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 1

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: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 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	128	128	часов
6	Всего (без экзамена)	216	216	часов
7	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Дифференцированный зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13395

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1/2017 от «19» 1 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 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент Каф. КИПР _____ Чернышев А. А.

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:

Профессор Каф. КИПР _____ Шостак А. С.

Согласована на портале № 13395

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

подготовка будущего конструктора к комплексному проектированию радиоэлектронных средств (РЭС) в целом с использованием системного подхода, который обеспечивает решение задач тепломассообмена в совокупности с другими задачами.

1.2. Задачи дисциплины

– освоение будущим конструктором компетенций, связанных с приближенным анализом и принятием инженерных решений, обеспечивающих нормальный тепловой режим, защиту от влаги и надежное функционирование РЭС в заданных условиях эксплуатации

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Инженерная и компьютерная графика, Информатика.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование РЭС, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Интегральные устройства радиоэлектроники, Основы конструирования электронных средств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные вопросы теории тепломассообмена, методы охлаждения и влагозащиты, конструкции элементов и устройств тепло- и влагозащиты РЭС, принципы функционирования сложных систем теплообмена, влияние устройств теплообмена на конструкцию РЭС

– **уметь** строить простейшие тепловые и влажностные модели конструкций РЭС, компетентно формулировать и совместно со специалистами по теплофизике решать задачи конструирования систем теплообмена

– **владеть** стандартными методиками расчёта тепловых режимов и влагозащиты РЭС в ходе проектирования

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
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	88	88
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	128	128
Оформление отчетов по лабораторным работам	32	32
Проработка лекционного материала	30	30
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	66	66

Согласована на портале № 13395

Всего (без экзамена)	216	216
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
5 семестр						
1 Тепломассообмен в конструкциях РЭС. Тепловые режимы (ТР)	4	4	0	11	19	ОПК-2
2 Системы обеспечения ТР. Конструкции систем охлаждения РЭС	4	4	4	19	31	ОПК-2
3 Ступени формализации при решении задач тепломассообмена. Тепловые модели РЭС	4	2	0	7	13	ОПК-2
4 Способы переноса тепла в РЭС. Тепловые сопротивления и тепловые проводимости	4	2	0	11	17	ОПК-2
5 Уравнения теплового баланса. Электротепловая аналогия	4	4	4	19	31	ОПК-2
6 Расчеты тепловых проводимостей. Элементы теории подобия	4	6	0	9	19	ОПК-2
7 Переход от реальной конструкции РЭС к квазиоднородному анизотропному телу	4	0	0	4	8	ОПК-2
8 Методы инженерного расчета ТР РЭС. Выбор способа охлаждения РЭС на ранних стадиях конструирования	4	6	4	19	33	ОПК-2
9 Влагоперенос и влагозащита в элементах ЭС	2	4	4	18	28	ОПК-2
10 Принципы компьютерного моделирования ТР РЭС	2	4	0	11	17	ОПК-2
Итого за семестр	36	36	16	128	216	
Итого	36	36	16	128	216	

Согласована на портале № 13395

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
5 семестр			
1 Тепломассообмен в конструкциях РЭС. Тепловые режимы (ТР)	Понятие ТР РЭС. Факторы, определяющие тепловой режим. Нормальный ТР. Стационарный и нестационарный ТР. Связь ТР РЭС с конструктивным выполнением и условиями эксплуатации. Зависимость температуры и влажности окружающей среды от климатического пояса и объекта установки. Изменение температуры и влажности с высотой; зависимость относительной влажности от температуры.	4	ОПК-2
	Итого	4	
2 Системы обеспечения ТР. Конструкции систем охлаждения РЭС	Обеспечение нормального ТР в различных условиях эксплуатации. Системы подогрева и охлаждения РЭС. Особенности обеспечения нормального ТР космической аппаратуры. Конструктивные схемы систем охлаждения: естественное и принудительное воздушное, естественное и принудительное жидкостное, испарительные системы, кондуктивные теплостоки, радиационные теплообменники.	4	ОПК-2
	Итого	4	
3 Ступени формализации при решении задач тепломассообмена. Тепловые модели РЭС	Тепловые модели РЭС. Система тел с неупорядоченным расположением. Модель 1 группы - разделение поверхностей/зон на условно изотермические участки. Система с упорядоченным расположением. Модель 2 группы - представление нагретой зоны в виде квазиоднородного анизотропного тела. Система в виде пластин или прямоугольных параллелепипедов, сложенных в виде пирамиды - модель платы с элементами (3 группы).	4	ОПК-2
	Итого	4	
4 Способы переноса тепла в РЭС.	Физические процессы тепло- и	4	ОПК-2

