

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
 Председатель Ученого совета
 факультета радиотехники и
 электроники

проф. Небольсин В.А. _____
 (подпись)
 «20» января 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.2.1 Моделирование и оптимизация тепловых характеристик конст-
рукций при проектировании РЭС
 (наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: Конструирования и производства радиоаппаратуры

Направление подготовки :
11.04.03 Конструирование и технология электронных средств
 (код, наименование)

Профиль: Автоматизированное проектирование и технология радиоэлектронных средств спе-
циального назначения (название профиля по УП)

Часов по УП: 180; Часов по РПД: 180;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 144; Часов по РПД: 144;

Часов на самостоятельную работу по УП: 115 (79 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 115 (79%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 1; Зачеты - 0; Курсовые проекты - 1;
 Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 10		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции					9	9											9	9
Лабораторные					20	20											20	20
Ауд. занятия					29	29											29	29
Сам. работа					115	115											115	115
Итого					144	144											144	144

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1405.

Программу составил: _____ к.т.н., Ципина Н.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент: _____ к.ф-м.н., доцент Бадаев А.С.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана направления подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, магистерская программа «Автоматизированное проектирование и технология радиоэлектронных средств специального назначения»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры.

(Протокол № 10 от 9 января 2017 г.)

Зав. кафедрой КИПР _____ А. В. Муратов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – формирование у магистрантов навыков моделирования и оптимизации тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС, с использованием системного подхода на базе широкого применения ЭВМ и систем автоматизированного проектирования.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	- освоение методов охлаждения радиоэлектронных средств;
1.2.2	- формирование практических навыков оптимизации тепловых характеристик конструкций элементов и устройств теплозащиты радиоэлектронных средств;
1.2.3	- применять полученные знания для анализа тепловых полей и построения на основе этих данных теплостабильных РЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.2.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Б2.В.ДВ.3.1	Теплофизические процессы в электронных средствах
Б3.Б.10	Материалы и компоненты электронных средств
Б3.В.ДВ.5.1	Методы и устройства испытаний электронных средств
Б3.Б.4	Основы конструирования электронных средств
Б3.Б.5	Технология производства электронных средств
Б3.Б.11	Основы управления техническими системами
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Производственная практика, подготовка диссертации	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения
ПК-6	способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников
Знает Основные методы охлаждения радиоэлектронных средств, закономерности тепловых характеристик конструкций в процессе проектировании радиоэлектронных средств, методы организации систем обеспечения тепловых характеристик конструкций.	
Умеет проводить моделирование и оптимизацию тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС в зависимости от условий эксплуатации, выбирать пути повышения качества оптимального проектирования.	
Владеет методиками проектирования устройств теплозащиты РЭС, методиками моделирования тепловых полей проектируемых РЭС.	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Основные методы охлаждения радиоэлектронных средств
3.1.2	закономерности тепловых характеристик конструкций в процессе проектировании радиоэлектронных средств
3.1.3	методы организации систем обеспечения тепловых характеристик конструкций.
3.2	Уметь:
3.2.1	проводить моделирование и оптимизацию тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС в зависимости от условий эксплуатации;
3.2.2	выбирать пути повышения качества оптимального проектирования.
3.3	Владеть:
3.3.1	методиками проектирования устройств теплозащиты РЭС;
3.3.2	методиками моделирования тепловых полей проектируемых РЭС.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./п	Наименование раздела дисциплины Системы обеспечения тепловых режимов	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции		Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Системы обеспечения тепловых режимов РЭС Классификация СОТР.	11	1-4	2		4	23	29
2	Основные элементы систем охлаждения.	11	5-6	1		4	23	28
3	Выбор системы охлаждения и способы обеспечения тепловых режимов	11	7-10	2		4	23	29
4	Специальные устройства охлаждения.	11	11-14	2		4	23	29
5	Моделирование тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС	11	15-18	2		4	23	29
Итого				9		20	115	144

