

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники
и электроники

/В.А. Небольсин /
30 августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Теплофизические процессы в электронных средах»

Направление подготовки (специальность) 11.03.03 – Конструирования и технология электронных средств

Профиль (специализация) Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

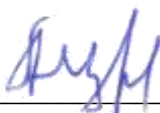
Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2017 г.

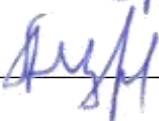
Автор программы

 /Ципина Н.В./

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры

 / Муратов А.В./

Руководитель ОПОП

 /Муратов А.В./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – формирование у бакалавров базовых знаний и навыков теплофизического проектирования электронных средств 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 и влагозащиты электронных средств;
1.2.2	- формирование практических навыков проектирования и функционирования сложных систем теплообмена;
1.2.3	- применение полученных знаний для расчетов тепловых режимов простых элементов и устройств ЭС на этапе их проектирования с применением САПР на базе новейших персональных ЭВМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1.		код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.02.01	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося			
Б1.Б.6	Физика		
Б1.Б.7	Химия		
Б1.Б.9	Электротехника и электроника		
Б1.В.ОД.6	Введение в профессию		
Б1.Б.15	Инженерная и компьютерная графика		
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее			
Б1.В.ДВ.5.1	Технология деталей электронных средств		
Б1.В.ДВ.8.1	Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств		

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОС- ВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1	способность моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования
Знает этапы моделирования тепловых режимов блоков и элементов ЭС и выбор конструкции радиаторов с использованием современных систем автоматизированного проектирования, основные вопросы теории тепломассообмена, основные методы охлаждения и влагозащиты электронных средств, закономерности тепловых характеристик конструкций в процессе проектировании электронных средств, методы организации систем обеспечения тепловых характеристик электронных средств.	
Умеет выбирать системы охлаждения для РЭС и способы обеспечения тепловых режимов, с использованием средств автоматизации проектирования, проводить основные расчеты тепловых режимов простых элементов и электронных средств на этапе проектирования с применением САПР, проектировать устройства тепло- и влагозащиты электронных средств, моделировать тепловые и влажностные поля проектируемых электронных средств.	

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудо- емкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные. работы	СРС	Всего часов
1	Основные понятия и законы пере- носа энергии и вещества	3	1-6	6	4	8	18	36
2	Сложный теплообмен	3	7-8	2	4	4	18	28
3	Влагообмен.	3	9-10	2	2	8	18	30
4	Стационарный и нестационарный тепловые режимы в приборах		11-12	2			18	20
5	Выбор системы охлаждения элек- тронных средств и способы обес- печения тепловых режимов.	3	13-16	4	6	8	18	36
6	Тепловые и влажностные изме- рения.	3	17-18	2	2	8	18	30
Итого				18	18	36	108	180

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
Основные понятия и законы переноса энергии и вещества		6	2
1	Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Процессы тепломассообмена в природе. Общая характеристике тепломассооб- мена в приборах. Совместное влияние тепла и влаги на свойства ди- электриков, полупроводников и металлов. Тепло- и влагостойкость элементов.	1	
1		1	
3		2	1
5	Теплопроводность (кондуктивный перенос тепла). Понятие тепло- проводности. Закон Фурье. Тепловые коэффициенты. Тепловые со- противления. Метод электротепловых аналогий. Конвективный теплообмен. Понятие конвективного теплообмена. Виды и режимы движения среды. Критерии подобия. Теплообмен излучением. Понятие излучения. Основные зако- ны теплового излучения. Закон Планка. Закон смещения Вина. Закон Ламберта. Закон Кирхгофа. Степень черноты.	2	1
Сложный теплообмен		2	1