Согласована на портале № 13395

Тепловые сопротивления и тепловые проводимости	массопереноса. Кондукция (теплопроводность), конвекция, излучение (лучеиспускание). Коэффициенты теплопроводности, облученности, теплоотдачи и теплопередачи. Тепловые сопротивления, тепловые проводимости, теплоемкости. Электротепловая аналогия.		
	Итого	4	
5 Уравнения теплового баланса. Электротепловая аналогия	Уравнения теплового баланса для стационарного и нестационарного ТР. Аналогия с уравнениями Кирхгофа. Тепловые схемы.	4	ОПК-2
	Итого	4	
6 Расчеты тепловых проводимостей. Элементы теории подобия	Коэффициенты теплоотдачи и тепловые проводимости для различных условий теплообмена. Условия естественной и вынужденной конвекции. Применение критериев подобия - Грасгофа, Нуссельта, Прандтля, Ренольдса. Конвективно-конвективный теплообмен в прослойках. Теплообмен излучением.	4	ОПК-2
	Итого	4	
7 Переход от реальной конструкции РЭС к квазиоднородному анизотропному телу	Конструкции РЭС с упорядоченным расположением составных частей (книжная и кассетная компоновки). Выделение элементарной ячейки. Принцип расчета эффективных коэффициентов теплопроводности по координатным осям. Граничные условия.	4	ОПК-2
	Итого	4	
8 Методы инженерного расчета ТР РЭС. Выбор способа охлаждения РЭС на ранних стадиях конструирования	"Точные" и приближенные методы расчета ТР РЭС. Метод последовательных приближений (итерационный) при решении системы уравнений теплового баланса, погрешность сходимости, структурная схема алгоритма расчета. Приближенные методы: средних значений и тепловых характеристик. Коэффициентные методы. Методика выбора способа охлаждения РЭС на ранних стадиях конструирования	4	ОПК-2
	Итого	4	
9 Влагоперенос и влагозащита в элементах ЭС	Влагозащита элементов РЭС полимерными материалами. Закон Фика. диффузия и влагоемкость.	2	ОПК-2

Согласована на портале № 13395

	Модель процесса влагопереноса. Оценка времени эффективной влагозащиты элемента РЭС.		
	Итого	2	
10 Принципы компьютерного моделирования ТР РЭС	Ограниченность приближенных методов расчета ТР. Принципы применения сеточных моделей и метода конечных элементов. Граничные условия. Моделирование нестационарного ТР.	2	ОПК-2
	Итого	2	
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	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Инженерная и компьютерная графика		+								
2 Информатика										+
Последующие дисциплины										
1 Автоматизированное проектирование РЭС										+
2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+								+	
3 Интегральные устройства радиоэлектроники			+							
4 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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 13395