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
Классификация СОТР		2	
4	Введение. Классификация СОТР. Классификация систем обеспечения теплового режима: по способу установки, по допустимому диапазону температур элементов и узлов,	2	

	по роду рабочего вещества, по основному виду теплопередачи, по характеру контакта теплоносителя с источником тепла.		
Основные элементы систем охлаждения		1	1
8	Состав системы охлаждения: агрегаты для создания движения рабочего вещества – теплоносителя - нагнетатели (вентиляторы, компрессоры, насосы), теплообменники, устройство для транспортирования и содержания рабочих веществ (трубопровод, арматура, баки), рабочие вещества (теплоносители). Выбор конструкции теплообменных аппаратов.	1	1
Системы охлаждения РЭС. Методы анализа при теплофизическом проектировании элементов.		2	1
10	Классификация систем охлаждения: воздушные системы охлаждения, жидкостные системы охлаждения, испарительные системы охлаждения, кондуктивные системы охлаждения. Способы интенсификации теплообмена радиоэлектронных средств. Методы анализа при теплофизическом проектировании элементов.	2	1
Специальные устройства охлаждения.		2	
14	Термоэлектрические охлаждающие устройства, Охлаждение с помощью фазовых переходов, тепловые трубы, вихревые трубы, термосифонное охлаждение, турбохолодильник.	2	
Моделирование тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС		2	2
18	Анализ тепловых режимов РЭС. Математические модели для расчета тепловых полей в объемных и плоских конструкциях РЭС. Методы анализа тепловых режимов блоков, микросхем и микросборок.	2	2
Итого часов		9	4

4.2 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1-4	Исследование температурного поля интегральной микросхемы.	4	4	Опрос
5-6	Исследование температурного поля микросборок.	4	2	Опрос
7-10	Моделирование и оптимизация тепловых режимов активных элементов при воздушном охлаждении.	4	4	Опрос
11-14	Моделирования и оптимизации тепловых характеристик блоков РЭС.	4	4	Опрос
15-18	Моделирование и оптимизация тепловых характеристик стоек РЭС.	4	4	Опрос
Итого часов		20	18	

4.3 Курсовой проект

Неделя семестра	Наименование тем курсового проекта	Объем часов	Виды контроля
1-17	Моделирования тепловых характеристик конструкций при проектировании по предложенному варианту.	10	
18	Зачетное занятие	4	отчет
Итого часов		14	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
11 семестр		Экзамен	115
1	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	6
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
2	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	6
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
	Выполнение курсового проекта	контроль этапа выполнения	
3	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	6
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	
4	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	6
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	
	Выполнение курсового проекта	контроль этапа выполнения	
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
5	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	6
6	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	6
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
7	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	6
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
	Выполнение курсового проекта	контроль этапа выполнения	
8	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	6
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	
	Выполнение курсового проекта	контроль этапа выполнения	
9	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	6
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
10	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	6
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
	Выполнение курсового проекта	контроль этапа выполнения	
11	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	6
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
12	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	6
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
13	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	6
	Подготовка конспекта по теме для само-	проверка конспекта	

	стоятельного изучения		
	Выполнение курсового проекта	контроль этапа выполнения	
14	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	6
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
15	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	6
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
16	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	6
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
	Выполнение курсового проекта	контроль этапа выполнения	
17	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	6
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
18	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	13
	Подготовка к защите курсового проекта	защита	
Итого часов			115

