

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета
ФРТЭ
Небольсин В.А.
(подпись)

20.01.2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
**Б1.В.ДВ.1.1 «Методология автоматизированного проектирования
радиоэлектронных средств»**
(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: Конструирования и производства радиоаппаратуры
Направление подготовки: 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

Магистерская программа «Автоматизированное проектирование и технология радиоэлектронных средств специального назначения»

Часов по УП: 180; Часов по РПД: 150

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

Часов на самостоятельную работу по УП: 114 (63%)

Часов на самостоятельную работу по РПД: 114 (63%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5

Виды контроля в семестрах (на курсах): экзамен - А; курсовая работа - А.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	9 / 18		А / 18		В / 18		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции			9	9			9	9
Лабораторные			12	12			12	12
Практические			9	9			9	9
Ауд. занятия			30	30			30	30
Сам. работа			114	114			114	114
Итого			144	144			144	144

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа (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: _____ **Макаров О.Ю.**
(подпись)

Рецензент: _____ **Климов А.И.**
(подпись)

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 09.01 2017 г.

Заведующий кафедрой КИПР _____ **Муратов А.В.**
(подпись)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цели изучения дисциплины – овладение теоретическими знаниями и методологией решения задач проектирования РЭС с помощью методов и средств автоматизации проектных работ, использующих современные информационные технологии (ИТ), методы математического моделирования и оптимизации.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи: изучить математическое и методическое обеспечение и методы решения задач анализа и синтеза конструкций РЭС с применением современных подходов и автоматизированных средств проектирования.
1.2.1	приобретение знаний об информационных технологиях, используемых на всех этапах проектирования РЭС; концепции, принципах и методологии применения ИТ; принципах построения и особенностях современных САПР РЭС; методах, средствах и процедурах синтеза, анализа, оптимизации конструкций РЭС, верификации и принятии рациональных проектных решений.
1.2.2	освоение умений осуществлять математическую постановку типовых задач и выбирать эффективные методы и средства автоматизированного синтеза и анализа конструкций РЭС; выполнять проектные процедуры с использованием современных программных комплексов автоматизированного проектирования РЭС; оценивать и выбирать наиболее эффективное математическое и программное обеспечение для автоматизации проектных работ.
1.2.3	приобретение навыков выбора и формирования математических моделей объекта проектирования, методов и средств решения задач конструктивного синтеза, комплексного анализа и оптимизации различных характеристик РЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.1.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Б1.Б.1 Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств	
Б1.В.ОД.1 Математическое моделирование при проектировании электронных средств	
Б1.В.ОД.2 Компьютерные технологии в науке и образовании	
Б1.В.ОД.4 Современные РЭС специального назначения: особенности проектирования и эксплуатации	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ДВ.2.1	Моделирование и оптимизация тепловых характеристик конструкций при проектировании РЭС
Б1.В.ДВ.2.2	Моделирование и анализ электромагнитной совместимости РЭС
Б1.В.ДВ.3.1	Методы обеспечения надежности РЭС
Б1.В.ДВ.3.2	Методы и средства защиты РЭС от механических воздействий
Б2.Н	Научно-исследовательская работа
Б3	Государственная итоговая аттестация

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОК-4	способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности
<p>Знает: концепцию, принципы и методологию применения информационных технологий в области радиоэлектроники</p> <p>Умеет: применять методы получения, обработки, хранения и защиты информации в профессиональной деятельности</p> <p>Владеет: навыками использования автоматизированных средств обработки информации</p>	
ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения
<p>Знает: возможности современных методов и средств проектирования ЭС</p> <p>Умеет: выбирать эффективные методы и средства автоматизированного синтеза и анализа конструкций ЭС</p> <p>Владеет: способами обоснованного выбора эффективных методов и средств постановки и решения проектных задач</p>	
ПК-8	способность проектировать модули, блоки, системы и комплексы электронных средств с учетом заданных требований
<p>Знает: математические модели и методы, средства и процедуры синтеза, анализа, оптимизации конструкций и технологических процессов производства ЭС, верификации и принятия проектных решений</p> <p>Умеет: осуществлять математическую постановку типовых задач и выбирать эффективные методы и средства автоматизированного синтеза и анализа конструкций ЭС</p> <p>Владеет: методами получения и выбора адекватных моделей и способами математической постановки задач синтеза, комплексного анализа и оптимизации ЭС</p>	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	знать:
3.1.1	концепцию, принципы и методологию применения информационных технологий в области радиоэлектроники
3.1.2	возможности современных методов и средств проектирования ЭС
3.1.3	математические модели и методы, средства и процедуры синтеза, анализа, оптимизации конструкций и технологических процессов производства ЭС, верификации и принятия проектных решений
3.2	уметь:
3.2.1	применять методы получения, обработки, хранения и защиты информации в профессиональной деятельности
3.2.2	выбирать эффективные методы и средства автоматизированного синтеза и анализа конструкций ЭС
3.2.3	осуществлять математическую постановку типовых задач и выбирать эффективные методы и средства автоматизированного синтеза и анализа конструкций ЭС
3.3	владеть:
3.3.1	навыками использования автоматизированных средств обработки информации
3.3.2	способами обоснованного выбора эффективных методов и средств постановки и решения проектных задач
3.3.3	методами получения и выбора адекватных моделей и способами математической постановки задач синтеза, комплексного анализа и оптимизации ЭС