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, 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
5 семестр			
2 Системы обеспечения ТР. Конструкции систем охлаждения РЭС	Проектирование и расчет радиатора мощного полупроводникового прибора	4	ОПК-2
	Итого	4	
5 Уравнения теплового баланса. Электротепловая аналогия	Расчет температуры корпуса РЭС методом последовательных приближений	4	ОПК-2
	Итого	4	
8 Методы инженерного расчета ТР РЭС. Выбор способа охлаждения РЭС на ранних стадиях конструирования	Расчет ТР радиоаппарата в перфорированном корпусе коэффициентным методом	4	ОПК-2
	Итого	4	
9 Влагоперенос и влагозащита в элементах ЭС	Проектирование и оценка времени эффективной влагозащиты элемента РЭС полимерными материалами	4	ОПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 13395

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Тепломассообмен в конструкциях РЭС. Тепловые режимы (ТР)	Семинар: Условия эксплуатации РЭС различного назначения. Воздействие повышенной и пониженной температуры. Внутренний перегрев. Особенности условий эксплуатации космической аппаратуры	4	ОПК-2
	Итого	4	
2 Системы обеспечения ТР. Конструкции систем охлаждения РЭС	Семинар: Конструктивные схемы систем обеспечения теплового режима РЭС различного назначения и объекта установки. Особенности обеспечения ТР космической аппаратуры	4	ОПК-2
	Итого	4	
3 Ступени формализации при решении задач тепломассообмена. Тепловые модели РЭС	Выбор тепловой модели для представления различных конструкций РЭС	2	ОПК-2
	Итого	2	
4 Способы переноса тепла в РЭС. Тепловые сопротивления и тепловые проводимости	Физические законы тепло- и массопереноса: законы Фурье, Ньютона, Стефана-Больцмана. Математическое описание	2	ОПК-2
	Итого	2	
5 Уравнения теплового баланса. Электротепловая аналогия	Составление системы уравнений теплового баланса для РЭС в виде системы тел с неупорядоченным расположением (ТМ 1 группы). Составление тепловых схем	4	ОПК-2
	Итого	4	
6 Расчеты тепловых проводимостей. Элементы теории подобия	Определение коэффициентов теплоотдачи/теплопередачи, тепловых сопротивлений и тепловых проводимостей для различных способов тепло- и массопереноса.	6	ОПК-2
	Итого	6	
8 Методы инженерного расчета ТР РЭС. Выбор способа охлаждения РЭС на ранних стадиях конструирования	Расчет теплового режима блоков РЭС различной конструкции и условий эксплуатации коэффициентным методом	6	ОПК-2
	Итого	6	
9 Влагоперенос и влагозащита в	Семинар: Полимерные материалы для	4	ОПК-2

Согласована на портале № 13395

элементах ЭС	герметизации элементов РЭС. Выбор материала для обеспечения заданного времени эффективной влагозащиты		
	Итого	4	
10 Принципы компьютерного моделирования ТР РЭС	Семинар: Построение моделей для компьютерного моделирования сложных конструкций и режимов работы РЭС	4	ОПК-2
	Итого	4	
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
5 семестр				
1 Тепломассообмен в конструкциях РЭС. Тепловые режимы (ТР)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	11		
2 Системы обеспечения ТР. Конструкции систем охлаждения РЭС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	19		
3 Ступени формализации при решении задач тепломассообмена. Тепловые модели РЭС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	7		
4 Способы переноса тепла в РЭС. Тепловые сопротивления и тепловые проводимости	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-2	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		

Согласована на портале № 13395

	Итого	11		
5 Уравнения теплового баланса. Электротепловая аналогия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-2	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	19		
6 Расчеты тепловых проводимостей. Элементы теории подобия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-2	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	9		
7 Переход от реальной конструкции РЭС к квазиоднородному анизотропному телу	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2	Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	4		
8 Методы инженерного расчета ТР РЭС. Выбор способа охлаждения РЭС на ранних стадиях конструирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-2	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	19		
9 Влагоперенос и влагозащита в элементах ЭС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	18		
10 Принципы компьютерного моделирования ТР РЭС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	11		
Итого за семестр		128		
Итого		128		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Изучение способов отвода тепла и условий эксплуатации РЭС