7	Понятие сложного теплообмена. Уравнение теплового баланса. Теплопередача через плоскую однослойную стенку. Теплопередача через плоскую многослойную стенку. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку. Передача тепла через ребренную поверхность (радиатор)	2	1
Влагообмен.		2	0,5
9	Законы Фика. Методика расчета влагозащиты. Способы влагозащиты полимерными материалами. Герметизация. Способы герметизации.	2	0,5
Стационарный и нестационарный тепловые режимы в приборах		2	
11	Нестационарный тепловой режим простейших моделей электронных средств. Понятие нестационарного теплового режима. Приближенные расчеты нестационарных температурных полей. Стационарный тепловой режим простейших моделей РЭС. Понятие стационарного теплового режима. Основные закономерности стационарных полей. Принцип суперпозиции. Принцип местного влияния.	2	
Выбор системы охлаждения электронных средств и способы обеспечения тепловых режимов.		4	0,5
13	Тепловые режимы и способы обеспечения тепловых режимов РЭС. Методы оценки тепловых режимов. Тепловые режимы РЭС с крупными деталями на шасси и кассетного типа. Выбор системы охлаждения для РЭС и способы обеспечения тепловых режимов. 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. Способы охлаждения	2	0,5
	электронных средств. Выбор способа охлаждения ЭС.		
15	Основные элементы систем охлаждения. Теплоносители. Теплообменные устройства. Вентиляторы. Специальные устройства охлаждения радиоэлектронных средств. Вихревые трубы. Термосифоны. Тепловые трубы. Термоэлектрическое охлаждение. Термостатирование с помощью полупроводниковых термобатарей. Принцип действия и конструкция турбохолодильника.	2	
Тепловые и влажностные измерения.		2	
17	Измерение температур. Измерение скорости и расхода жидкостей и газов. Трубка Пито. Трубка Прандтля. Измерение влажности. Волосяной гигрометр.	2	
Итого часов		18	4

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1-2	Обеспечение влагозащиты РЭС. Расчет времени влагозащиты гермооболочки РЭС. Воздействие влаги на материалы и электрорадиоэлементы. Способы влагозащиты элементов и узлов РЭС.	2	1	Опрос
3-4	Определить тепловой режим блока в герметичном корпусе и его элементов.	2	1	Опрос
5-6	Определить тепловой режим блока в герметичном корпусе с внутренним перемешиванием и его элементов.	2		Опрос
7-10	Определить тепловой режим блока в герметичном корпусе с наружным обдувом.	4	1	Опрос
11-14	Рассчитать тепловой режим герметичного блока с оребренным корпусом.	4	1	Опрос
15-18	Рассчитать тепловой режим блока в перфорированном корпусе и его элементов.	4		Опрос
Итого часов		18	4	

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1-4	Расчет тепловых характеристик стоек ЭС. Исследование теплового режима блока ЭС.	8	2	Опрос
5-6	Моделирование температурных полей модулей на печатных платах.	4	2	Опрос
7-10	Моделирование температурного поля и расчет надежности интегральной микросхемы.	8	2	Опрос
11-14	Моделирование температурного поля и расчет надежности микросборок.	8	2	Опрос
15-18	Моделирования температурных режимов и выбор типа радиаторов.	8		Опрос
Итого часов		36	8	

4.4 Курсовой проект

Неделя семестра	Наименование тем курсового проекта	Объем часов	Виды контроля
1-17	Расчет тепловых режимов блоков и элементов ЭС и выбор конструкции радиатора 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
-----------------	----------------	---------------	-------------

[illegible]

17	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	6
18	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	6
	Подготовка к защите курсового проекта	защита	
Итого часов			108

