36	ОПК-1
4	Массоотдача. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах.	6	6	2	16	30	ОПК-1
5	Термодинамические расчеты тепловых режи-мов. Примеры практических задач	8	8	2	16	34	ОПК-1
	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 Тепломассообмен. Виды тепломассообмена. Теплопроводность.	Стационарная теплопроводность. Основные положения теплопроводно-сти.Теплопроводность плоской стенки без внутренних источников тепла. Теплопроводность плоской стенки при наличии внутренних источников тепла.	8	ОПК-1

Согласована на портале № 6525

	Теплопроводность цилиндрической стенкибез внутренних источников тепла. Теплопроводность цилиндрической стенкипри наличии внутренних источников тепла. Интенсификация теплопередачи. Нестационарная теплопроводность. Бесконечная тонкая пластина. Бесконечный цилиндр, шар. Определение количества теплоты тела конечных размеров. Регулярный режим охлаждения тел.		
	Итого	8	
2 Конвективный теплообмен в однофазной среде. Теплообмен при фазовых превращениях.	Дифференциальные уравнения конвек-тивного теплообмена. Подобие и моделирование процессов конвектив-ноготеплообмена. Теплообмен при свобод-ной 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.. Описание процесса конденсации пара. Теплоотдача при конденсации неподвижного пара. Теплоотдача при конденсации дви-жущегося пара. Описание процесса кипения жидкости.	8	ОПК-1
	Итого	8	
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	ОПК-1
	Итого	6	
4 Массоотдача. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах.	Тепломассообмен в двухкомпонентных средах. Основные положения тепломассообмена. Тепломассоотдача в двухкомпонентных средах. Тройная аналогия. Аналогия переноса	6	ОПК-1

Согласована на портале № 6525

	импульса, энергии и массы компонента (тройная аналогия). Тепломассоотдача при испарении жидкости в парогазовую среду. Испарение воды в воздух. Стационарное испарение капли. Тепломассообмен при химических превращениях.		
	Итого	6	
5 Термодинамические расчеты тепловых режи-мов. 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.	8	ОПК-1
	Итого	8	
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 представ-лены 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	5
Предшествующие дисциплины						
1	Интегральные устройства	+	+	+		

Согласована на портале № 6525

	радиоэлектроники					
2	Материалы и компоненты электронных средств	+	+	+	+	
3	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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

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

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Тепломассообмен. Виды тепломассообмена. Теплопроводность.	Теплопроводность плоской стенки при наличии внутренних источников тепла.	4	ОПК-1
	Итого	4	
2 Конвективный теплообмен в однофазной среде. Теплообмен при фазовых превращениях.	Свободная конвекция около горизонтальных поверхностей.	4	ОПК-1
	Итого	4	
3 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной (диатермичной) средой	4	ОПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 6525

4 Массоотдача. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах.	Тепломассоотдача в двухкомпонентных средах	2	ОПК-1
	Итого	2	
5 Термодинамические расчеты тепловых режи-мов. Примеры практических задач	Термодинамические расчеты тепловых ре-жимов. Примеры практических задач	2	ОПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Тепломассообмен. Виды тепломассообмена. Теплопроводность.	Теплопроводность через однослойную плоскую стенку. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку. Теплопроводность через однослойную цилиндрическую стенку. Теплопроводность через многослойную цилиндрическую стенку. Теплопроводность через однослойную шаровую стенку.	8	ОПК-1
	Итого	8	
2 Конвективный теплообмен в однофазной среде. Теплообмен при фазовых превращениях.	Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена.	8	ОПК-1
	Итого	8	
3 Теплообмен излучением	Лучистый теплообмен между двумя парал-лельными пластинами. Лучистый теплообмен между поверхностями, находящимися одна внутри другой. Влияние экранов на лучистый теплообмен	6	ОПК-1
	Итого	6	
4 Массоотдача. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах.	Лучистый теплообмен между двумя парал-лельными пластинами. Лучистый теплообмен между поверхностями, находящимися одна внутри другой. Влияние экранов на лучистый теплообмен	6	ОПК-1
	Итого	6	
5 Термодинамические расчеты	Термодинамические расчеты тепловых	8	ОПК-1

Согласована на портале № 6525

тепловых режи-мов. Примеры практических задач	режимов.		
	Итого	8	
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 Тепломассообмен. Виды тепломассообмена. Теплопроводность.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	20		
2 Конвективный теплообмен в однофазной среде. Теплообмен при фазовых превращениях.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	20		
3 Теплообмен излучением	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	20		
4 Массоотдача. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		

Согласована на портале № 6525

5 Термодинамические расчеты тепловых режимов. Примеры практических задач	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
Итого за семестр		92		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		128		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
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.

Согласована на портале № 6525

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. 1 Круглов Г.А, Булгакова Р.И, Круглова Е.С. Теплотехника. Издательство «Лань». ISBN 978-5-98672-055-5, 2012 г, 208 с. Электронное издание: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900

2. 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.)

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-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теплофизика: 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. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5259, свободный.

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: http://edu.tusur.ru/publications/5507, свободный.

3. Теплофизика: Методические указания по практическим занятиям / Апкарьян А. С. - 2011. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1936, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900
2. http://edu.tusur.ru/publications/5259
3. http://edu.tusur.ru/publications/5507
4. http://edu.tusur.ru/publications/1936

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лабораторных работ необходимо иметь:

1 Аналитические (рычажные) весы.

2 Ёмкость для жидкости (ёмкость 2 литра).

3 Рекуператорная установка.

4 Муфельная или камерная печь с минимальной температурой внутри рабочего ка-нала 600 ° С.