Согласована на портале № 13395

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
5 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	5	5	5	15
Компонент своевременности	5	5	5	15
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Контрольная работа		5		5
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	25	40	35	100
Нарастающим итогом	25	65	100	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	

Согласована на портале № 13395

	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: 08.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре : Учебник для вузов / Г. Н. Дульнев. - М. : Высшая школа, 1984. - 246[2] с. : ил. - (Высшее образование). Экземпляры всего: 31; аунл (25), счз1 (2), счз5 (4) (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Тепломассообмен: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1717, дата обращения: 08.02.2017.
2. Основы проектирования электронных средств: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Чернышев А. А. - 2012. 71 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2814, дата обращения: 08.02.2017.
3. Материалы для расчетов тепловых режимов РЭС в групповом проектном обучении: Учебно-методическое пособие / Чернышев А. А. - 2010. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2808, дата обращения: 08.02.2017.

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

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 20, оборудованная доской, компьютерной плазменной панелью и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 13395

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. Ленина,40, 4 этаж, ауд. 403 гл.к. Состав оборудования: Учебная ; Доска магнитно-маркерная - 1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1 шт. Автоматизированное рабочее место - компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8 ГГц. -12 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Microsoft Office 2010. Серверная станция (1 шт.). Ноутбук ASUS A6JC (1 шт.). Принтер ч/б Xerox Phaser 3125 (1 шт.). Принтер цветной HP Color LJ 3600 (1 шт.). Мультимедийный проектор Toshiba TDP-T350 (1 шт.). Сканер Mustek P3600 (1 шт.).

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий в форме проектно-исследовательских работ используется учебная лаборатория, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, пр. Ленина,40, 4 этаж, ауд. 403 гл.к. Состав оборудования: Учебная ; Доска магнитно-маркерная - 1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1 шт. Автоматизированное рабочее место - компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8 ГГц. -12 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Microsoft Office 2010. Серверная станция (1 шт.). Ноутбук ASUS A6JC (1 шт.). Принтер ч/б Xerox Phaser 3125 (1 шт.). Принтер цветной HP Color LJ 3600 (1 шт.). Мультимедийный проектор Toshiba TDP-T350 (1 шт.). Сканер Mustek P3600 (1 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, 3 этаж, ауд. 302. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 10 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.

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку происходит один раз в конце семестра только после подведения итогов изучения дисциплины.

Согласована на портале № 13395

На протяжении всего семестра текущая успеваемость оценивается в баллах нарастающим итогом.

Независимо от набранной в семестре текущей суммы баллов обязательным условием является выполнение студентом всех предусмотренных рабочей программой элементов контроля.

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

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;

Согласована на портале № 13395

– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

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 1

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: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:
- Доцент Каф. КИПР Чернышев А. А.

Дифференцированный зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13395

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-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Должен знать основные вопросы теории тепломассообмена, методы охлаждения и влагозащиты, конструкции элементов и устройств тепло- и влагозащиты РЭС, принципы функционирования сложных систем теплообмена, влияние устройств теплообмена на конструкцию РЭС ; Должен уметь строить простейшие тепловые и влажностные модели конструкций РЭС, компетентно формулировать и совместно со специалистами по теплофизике решать задачи конструирования систем теплообмена; Должен владеть стандартными методиками расчёта тепловых режимов и влагозащиты РЭС в ходе проектирования;

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

Согласована на портале № 13395

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

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	основные вопросы теории тепломассообмена, методы охлаждения и влагозащиты, конструкции элементов и устройств тепло- и влагозащиты РЭС, принципы функционирования сложных систем теплообмена, влияние устройств теплообмена на конструкцию РЭС	строить простейшие тепловые и влажностные модели конструкций РЭС, компетентно формулировать и совместно со специалистами по теплофизике решать задачи конструирования систем теплообмена	стандартными методиками расчёта тепловых режимов и влагозащиты РЭС в ходе проектирования
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 лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Дифференцированны й зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Дифференцированны й зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Дифференцированны й зачет;