4.5 Вопросы к зачету

1. Влияние тепла и влаги на РЭА и её элементы.
2. Способы переноса тепловой энергии в твердых телах, жидких и газообразных средах.
3. Основные теплофизические характеристики.
4. Теплопроводность (кондуктивный перенос тепла).
5. Закон Фурье. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
6. Закон Фурье. Методы электротепловых аналогий (ЭТА).
7. Теплопроводность через плоскую однослойную стенку.
8. Теплопроводность через плоскую трехслойную стенку.
9. Определение градиента температуры.
10. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана.
11. Виды и режимы движения среды.
12. Критерий подобия.
13. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Перенос тепла излучением.
14. Основные законы лучистого теплообмена.
15. Лучистый теплообмен между параллельными поверхностями. Лучистый теплообмен при наличии экранов
16. Сложный теплообмен. Теплопередача через однослойную и многослойную плоские стенки.
17. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Случай оребренной поверхности.
18. Тепломассообмен в двухфазных средах. Диффузия. Первый и второй закон Фика.
19. Перенос влаги через материал с помощью специального потока, Закон Генри.
20. Физический смысл коэффициента растворимости.
21. Методика расчета влагозащиты РЭА
22. Нестационарный тепловой режим.
23. Основные закономерности стационарных полей.
24. Принцип суперпозиции. Принцип местного влияния.
25. Способы охлаждения аппаратов с деталями на шасси
26. Способ охлаждения аппаратов кассетной конструкции.
27. Классификация систем обеспечения теплового режима (СОТР).
28. Классификация систем охлаждения РЭА.
29. Системы охлаждения РЭА на основе конвекции.
30. Кондуктивные системы охлаждения. Системы охлаждения с использованием различных физических эффектов.
31. Основные элементы систем охлаждения. Теплоносители.
32. Нагнетатели систем охлаждения.
33. Теплообменные устройства. Расчет теплообменников.
34. Разновидности теплообменных устройств. Изменение температур теплоносителей при прямотоке и противотоке.
35. Термоэлектрические охлаждающие устройства.
36. Конструкция термосифона.
37. Использование для охлаждения РЭА тепловых труб, их принцип действия и конструкция.
38. Принцип действия вихревой трубы (Эффект Ранка).

39. Принцип действия турбохолодильного агрегата.
40. Измерение температур.
41. Измерение скорости жидкости и газов (Трубка Пито).
42. Измерение влажности (сорбционный, психрометрический метод, метод точки росы).
43. Специальные методы влагозащиты РЭА, их классификация.

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.

- Лекции 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 его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркивать 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 разбирать 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). Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом 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
Основные понятия и законы переноса энергии и вещества	Знание основных понятий и определений	зачет	Устный	4 неделя
	Умение определять стратегию расчета надежности	Выполнение индивидуального задания	письменный	
Сложный теплооб-	Знание способов повышения надежности	зачет	Устный	

мен	Умение рассчитать параметры надежности систем	Выполнение индивидуального задания	письменный	6 неделя
Влагообмен.	Знание способов резервирования РЭС	зачет	Устный	
	Умение рассчитать параметры систем со структурной избыточностью	Выполнение индивидуального задания	письменный	10 неделя
Стационарный и нестационарный тепловые режимы	Знание методов контроля надежности на этапах эксплуатации	зачет	Устный	
	Умение разрабатывать стратегию контроля надежности	Выполнение индивидуального задания	письменный	12 неделя
Выбор системы охлаждения электронных средств и способы обеспечения тепловых режимов.	Знание методов снижения влияния тепловых и механических воздействий	зачет	Устный	
	Умение рассчитать параметры систем защиты РЭС тепловых воздействий	Выполнение индивидуального задания	письменный	14 неделя
Тепловые и влажностные измерения.	Знание методов снижения влияния тепловых воздействий	зачет	Устный	
	Умение рассчитать параметры систем защиты РЭС от механических воздействий	Выполнение индивидуального задания	письменный	18 неделя
Защита курсового проекта			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	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Теплофизические процессы в радиоэлектронных устройствах и приборах: учеб. пособие / Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2012. 135 с.	2012 электр.	1,0
7.1.1.2	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Способы обеспечения тепловых режимов РЭС: учебное пособие Воронеж: ГОУВО "Воронежский государственный технический университет", 2007. 96 с.	2007 печ.	1,0
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Шуваев В. А., Муратов А. В., Макаров О. Ю.	Методы обеспечения тепловых режимов при проектировании радиоэлектронных средств : Учеб. пособие учеб. пособие./ ФГБОУ ВО "Воронежский	2008 печ.	1,0
7.1.2.2	Логинов В.С. Крайнов А. В. Юхнов В.Е. Феоктистов Д.В	Примеры и задачи по тепломассообмену. ЭБС «Лань» 2011. 256 с.	2011 электр.	1,0
7.1.2.3	Юрков Н.К.	Технология производства электронных средств ЭБС «Лань» 2014. 480 с.	2014 электр.	1,0
7.1.3. Методическая литература				
7.1.3.1	Башкиров А.В. Муратов А.В. Ципина Н.В.	Методические указания по курсовому проектированию. Воронежский государственный технический университет, 2010. 31 с.	2010 электр.	1,0
7.1.3.2	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Моделирование температурных полей микроэлектронных устройств и приборов: методические указания к лабораторным работам / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический универ-	2012 электр.	1,0
7.1.3.3	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Исследование влияния конструктивных особенностей теплоотводов на эффективность охлаждения полупроводниковых приборов: методические указания к лабораторной работе/ ФГБОУ ВО "Воро-	2014 электр.	1,0
7.1.3.4	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Расчёт теплового режима блока РЭС: методические указания по выполнению практических работ/ ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; Воронеж, 2014. 27 с.	2014 электр.	1,0
7.1.3.5	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Расчёт теплового режима блока РЭС: методические указания по курсовому проектированию/ ФГБОУ ВО "Воронежский государственный техни- ческий университет; Воронеж, 2015. 46 с.	2015 электр.	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