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./П	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Информационные технологии – новая отрасль знаний. Основные понятия и определения. Этапы развития ИТ. Основные элементы ИТ. Операции технологического процесса в информационных системах. Основные принципы и методология применения ИТ. Особенности проектирования РЭС с использованием ИТ. Состав и возможности современных САПР РЭС. Наиболее распространенные программные комплексы конструкторского, топологического и схмотехнического проектирования РЭС: пакеты OrCAD, Altium Design, P-CAD, Pro/ENGINEER, комплексы средств Mentor Graphics, Cadence. Типовые задачи анализа, синтеза и оптимизации на этапе конструкторского проектирования РЭС.	А	1	2	1	2	22	27
2	Организация математического обеспечения для решения задач проектирования РЭС. Обеспечение характеристик РЭС как задача параметрической оптимизации. Постановка основных задач оптимального проектирования РЭС. Классификация задач, математических моделей и методов топологического проектирования РЭС. Структурный синтез. Коммутационная схема. Применение теории графов и множеств при проектировании топологии. Математические модели конструкций РЭС, используемые в задачах топологического проектирования. Представление коммутационных схем в виде графа, мультиграфа и гиперграфа.	А	2	2	2	2	23	29
3	Задачи компоновки, размещения и трассировки. Основные типы алгоритмов их решения. Целевые функции и математическая постановка задачи компоновки. Последовательные и итерационные алгоритмы. Модели и алгоритмы размещения элементов РЭС на коммутационном поле. Основные критерии и ограни-	А	3	2	2	2	23	29

	чения задачи размещения. Целевые функции и математическая постановка задачи размещения. Алгоритмы трассировки соединений в РЭС. Волновой алгоритм.							
4	Основные задачи анализа и верификации конструкций РЭС. Классификация и основные типы уравнений, применяемых при моделировании характеристик РЭС различной физической природы. Основные аналитические и численные методы моделирования. Математическая постановка основных задач анализа характеристик РЭС.	A	4	2	2	4	23	31
5	Современные концепции проектирования РЭС и организации проектных работ. Параллельное проектирование РЭС. Сетевые технологии и экспертные системы в САПР РЭС. CALS-технологии. Основные направления и тенденции развития и повышения эффективности современных САПР РЭС.	A	5	1	2	2	23	28
Итого				9	9	12	114	144

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
семестр А		9	
1	Информационные технологии – новая отрасль знаний. Основные понятия и определения. Этапы развития ИТ. Основные элементы ИТ. Операции технологического процесса в информационных системах. Основные принципы и методология применения ИТ. Особенности проектирования РЭС с использованием ИТ. Состав и возможности современных САПР РЭС. Наиболее распространенные программные комплексы конструкторско-топологического и схемотехнического проектирования РЭС: пакеты Mentor Graphics, Cadence, OrCAD. Типовые задачи анализа, синтеза и оптимизации на этапе конструкторского проектирования РЭС.	2	1
2	Организация математического обеспечения для решения задач проектирования РЭС. Обеспечение характеристик РЭС как задача параметрической оптимизации. Постановка основных задач оптимального проектирования РЭС. Классификация задач, математических моделей и методов топологического проектирования РЭС. Структурный синтез. Коммутационная схема. Применение теории графов и множеств при проектировании топологии. Математические модели конструкций РЭС, используемые в задачах топологического проектирования. Представление коммутационных схем в виде графа, мультиграфа и гиперграфа.	2	1