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 фактическим и теоретическим знанием в области обеспечения ТР РЭС с пониманием	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений в области обеспечения ТР	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует приемы выполнения работы ;

Согласована на портале № 13395

	границ применимости ;	РЭС, абстрагирования проблем ;	
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для исследования и решения определенных проблем в области обеспечения ТР РЭС ;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает только базовыми общими знаниями в области обеспечения ТР РЭС;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Получает приемлемые результаты только под наблюдением и при консультативной помощи преподавателя;

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 Вопросы на самоподготовку

– Факторы, определяющие тепловой режим.Зависимость температуры и влажности окружающей среды от климатического пояса и объекта установки. Изменение температуры и влажности с высотой; зависимость относительной влажности от температуры. Обеспечение нормального ТР в различных условиях эксплуатации. Системы подогрева и охлаждения РЭС. Особенности обеспечения нормального ТР космической аппаратуры. Конструктивные схемы систем охлаждения: естественное и принудительное воздушное, естественное и принудительное жидкостное, испарительные системы, кондуктивные теплостоки, радиационные теплообменники. Тепловые модели РЭС. Физические процессы тепло- и массопереноса. Кондукция (теплопроводность), конвекция, излучение (лучеиспускание). Коэффициенты теплопроводности, облученности, теплоотдачи и теплопередачи. Электротепловая аналогия. Уравнения теплового баланса для стационарного и нестационарного ТР. Тепловые схемы. Коэффициенты теплоотдачи и тепловые проводимости для различных условий теплообмена. Условия естественной и вынужденной конвекции. Применение критериев подобия - Грасгофа, Нуссельта, Прандтля, Ренольдса. Конвективно-конвективный теплообмен в прослойках. Теплообмен излучением. Конструкции РЭС с упорядоченным расположением составных частей (книжная и кассетная компоновки). Выделение элементарной ячейки. Принцип расчета эффективных коэффициентов теплопроводности по координатным осям. Граничные условия. "Точные" и приближенные методы расчета ТР РЭС. Метод последовательных приближений (итерационный) при решении системы уравнений теплового баланса, погрешность сходимости, структурная схема алгоритма расчета. Приближенные методы: средних значений и тепловых характеристик. Коэффициентные методы. Методика выбора способа охлаждения РЭС на ранних стадиях конструирования Влагозащита элементов РЭС полимерными материалами. Модель процесса влагопереноса. Принципы применения сеточных моделей и метода конечных элементов.

3.2 Тестовые задания

– Типовой тест: 1) При использовании принудительной вентиляции РЭС приточный вентилятор обычно размещается ... – в нижней части шкафа – в верхней части шкафа – в средней части шкафа – произвольным образом; 2) Для расчета ТР блока, состоящего из разнородных крупногабаритных ФУ, целесообразно использовать тепловую модель… – 1 группы – 2 группы – 3 группы – 1 или 2 группы – 2 или 3 группы; 3) При составлении уравнения теплового баланса для некоторой зоны приравниваются мощность источников тепла внутри зоны и мощность, ... –

Согласована на портале № 13395

отдаваемая другим зонам – отдаваемая воздуху и корпусу – расходуемая зоной – расходуемая на увеличение температуры зоны – отдаваемая зоной; 4) Теплообмен конвекцией возможен между... – твердым и газообразным телами – твердым телом и жидкостью или газом – твердыми телами через жидкость или газ – двумя твердыми телами – двумя любыми телами; 5) Если используют итерационный метод расчета ТР, на каждом шаге расчета решается система ... – линейных однородных дифференциальных уравнений – линейных неоднородных дифференциальных уравнений – нелинейных неоднородных дифференциальных уравнений – линейных алгебраических уравнений – нелинейных алгебраических уравнений