5 Термопара (хромель - алюмелевая)

6 Потенциометр (Тмах не менее 600° С). Приборы для измерения давления

7 Приборы для измерения температуры

Согласована на портале № 6525

8 Диаграммы P-S, T-S, I-S

9 Шкафы сушильные электрические с терморегулятором, обеспечивающие устойчи-вую температуру нагрева от 105 до 110°С, с отверстиями для естественной венти-ляции или установкой для обмена воздуха или азота.

10 Шкафы сушильные для подсушивания проб с электрическим или газовым обогре-вом, с регулированием температуры от 40 до (50±5)°С естественной или искусст-венной вентиляцией или с обменом нагретого азота.

11 Термометр ртутный до 120°С с ценой деления шкалы 1°.

12 Бюксы стеклянные или алюминиевые с крышками для определения влаги в лабо-раторной или аналитической пробе. Диаметры бюкс должны быть такими, чтобы на 1 см2 поверхности приходилось не более 0,15 г топлива для аналитической пробы массой около 1 г или 0,30 г для 10 г лабораторной пробы крупностью менее 3 мм.

13 Противни из неокисляющегося металла для подсушивания проб.

14 Эксикаторы, наполненные свежепросушенным силикагелем или другими высушивающими веществами.

15 Весы с погрешностью взвешивания не более 0,2 мг.

16 Тигли, лодочки для сжигания из кварца, фарфора или платины, глубиной от 8 до 15 мм № 1, 2, 3 по ГОСТ 9147 и ГОСТ 19908

17 Термопреобразователь для измерения температуры до 1000 °С по ГОСТ 3044 с из-мерительным устройством.

18 Термопара для измерения температуры до 1000°С.

19 Щипцы тигельные.

20 Тигли низкие 5 и 6, тигли высокие 4, 5, чаши выпарительные 2, 3, 4, 5

по ГОСТ 9147;

21 Плитка электрическая или песчаная баня, или колбонагреватель.

22 Асбест листовой толщиной 3 - 5 мм.

23 Весы общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г и погрешно-стью взвешивания не более 0,0002 г; с наибольшим пределом взвешивания 500 г и погрешностью взвешивания не более 0,01 г;

24 Аммоний азотнокислый, 10 %-ный водный раствор.

25 Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

26 Толуол по ГОСТ 14710 или по ГОСТ 5789.

27 Спирт изопропиловый.

28 Экран трехстворчатый, окрашенный с внутренней стороны черной краской, с сек-циями шириной (46 ± 1) см и высотой (60 ± 5) см или щит высотой 55 - 65 см из листовой кровельной стали, окрашенный с внутренней стороны черной краской

29 . Секундомер любого типа.

30 Барометр ртутный или барометр-анероид с погрешностью измерения не более 0,1 кПа.

31 . Бумага фильтровальная лабораторная по ГОСТ 12026

32 . Пипетка.

33 . Щетка металлическая.

34 Бензин-растворитель с пределами выкипания от 50 до 170 С или нефрас С50/170 по ГОСТ 8505.

35 Осушающие реагенты (обезвоженные): натрий сернокислый безводный

по ГОСТ 4166 или натрий сернокислый технический по ГОСТ 6318, или кальций хлористый технический по ГОСТ 450, или натр

36 Изоляционная пластина из кварца толщиной 6 мм или аналогичное приспособле-ние, размер которого позволяет легко вводить его в муфельную печь.

37 Допускается использовать керамические пластины из огнеупорного материала толщиной не более 5 мм

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

Согласована на портале № 6525

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

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

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 2013 года

Разработчики:

- доцент каф. РЭТЭМ Апкарьян А. С.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6525

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, физико-технические процессы и параметры, характеризующие теплообмен в твёрдых, жидких и газообразных телах.; Должен уметь разрабатывать технологии и радиоэлектронные средства различной сложности с учётом процессов тепломассообмена под руководством специалистов более высокой квалификации. ; Должен владеть владеть навыками термодинамических расчетов теплового режима при проектировании радиоэлектронных устройств. ;

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

Согласована на портале № 6525

картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования 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	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, атомной физики	Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.	Владеет навыками физических исследований
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен; • Тест; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен; • Тест; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен; • 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 диапа-зоном практических умений, требуемых для развития твор-ческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы,	• Обладает диапазоном практических умений,	• Берет ответственность за

Согласована на портале № 6525

	общие понятия в пределах изучаемой области ;	требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуе-мыми для выполне-ния простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

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. 11 Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности. 12 Поясните, почему необходимо дополнять дифференциальные уравнения краевыми условиями. 13 Перечислите состав краевых

Согласована на портале № 6525

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 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.
- Сформулируйте закон Кирхгофа и следствия из него.
- Сформулируйте закон Ламберта.

Согласована на портале № 6525

3.5 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

– Тепломассоотдача в двухкомпонентных средах

– Термодинамические расчеты тепловых ре-жимов. Примеры практических задач

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. 1 Круглов Г.А, Булгакова Р.И, Круглова Е.С. Теплотехника. Издательство «Лань». ISBN 978-5-98672-055-5, 2012 г, 208 с. Электронное издание: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900

2. 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.)

4.2. 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.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теплофизика: 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. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5259, свободный.

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: http://edu.tusur.ru/publications/5507, свободный.

3. Теплофизика: Методические указания по практическим занятиям / Апкарьян А. С. - 2011. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1936, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900
2. http://edu.tusur.ru/publications/5259
3. http://edu.tusur.ru/publications/5507
4. http://edu.tusur.ru/publications/1936

Согласована на портале № 6525