3	Задачи компоновки, размещения и трассировки. Основные типы алгоритмов их решения. Целевые функции и математическая постановка задачи компоновки. Последовательные и итерационные алгоритмы. Модели и алгоритмы размещения элементов РЭС на коммутационном поле. Основные критерии и ограничения задачи размещения. Целевые функции и математическая постановка задачи размещения. Алгоритмы трассировки соединений в РЭС. Волновой алгоритм.	2	1
4	Основные задачи анализа и верификации конструкций РЭС. Классификация и основные типы уравнений, применяемых при моделировании характеристик РЭС различной физической природы. Основные аналитические и численные методы моделирования. Математическая постановка основных задач анализа характеристик РЭС.	2	1
5	Современные концепции проектирования РЭС и организации проектных работ. Параллельное проектирование РЭС. Сетевые технологии и экспертные системы в САПР РЭС. CALS-технологии. Основные направления и тенденции развития и повышения эффективности современных САПР РЭС.	1	
Итого часов		9	4

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
семестр А		9		
2	Особенности проектирования РЭС с использованием ИТ.	1		опрос, тест
3	Математическая постановка задач на различных этапах проектирования. Постановка основных задач оптимального проектирования РЭС.	2	1	опрос, тест
4	Математические методы решения задач структурного синтеза. Целевые функции и математическая постановка задачи компоновки. Целевые функции и математическая постановка задачи размещения. Многокритериальная задача размещения и методы ее решения.	2	2	опрос, тест
5	Математические модели процессов и полей различной физической природы в конструкциях РЭС. Метод статистического моделирования.	2	2	опрос, тест
17	Зачетное занятие в виде конференции (дискуссия).	2	4	презентация, доклад, статья
Итого часов		9	9	

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
семестр А		12		
8	Автоматизированное проектирование топологии печатной платы.	2		отчёт
10	Моделирование и анализ типовых характеристик узлов РЭС на примере нестационарного теплового процесса и времени задержки сигнала в проводниках	2		отчёт
12	Моделирование тепловых и механических характеристик конструкций РЭС с использованием современных программных комплексов	2		отчёт
14	Моделирование тепловых и механических характеристик конструкций РЭС с использованием современных программных комплексов	4		отчёт
16	Моделирование тепловых и механических характеристик конструкций РЭС с использованием современных программных комплексов	2		отчёт
Итого часов		12		

4.4 Курсовая работа

Неделя семестра	Наименование тем курсовой работы	Объем часов	Виды контроля
2-17	Исследование и применение современных методов и автоматизированных средств моделирования и оптимизации различных характеристик РЭС (перечень конкретных вариантов тем приведены в приложении к РП)	20	отчет
18	Зачетное занятие	2	отчет
Итого часов		22	

4.5 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
семестр А		Зачет	114
2	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
3	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	2
4	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	2
5	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
6	Работа с конспектом лекций, с учебником		2

	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	2
7	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4
8	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4
9	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	2
10	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
11	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4
12	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
13	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3
14	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	2
15	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	4
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	2
16	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
17	Подготовка к конференции	подготовка доклада, статьи, презентации	20
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
18	Подготовка к экзамену		27
	Итого часов		114

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- выполнение индивидуального задания;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачету.

Лабораторные работы и практические занятия позволяют детализировать и более глубоко усвоить теоретические знания, полученные на лекции, а также научиться их применять при решении конкретных технических задач проектирования. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных и практических занятий для подготовки к ним необходимо проработать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать соответствующую учебно-методическую литературу, подготовить ответы на контрольные вопросы, ознакомиться с рекомендованной дополнительной литературой и источниками, а также соответствующими электронными ресурсами, при необходимости решить задачи.

Подробные методические указания для самостоятельной работы студентов по освоению данной дисциплины размещены на электронном ресурсе «ЭИОС ВГТУ» (<http://eios.vorstu.ru/course/view.php?id=10761>).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции; лекции-дискуссии
5.2	Практические занятия: работа в команде (ИФ) - совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач; выступления по темам рефератов, проведение контрольных работ;
5.3	лабораторные работы: работа в команде (ИФ) - совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач; выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, защита выполненных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: изучение теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям, работа с учебно-методической литературой, оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов, подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену;
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы.
5.6	интерактивные (активные) формы предполагают: - участие студентов в выяснении актуальности, значимости и практической целесообразности тематики и вопросов, рассматриваемых в лекционном курсе, а также в обосновании и выборе методов их решения (математических, физических, на базе информационных технологий) из изученных ранее; - обсуждение различных вариантов решения задач, как самостоятельного 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
5.7	Электронная образовательная среда (ИОС) (личный кабинет обучающегося и т.д.)

