

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств»

«СОГЛАСОВАНО»

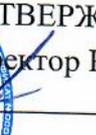
Декан факультета ФЭ

 /Верещагин Н.М.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г

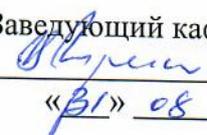
«ПРИТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД



 / Корячко А.В. /  
\_\_\_\_\_ 2020 г

Заведующий кафедрой САПР ВС

 / Корячко В.П. /  
«01» 08 \_\_\_\_\_ 2020 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.3.В.07 «Математические методы проектирования**  
**технологических процессов»**

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) подготовки

«Информационные технологии конструирования электронных средств»

Уровень подготовки

бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»,  
утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928.  
(дата утверждения ФГОС ВО)

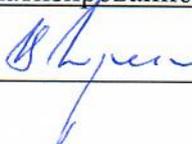
Разработчик  
доцент кафедры Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

 \_\_\_\_\_ / Горин В.С. /

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

«31» 08 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой  
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

 \_\_\_\_\_ / Корячко В.П. /

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** «Математические методы проектирования технологических процессов» является приобретение студентами базовых знаний и умений в формировании способности обеспечивать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным актам, а также проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием средств автоматизации проектирования.

### **Задачи:**

- получение теоретических знаний и навыков для построения простейших физических и математических моделей узлов и модулей электронных средств различного функционального назначения;
- приобретение практических навыков в использовании стандартных программных средств для компьютерного моделирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.3.В.07 «Математические методы проектирования технологических процессов» относится к дисциплинам Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) бакалавриата «Информационные технологии конструирования электронных средств» по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств.

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 4 курсе в 7 семестре.

*Пререквизиты дисциплины.* Для освоения дисциплины обучающийся должен иметь компетенции, полученные в результате освоения дисциплин: «САПР схем и конструкций ЭС», «Схемо- и системотехника ЭС», «Технология электронных средств», «Основы конструирования электронных средств».

*Для освоения дисциплины обучающийся должен:*

### **знать:**

- технологические процессы производства электронных средств;
- теоретических и практические основы конструирования и технологии изготовления элементов различных уровней конструктивной иерархии ЭС;
- перспектив развития методов автоматизированного конструкторско-технологического проектирования ЭС, их места и роли в развитии современного производства;

### **уметь:**

- применять на практике современные методики проведения экспериментов, анализа результатов, составления обзоров и отчетов;
- анализировать и рассчитывать параметры технологических операций;
- контролировать параметры качества продукции в процессе изготовления;

### **владеть:**

- основами теории и практики автоматизированного конструкторско-технологического моделирования и проектирования ЭС;
- основными способами изготовления и сопровождения конструкторских и технологических проектов средствами современных систем автоматизации конструкторского и технологического проектирования;
- логическим анализом влияния условий внешней среды на протекание технологических процессов.

*Взаимосвязь с другими дисциплинами.* Курс «Математические методы проектирования технологических процессов» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Автоматизированные системы технологической подготовки производства», «Методы и устройства испытаний электронных средств».

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков бакалавра для успешной профессиональной деятельности.

*Постреквизиты дисциплины.* Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Преддипломная практика», «Выпускная квалификационная работа».

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки, а также компетенций, установленных университетом.

#### **Самостоятельно устанавливаемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения**

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация: Информационные технологии конструирования электронных средств				
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Математическое моделирование конструкций электронных средств, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования	Анализ и проектирование технологического процесса изготовления ЭС	ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели узлов и модулей электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ИД-1 ПК-1. Знает принципы построения физических и математических моделей узлов и модулей электронных средств. ИД-2 ПК-1. Умеет строить физические и математические модели узлов и модулей электронных средств. ИД-3 ПК-1. Владеет навыками компьютерного моделирования узлов и модулей электронных средств.	25.036 Специалист по электронике бортовых комплексов управления 29.005 Специалист по технологии производства систем в корпусе 29.006 Специалист по проектированию систем в корпусе