3.3 Темы опросов на занятиях

– Понятие ТР РЭС. Факторы, определяющие тепловой режим. Нормальный ТР. Стационарный и нестационарный ТР. Связь ТР РЭС с конструктивным выполнением и условиями эксплуатации. Зависимость температуры и влажности окружающей среды от климатического пояса и объекта установки. Изменение температуры и влажности с высотой; зависимость относительной влажности от температуры. Обеспечение нормального ТР в различных условиях эксплуатации. Системы подогрева и охлаждения РЭС. Особенности обеспечения нормального ТР космической аппаратуры. Конструктивные схемы систем охлаждения: естественное и принудительное воздушное, естественное и принудительное жидкостное, испарительные системы, кондуктивные теплостоки, радиационные теплообменники. Тепловые модели РЭС. Система тел с неупорядоченным расположением. Модель 1 группы - разделение поверхностей/зон на условно изотермические участки. Система с упорядоченным расположением. Модель 2 группы - представление нагретой зоны в виде квазиоднородного анизотропного тела. Система в виде пластин или прямоугольных параллелепипедов, сложенных в виде пирамиды - модель платы с элементами (3 группы). Физические процессы тепло- и массопереноса. Кондукция (теплопроводность), конвекция, излучение (лучеиспускание). Коэффициенты теплопроводности, облученности, теплоотдачи и теплопередачи. Тепловые сопротивления, тепловые проводимости, теплоемкости. Электротепловая аналогия. Уравнения теплового баланса для стационарного и нестационарного ТР. Аналогия с уравнениями Кирхгофа. Тепловые схемы. Коэффициенты теплоотдачи и тепловые проводимости для различных условий теплообмена. Условия естественной и вынужденной конвекции. Применение критериев подобия - Грасгофа, Нуссельта, Прандтля, Ренольдса. Конвективно-конвективный теплообмен в прослойках. Теплообмен излучением. Конструкции РЭС с упорядоченным расположением составных частей (книжная и кассетная компоновки). Выделение элементарной ячейки. Принцип расчета эффективных коэффициентов теплопроводности по координатным осям. Граничные условия. "Точные" и приближенные методы расчета ТР РЭС. Метод последовательных приближений (итерационный) при решении системы уравнений теплового баланса, погрешность сходимости, структурная схема алгоритма расчета. Приближенные методы: средних значений и тепловых характеристик. Коэффициентные методы. Методика выбора способа охлаждения РЭС на ранних стадиях конструирования Влагозащита элементов РЭС полимерными материалами. Закон Фика. диффузия и влагоемкость. Модель процесса влагопереноса. Оценка времени эффективной влагозащиты элемента РЭС. Ограниченность приближенных методов расчета ТР. Принципы применения сеточных моделей и метода конечных элементов. Граничные условия. Моделирование нестационарного ТР.

3.4 Темы докладов

– Условия эксплуатации наземных РЭС в различных макроклиматических районах. Условия эксплуатации бортовых РЭС. Условия эксплуатации бортовой космической аппаратуры в гермоотсеке и в открытом исполнении. Конструктивные схемы обеспечения ТР наземных РЭС. Конструктивные схемы обеспечения ТР бортовых РЭС. Конструктивные схемы обеспечения ТР бортовой космической аппаратуры. Применение теории подобия в решении задач тепломассообмена в РЭС. Модель влагопереноса в расчетах времени эффективной влагозащиты элементов РЭС. Метод конечных элементов для моделирования ТР РЭС.

3.5 Темы контрольных работ

– Тема: Расчет коэффициентов теплоотдачи и тепловых проводимостей. В каждом варианте задания на контрольную работу приводятся 3 задачи: 1) расчет тепловой проводимости за

Согласована на портале № 13395

счет кондукции; 2) расчет коэффициента теплоотдачи в условиях вынужденной конвекции; 3) расчет теплового сопротивления для поверхности на борту космического аппарата.