Теплофизические процессы в электронных средствах

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	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Теплофизические процессы в радиоэлектронных устройствах и приборах: учеб. пособие / Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2012. 135 с.	2012 электр.	1,0
Л1.2	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Способы обеспечения тепловых режимов РЭС: учебное пособие Воронеж: ГОУВО "Воронежский государственный технический университет", 2007. 96 с.	2007 печ.	1,0
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Шуваев В. А., Муратов А. В., Макаров О. Ю.	Методы обеспечения тепловых режимов при проектировании радиоэлектронных средств : Учеб. пособие учеб. пособие./ ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет»; Воронеж, 2008. 147 с.	2008 печ.	1,0
Л2.2	Логинев В.С. Крайнов А. В. Юхнов В.Е.	Примеры и задачи по тепломассообмену. ЭБС «Лань» 2011. 256 с.	2011 электр.	1,0
Л2.3	Юрков Н.К.	Технология производства электронных средств ЭБС «Лань» 2014. 480 с.	2014 электр.	1,0
3. Методическая литература				
1	Башкиров А.В. Муратов А.В. Ципина Н.В.	Методические указания по курсовому проектированию. Воронежский государственный технический университет, 2010. 31 с.	2010 электр.	1,0
2	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Моделирование температурных полей микроэлектронных устройств и приборов: методические указания к лабораторным работам / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; Воронеж, 2012. 53 с. 353-2012	2012 электр.	1,0
3	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Исследование влияния конструктивных особенностей теплоотводов на эффективность охлаждения полупроводниковых приборов: методические указания к лабораторной работе/ ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; Воронеж, 2014. 18 с.377-2014	2014 электр.	1,0
4	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Расчёт теплового режима блока РЭС: методические указания по выполнению практических работ по дисциплинам «Теплофизические процессы в ЭС», «Теплофизические процессы в приборах»/ ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; Воронеж, 2014. 27 с. 376-2014	2014 электр.	1,0
5	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Расчёт теплового режима блока РЭС: методические указания по курсовому проектированию/ ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; Воронеж, 2015. 46 с. 157-2015	2015 электр.	1,0

6	Ципина Н.В. Турецкий А.В.	Методические указания по СРС по дисциплинам «Тепло-физические процессы в ЭС», «Теплофизические процессы в приборах» / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; Воронеж, 2015. 52 с. 544-2015	2015 электр.	1,0
---	------------------------------	--	-----------------	-----

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Дата внесения изменений	Содержание изменений	Согласование		
			Руководитель ОПОП, д.т.н. профессор Муратов А.В.	Председатель методической комиссии факультета радиотехники и электроники	Декан факультета радиотехники и электроники, д.т.н., доцент Небольсин В.А.
1	24.11.2017	Актуализированы лицензионные соглашения на программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы.			
2	20.10.2018	Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			

3	12.09.2019	Актуализированы лицензионные соглашения на программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы.			
4	10.10.2020	Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			
5					
6					
7					