4.5 Вопросы к экзамену

1. Классификация систем охлаждения РЭА.
2. Контактный способ охлаждения. Естественное охлаждение. Принудительное воздушное охлаждение.
3. Жидкостные системы охлаждения. Испарительные системы охлаждения.
4. Выбор способа охлаждения РЭА.
5. Теплообменные устройства. Принцип расчета. Расчет теплообменников.
6. Разновидности теплообменных устройств, используемых в системах терморегулирования РЭА.
7. Принцип действия вихревой трубы (Эффект Ранка).
8. Принцип действия холодильной машины компрессионного типа.
9. Конструкция термосифона.
10. Использование для охлаждения РЭА тепловых труб, их принцип действия и конструкция.
11. Специальные устройства для охлаждения.
12. Классификация систем обеспечения теплового режима (СОТР).
13. Основные элементы систем охлаждения.
14. Моделирование температурного поля и расчет надежности интегральной микросхемы.
15. Моделирование температурного поля и расчет надежности микросборок.
16. Моделирование и оптимизация тепловых режимов активных элементов при воздушном охлаждении.
17. Моделирования и оптимизации тепловых характеристик блоков РЭС.
18. Моделирование и оптимизация тепловых характеристик стоек РЭС.
19. Моделирования температурных режимов и выбор типа радиаторов.
20. Анализ тепловых режимов РЭС.
21. Математические модели для расчета тепловых полей в объемных и плоских конструкциях РЭС.
22. Способы интенсификации теплообмена радиоэлектронных средств.
23. Методы анализа при теплофизическом проектировании элементов.
24. Моделирование и оптимизация тепловых процессов при выборе конструкции теплообменных аппаратов.

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Система университетского образования предполагает рациональное сочетание таких видов учебной деятельности, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, а также контроль полученных знаний.

- Лекция представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в эго тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи зачета необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к зачету следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до зачета. Данные перед зачетом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии, основанные на сочетании различных видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для формирования компетенций:
5.1	информационные лекции
5.2	практические занятия: совместное обсуждение вопросов лекций, домашних контрольных заданий
5.3	лабораторные работы: выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, защита выполненных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: 1. Текущая СРС: - изучение теоретического материала, с использованием Internet-ресурсов и методических разработок, - подготовка к лекциям и практическим занятиям, - работа с учебно-методической литературой, - подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету. 2. Творческая проблемно-ориентированная СРС, ориентированная на развитии интеллектуальных умений (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов: - курсовая работа, - включение в темы курсовых работ прикладных задач по каждому разделу программы. 3. Опережающая СРС. 4. Участия в научных конференциях и олимпиадах.
5.5	активно (интерактивные) формы предполагают: - обсуждение различных вариантов решения задачи, как домашнего задания, так и аудиторного; - совместное решение задач с практическим содержанием; - совместная работа в аудитории по темам, выделенным на самостоятельное изучение; - семинарские занятия с докладами по темам, выделенным на самостоятельное изучение Пример: тема – «Обеспечение стойкости и устойчивости РЭС при температурных воздействиях», три доклада по разделам «Виды систем охлаждения РЭС», «Применение современных САЕ систем анализа тепловых процессов РЭС», «Способы минимизации негативного влияния тепла на узлы РЭС», каждый в объеме 20 минут.
5.6	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Разделы дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
Системы обеспечения тепловых режимов РЭС Классификация СОТР.	Знание основных понятий и определений	зачет	Устный	
	Умение определять стратегию расчета надежности	Выполнение индивидуального задания	письменный	4 неделя
Основные элементы систем охлаждения.	Знание способов повышения надежности	зачет	Устный	
	Умение рассчитать параметры надежности систем	Выполнение индивидуального задания	письменный	6 неделя
Выбор системы ох-	Знание способов резервирования РЭС	зачет	Устный	

лаждения и способы обеспечения тепловых режимов	Умение рассчитать параметры систем со структурной избыточностью	Выполнение индивидуального задания	письменный	10 неделя
Специальные устройства охлаждения.	Знание методов снижения влияния тепловых и механических воздействий	зачет	Устный	
	Умение рассчитать параметры систем защиты РЭС тепловых воздействий	Выполнение индивидуального задания	письменный	14 неделя
Моделирование тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС	Знание методов снижения влияния тепловых воздействий	зачет	Устный	
	Умение рассчитать параметры систем защиты РЭС от механических воздействий	Выполнение индивидуального задания	письменный	18 неделя
Защита курсовой работы			устный	16 – 18 неделя
Промежуточная аттестация		Экзамен	устный	Экзаменационная сессия
	Знание основ теории теплообмена, показатели надежности, методы организации системы обеспечения надежности.			