3.6 Темы лабораторных работ

– Расчет температуры корпуса РЭС методом последовательных приближений
– Расчет ТР радиоаппарата в перфорированном корпусе коэффициентным методом
– Проектирование и расчет радиатора мощного полупроводникового прибора
– Проектирование и оценка времени эффективной влагозащиты элемента РЭС полимерными материалами

3.7 Вопросы дифференцированного зачета

– Понятие ТР РЭС. Факторы, определяющие тепловой режим. Нормальный ТР. Стационарный и нестационарный ТР. Связь ТР РЭС с конструктивным выполнением и условиями эксплуатации. Зависимость температуры и влажности окружающей среды от климатического пояса и объекта установки. Изменение температуры и влажности с высотой; зависимость относительной влажности от температуры. Обеспечение нормального ТР в различных условиях эксплуатации. Системы подогрева и охлаждения РЭС. Особенности обеспечения нормального ТР космической аппаратуры. Конструктивные схемы систем охлаждения: естественное и принудительное воздушное, естественное и принудительное жидкостное, испарительные системы, кондуктивные теплостоки, радиационные теплообменники. Тепловые модели РЭС. Система тел с неупорядоченным расположением. Модель 1 группы - разделение поверхностей/зон на условно изотермические участки. Система с упорядоченным расположением. Модель 2 группы - представление нагретой зоны в виде квазиоднородного анизотропного тела. Система в виде пластин или прямоугольных параллелепипедов, сложенных в виде пирамиды - модель платы с элементами (3 группы). Физические процессы тепло- и массопереноса. Кондукция (теплопроводность), конвекция, излучение (лучеиспускание). Коэффициенты теплопроводности, облученности, теплоотдачи и теплопередачи. Тепловые сопротивления, тепловые проводимости, теплоемкости. Электротепловая аналогия. Уравнения теплового баланса для стационарного и нестационарного ТР. Аналогия с уравнениями Кирхгофа. Тепловые схемы. Коэффициенты теплоотдачи и тепловые проводимости для различных условий теплообмена. Условия естественной и вынужденной конвекции. Применение критериев подобия - Грасгофа, Нуссельта, Прандтля, Ренольдса. Конвективно-конвективный теплообмен в прослойках. Теплообмен излучением. Конструкции РЭС с упорядоченным расположением составных частей (книжная и кассетная компоновки). Выделение элементарной ячейки. Принцип расчета эффективных коэффициентов теплопроводности по координатным осям. Граничные условия. "Точные" и приближенные методы расчета ТР РЭС. Метод последовательных приближений (итерационный) при решении системы уравнений теплового баланса, погрешность сходимости, структурная схема алгоритма расчета. Приближенные методы: средних значений и тепловых характеристик. Коэффициентные методы. Методика выбора способа охлаждения РЭС на ранних стадиях конструирования Влагозащита элементов РЭС полимерными материалами. Закон Фика. диффузия и влагоемкость. Модель процесса влагопереноса. Оценка времени эффективной влагозащиты элемента РЭС. Ограниченность приближенных методов расчета ТР. Принципы применения сеточных моделей и метода конечных элементов. Граничные условия. Моделирование нестационарного ТР.

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.

Согласована на портале № 13395

152 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2535, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре : Учебник для вузов / Г. Н. Дульнев. - М. : Высшая школа, 1984. - 246[2] с. : ил. - (Высшее образование). Экземпляры всего: 31; аунл (25), счз1 (2), счз5 (4) (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Тепломассообмен: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1717, свободный.
2. Основы проектирования электронных средств: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Чернышев А. А. - 2012. 71 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2814, свободный.
3. Материалы для расчетов тепловых режимов РЭС в групповом проектном обучении: Учебно-методическое пособие / Чернышев А. А. - 2010. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2808, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Yandex, Google, edu.tusur.ru

Согласована на портале № 13395