### **. 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**4.1** Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕ), 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	32	<b>6</b>
В том числе:		
Лекции	16	
Лабораторные работы	16	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	58	
В том числе:		
Подготовка к экзамену		
Иные виды самостоятельной работы	4	
<b>Консультации</b>		
<b>Контроль</b>	54	
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	Экзамен	
<b>Контактная работа (по учебным занятиям)</b>	32	
<b>Общая трудоемкость</b>	144	
<b>Зачетные единицы трудоемкости</b>	4	

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

#### **Тема 1. Общие сведения о конструкции, проектировании ЭС и условиях эксплуатации**

Этапы процессов проектирования и изготовления электронных средств (ЭС): цели и задачи НИР, ОКР, стадии изготовления и эксплуатации, использование IT-технологий. Основные понятия и определения технологических систем.

#### **Тема 2. Основы технологии изготовления элементов, узлов и устройств ЭС**

Производственный и технологические процессы, их структура, типы организации технологического производства. Классификация и принципы построения современных технологических процессов (ТП) для проектирования и изготовления ЭС. Классификация ЭС по видам, по области применения, по конструктивному исполнению, по принципу действия, по назначению, по элементной базе. Условия эксплуатации ЭС и факторы, воздействующие на функционирование узлов ЭС. Основные критерии и показатели качества ТП.

Основы конструирования ЭС с учетом паразитных влияний; виды линий связи и расчет их электрических параметров; определение допустимых длин взаимодействующих линий связи; помехи по цепям управления и питания; рекомендации по конструированию линий связи и шин питания.

#### **Тема 3. Применение теории исследования операций в конструкторском и технологическом проектировании ЭС.**

Эволюция принципов и средств автоматизации конструкторско-производственных процессов. Основные этапы, модели и задачи автоматизированного конструкторско-технологического проектирования. Математические модели проектируемых объектов. Элементы теории графов и гиперграфов. Формальные постановки задач конструкторского проектирования и сведение их к классическим видам оптимизационных задач: транспортной (покрытие), динамическому программированию (компоновка, трассировка), ветвей и границ (размещение, трассировка жгутовых соединений). Методы и алгоритмы совершенствования ТП. Основы моделирования и оптимизации технологических процессов в производстве ЭС.

#### 4.3. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	лекции	Практ	лабор	
1	Общие сведения о конструкции, проектировании ЭС и условиях эксплуатации	6	2	2	-	-	4
2	Основы технологии изготовления элементов, узлов и устройств ЭС	24	8	4	-	4	16
3	Применение теории исследования операций в конструкторском и технологическом проектировании ЭС	60	22	10	-	12	38
4	Консультации						
	Контроль	54					54
	Всего:	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>112</b>

#### 4.4. Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Общие сведения о конструкции, проектировании ЭС и условиях эксплуатации	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций, подготовка к лабораторной работе.	4
2	Основы технологии изготовления элементов, узлов и устройств ЭС	Лабораторная работа	Исследование последовательных алгоритмов компоновки ЭС	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Сдача лабораторной работы, Изучение конспекта лекций, методических указаний	16
3	Применение теории исследования операций в конструкторском и технологическом проектировании ЭС	Лабораторная работа	Исследование последовательных и итерационных алгоритмов размещения элементов	4
		Лабораторная работа	Исследование алгоритмов трассировки односторонних ПП	4
		Лабораторная работа	Исследование алгоритмов трассировки многослойных ПП	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Подготовка и сдача лабораторных работ, изучение конспекта лекций, методических указаний	38
	Экзамен	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к экзамену	54

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

- 1) Таганов А.И. Определение оптимального варианта конструкции изделия с учетом последовательности операций: Методические указания к самостоятельным, практическим и лабораторным занятиям – Рязань:РГРТА,1994. 28 с.
- 2) Таганов А.И. Структурная оптимизация ТП: Методические указания к самостоятельным, практическим и лабораторным занятиям – Рязань: РГРТА,1994. 28 с.
- 3) Горин В.С. Исследование алгоритмов трассировки печатных соединений: Методические указания к лабораторным работам №7, 8 / Рязан. гос. радиотехн. ун-тет – Рязань, 2006. 16 с.
- 4) Горин В.С. Исследование автоматизированного размещения элементов РЭА: Методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-тет – Рязань, 2012. 10 с.
- 5) Горин В.С. поиск экстремальных путей на графе: Методические указания к лабораторной работе / Рязан. гос. радиотехн. ун-тет – Рязань, 2006. 8 с.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Профильный квалификационный курс»).

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная учебная литература:**

- 1) Головицына М.В. Основы САПР [Электронный ресурс] / М.В. Головицына. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 270 с. — 978-5-94774-847-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73701.html>
- 2) Основы информационных технологий [Электронный ресурс] / С.В. Назаров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 530 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52159.html>
- 3) Головицына М.В. Интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов [Электронный ресурс] / М.В. Головицына. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 249 с. — 978-5-94774-847-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73681.html>
- 4) Жигалова Е.Ф. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Ф. Жигалова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 201 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72067.html>.
- 5) Глухов А.В. Проектирование электронных устройств в схемотехническом редакторе PSpice Schematics [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Глухов, В.В. Шубин, Л.Г. Рогулина. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 77 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69534.html>

### **Дополнительная литература:**

- б) Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Р. Галяветдинов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 112 с. — 978-5-7882-1567-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62519.html>

7) Ламанов А.И. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Допуски формы и расположения поверхностей. Показатели надежности радиоэлектронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсу «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств» / А.И. Ламанов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 32 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31136.html>

8) Ламанов А.И. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Организация и методология процесса конструирования при разработке радиоэлектронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсу «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств» / А.И. Ламанов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 40 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31137.html>

## **8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

### **Электронные образовательные ресурсы:**

1. Кротова, Елена Ивановна Основы конструирования и технологии производства ЭС : учебное пособие / Е. И. Кротова ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2013 – 192 с. <https://docviewer.yandex.ru>
2. Алдонин Г.М. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств [studmed.ru](http://studmed.ru)>...konstruirovanie-i-tehnologiya...rea/
3. «Лань» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система «Издательства «Лань».- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
4. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»[Электронный ресурс]: информационная система.- Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека.- Режим доступа: <http://elibrary.ru>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Для освоения дисциплины требуется предварительная подготовка в области теоретических и практических основ конструирования и технологии изготовления элементов различных уровней конструктивной иерархии ЭС.

Методические указания при проведении практических работ описаны в методических указаниях к лабораторным работам. Обязательное условие успешного усвоения курса – большой объём самостоятельно проделанной работы.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю в ходе подготовки к практическому занятию.

Перед выполнением практического занятия необходимо внимательно ознакомиться с заданием, чтобы на практическом занятии осталось время для сдачи работы.

Перед сдачей работы рекомендуется ознакомиться со списком вопросов изучаемой темы и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу. Таким образом вы сможете сэкономить свое время и время преподавателя.

Кроме чтения учебной литературы из обязательного списка рекомендуется активно использовать информационные ресурсы сети Интернет по изучаемой теме. Ответы на многие вопросы, связанные с вопросами курса вы можете получить в сети Интернет, посещая соответствующие информационные ресурсы.

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

- закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;

- углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины;
- освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний в области конструирования и производства ЭС.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях и практических занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также к экзамену.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем дисциплины "Профильный квалификационный курс";
- выполнение домашнего задания: составление алгоритмов диагностики и тестов для проверки приведенных в методических указаниях схем для очередного практического занятия;
- выполнение домашнего задания;
- подготовка к защите практического задания, оформление отчета.

### **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для текущей оценки степени освоения материала обучающимися используется тестовое задание в системе дистанционного тестирования РГРТУ «Академия» (<http://distance.rrtu>):

Тест для зачета по дисциплине «Профильный квалификационный курс» (автор - доцент каф. САПР ВС Горин В.С.).

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

- 1) Операционная система Windows XP (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019);

### **Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для освоения дисциплины необходимы:

- 1) для проведения лекционных занятий и практических работ необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;
- 2) для проведения лабораторных работ необходим класс персональных компьютеров (не менее 12) с установленными операционной системой Microsoft Windows XP (или выше) и установленным лицензионным и оригинальным программным обеспечением;
- 3) для проведения лекций и практических занятий аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Программу составил

к.т.н., доцент каф. САПР ВС

\_\_\_\_\_ Горин В.С.