Полная спецификация оценочных средств, процедур и контролируемых результатов в привязке к формулируемым компетенциям, показателей и критериев оценивания приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспе- ченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Шуваев В. А., Муратов А. В., Макаров О. Ю.	Методы обеспечения тепловых режимов при проектировании радиоэлектронных средств : Учеб. пособие учеб. пособие./ ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет»; Воронеж, 2008. 147 с.	2008 электр.	1,0
7.1.1.2	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Теплофизические процессы в радиоэлектронных устройствах и приборах: учеб. пособие / Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012. 135 с.	2012 электр.	1,0
7.1.1.3	Юрков Н.К.	Технология производства электронных средств ЭБС «Лань» 2014. 480 с.	2014 электр.	1,0
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Самойленко Н.Э.	Методы нелинейного программирования в задачах проектирования РЭС: учеб. Пособие/ Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2006. 93 с.	2006 печ.	1,0
7.1.3. Методическая литература				
7.1.3.1	Ципина Н.В., Шуваев В.А.	Моделирование тепловых характеристик конструкций РЭС: методические указания к лабораторным работам/ ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет; сост. Воронеж, 2013. 22 с.	2013 электр.	1,0
7.1.3.2	Ципина Н.В.	Программа и МУ по СРС по курсу «Моделирование и оптимизация тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС»	2015 электр.	1,0
7.1.3.3	Ципина Н.В.	Методические указания к практическим занятиям	2015	1,0
7.1.3.4	Ципина Н.В.	Методические указания к лабораторным работам	2015	1,0
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	Пакет программных средств для проведения лабораторных работ.			
7.1.4.2	Интернет ресурсы: http://pro-technologies.ru/product/Creo_Parametric/ http://www.pts-russia.com/products/creo_parametric.htm http://rucadcam.ru/publ/pro_engineer/proengineer/7-1-0-14			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Моделирование и оптимизация тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС

8.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Дисплейный класс , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума
8.3	Кабинеты , оборудованные проекторами и интерактивными досками

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Шуваев В. А., Муратов А. В., Макаров О. Ю.	Методы обеспечения тепловых режимов при проектировании радиоэлектронных средств : Учеб. пособие учеб. пособие./ ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет»; Воронеж, 2008. 147 с.	2008 электр .	1,0
Л1.2	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Теплофизические процессы в радиоэлектронных устройствах и приборах: учеб. пособие / Воронеж: ФГБОУ ВПО “Воронежский государственный технический университет”, 2012. 135 с.	2012 электр .	1,0
Л1.3	Юрков Н.К.	Технология производства электронных средств ЭБС «Лань» 2014. 480 с.	2014 электр .	1,0
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Самойленко Н.Э.	Методы нелинейного программирования в задачах проектирования РЭС: учеб. Пособие/ Воронеж: ФГБОУ ВПО “Воронежский государственный технический университет”, 2006. 93 с.	2006 печ.	1,0
3. Методическая литература				
Л3.1	Ципина Н.В., Шуваев В.А.	Моделирование тепловых характеристик конструкций РЭС: методические указания к лабораторным работам/ ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет; сост. Воронеж, 2013. 22 с. 291-2013	2013 электр .	1,0
Л3.2	Ципина Н.В. Турецкий А.В.	Рабочая программа, методические указания по самостоятельной работе по дисциплине «Моделирование и оптимизация тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС», для студентов направления подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; Воронеж, 2016. 28 с.	2015 электр .	1,0
Л3.3	Ципина Н.В. Турецкий А.В.	Методические указания к практическим работам по дисциплине “Моделирование и оптимизация тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС ” направление 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств», всех форм обучения/ ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; Воронеж, 2016. 19 с.	2016	1,0
Л3.4	Ципина Н.В. Турецкий А.В.	Моделирование и оптимизация тепловых характеристик конструкций РЭС: методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Моделирование и оптимизация тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС ” направление 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств», всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; Воронеж, 2016. 22 с.	2016	1,0

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Директор НТБ _____ / _____ /