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

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: опрос, тестирование, отчет и защита выполненных лабораторных работ. Промежуточная аттестация - зачет
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает комплект тестовых заданий и вопросы к зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
Математическая постановка задач на различных этапах проектирования. Постановка основных задач оптимального проектирования ЭС	Знание перечня типовых проектных задач	тестовый	Письменный, компьютерный	2 неделя
	Умение формулировать конкретные задачи в типовой форме	тестовый	Письменный, компьютерный	2 неделя
Математические методы решения задач структурного синтеза при проектировании ЭС	Знание основных типов математических моделей и методов, применяемых при проектировании ЭС	тестовый	Письменный, компьютерный	3 неделя
	Умение обоснованно выбирать модели и осуществлять математическую постановку проектных задач	тестовый	Письменный, компьютерный	3 неделя
Математические модели процессов и полей различной физической природы в конструкциях ЭС	Знание основных типов уравнений и граничных условий задач математической физики, применяемых при моделировании различных характеристик приборов и систем	тестовый	Письменный, компьютерный	4 неделя
	Умение осуществлять математическую постановку задач моделирования и выбирать аналитические и численные методы их решения	тестовый	Письменный, компьютерный	4 неделя

Промежуточная аттестация	зачет	Устный	5 неделя
---------------------------------	-------	--------	----------

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

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В.	Математическое обеспечение САПР. СПб.: Лань (http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42192)	2014 печат.	1
7.1.1.2	Советов Б.Я	Информационные технологии. М.: Высшая школа (гриф МО)	2008 печат.	1
7.1.1.3	Самойленко Н.Э., Макаров О.Ю	Методы нелинейного программирования в задачах проектирования РЭС. Воронеж: ВГТУ (гриф УМО)	2006 печат.	1
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Норенков И.П.	Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана	2002 печат.	1
7.1.2.2	О.В. Алексеев, А.А. Головков, И.Ю. Пивоваров и др.; Под ред О.В.Алексеева.	Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств М: Высшая школа, (гриф МО)	2000 печат.	1
7.1.2.3	Гольдин В.И.	Информационная поддержка жизненного цикла электронных средств/ В.В. Гольдин и др. М.: Радио и связь	2002 печат.	1
7.1.2.4	Буланов А.	Wildfire 3.0. Первые шаги. М.: Изд-во «Поматур»	2008 печат	1
7.1.2.5	Журнал	Известия вузов. Радиоэлектроника	электрон.	1
7.1.2.6	Журнал	Радиотехника и электроника	электрон.	1
7.1.2.7	Реф. журнал	Радиотехника	электрон.	1
7.1.2.8	Реф. журнал	Электроника	электрон.	1
7.1.3 Методическая литература				
7.1.3.1	Макаров О.Ю.	Моделирование тепловых характеристик интегральных схем в импульсном режиме работы: Методические указания к лабораторной работе.	2014 электрон.	1

		Воронеж: ВГТУ		
7.1.3.2	Лопин А.В., Мурагов А.В., Бобылкин И.С., Макаров О.Ю.	Метод математического моделирования тепловых образов радиоэлектронных элементов на печатной плате: Методические указания к лабораторной работе. Воронеж: ВГТУ	2013 электрон.	1
7.1.3.3	А.В. Турецкий, В.В. Бородин, С.Ю. Сизов	Моделирование тепловых и механических характеристик радиоэлектронных устройств в системе Pro/Engineer: Методические указания к лабораторным работам. Воронеж: ВГТУ	2012 электрон.	1
7.1.3.4	О.Ю. Макаров, А.В. Турецкий	Моделирование времени задержки сигнала в соединительных проводниках с диэлектрической изоляцией: Методические указания к лабораторной. Воронеж: ВГТУ	2010 печат.	1
7.1.3.5	Скоробогатов В.С., Скоробогатов М.В.	Автоматизация оптимальной компоновки модулей РЭС с помощью ПЭВМ: Методические указания к лабораторной работе. Воронеж: ВГТУ	2009 печат.	1
7.1.3.6	Скоробогатов В.С., Скоробогатов М.В.	Оптимизация размещения модулей на коммутационном поле методом парных перестановок: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине. Воронеж: ВГТУ	2009 печат.	1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: http://www.vorstu.ru/structura/library/			
7.1.4.2	Программный комплекс компьютерного тестирования:			
7.1.4.3	САПР PRO/Engineer			
7.1.4.4	Комплект мультимедийных презентаций по курсу			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Дисплейный класс , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума