

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

В.А. Ненашев  
(инициалы, фамилия)

(подпись)  
«24» июня 2024 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил

Доцент, к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

С. Дворников  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23  
«24» июня 2024 г, протокол № 10/24

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Автоматизация конструирования»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология электронно- вычислительных средств
Форма обучения	очная
Год приема	2024

## Аннотация

Дисциплина «Автоматизация конструирования» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ПК-3 «Способен применять методы математического, алгоритмического моделирования для выполнения расчетов»

ПК-4 «Способен осуществлять разработку и корректировку программной и конструкторской документации (КД) на электронные средства и электронные системы с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР)»

ПК-5 «Способен осуществлять разработку схемотехнических решений отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов»

ПК-7 «Способен выполнять оценку быстродействия, пределов потребляемой мощности и других специальных параметров аналоговых блоков»

ПК-12 «Способен осуществлять проработку КД на технологичность»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с автоматизацией процесса конструированием радиоэлектронных средств, технологичностью производства, основы самостоятельной работы в системах автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *(лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося)*.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями изучения дисциплины «Автоматизация конструирования» являются принципы построения и практического применения систем автоматизированного проектирования изделий РЭА, получение необходимых навыков в области подготовки исходной информации при применении соответствующих систем, а также получение профессиональной подготовки по автоматизации проектирования изделий РЭА.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3.3 знать возможности и ограничения применения цифровых инструментов для решения поставленных задач УК-2.У.3 уметь выдвигать альтернативные варианты действий с целью выбора оптимальных способов решения задач, в том числе с помощью цифровых средств УК-2.В.3 владеть навыками использования цифровых средств для решения поставленной задачи
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен применять методы математического, алгоритмического моделирования для выполнения расчетов	ПК-3.У.1 умеет использовать обслуживающие подсистемы САПР для выполнения расчетов при разработке функциональных узлов БА КА, в том числе с применением технологий искусственного интеллекта ПК-3.В.1 владеет методами разработки адекватных имитационных математических моделей и моделирования электронных средств и систем, а также методами и средствами искусственного интеллекта
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен осуществлять разработку и корректировку программной и конструкторской документации (КД) на электронные средства и электронные системы с	ПК-4.У.1 умеет использовать подсистемы САПР для проектирования и конструирования электронных средств

	использованием систем автоматизированного проектирования (САПР)	
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен осуществлять разработку схемотехнических решений отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов	ПК-5.В.1 владеет средствами автоматизации схемотехнического проектирования
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен выполнять оценку быстродействия, пределов потребляемой мощности и других специальных параметров аналоговых блоков	ПК-7.3.1 знает средства системы автоматизированного проектирования для различных методологий аналогового моделирования ПК-7.У.1 умеет макетировать критические узлы оборудования ПК-7.В.1 Владеет методами анализа и оценки быстродействия, пределов потребляемой мощности и других специальных параметров аналоговых блоков
Профессиональные компетенции	ПК-12 Способен осуществлять проработку КД на технологичность	ПК-12.У.1 умеет читать КД с использованием специализированных систем автоматизированного проектирования (САПР)

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «компьютерные технологии»,
- «математическое моделирование»,
- «проектирование изделий радиоэлектронной аппаратуры».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «моделирование изделий радиоэлектронной аппаратуры»,
- «технология производства изделий РЭА».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№5	№6
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	9/ 324	4/ 144	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	42	28	14

<b>Аудиторные занятия</b> , всего час.	119	68	51
в том числе:			
лекции (Л), (час)	68	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	34	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	72	36	36
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	133	40	93
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 5</b>					
Раздел 1. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры Тема 1.1. Сущность процесса проектирования радиоэлектронной аппаратуры (ЭС). Этапы проектирования, проектные процедуры (синтез и анализ). Тема 1.2 Методология системного подхода в САПР. Системный анализ сложных процессов. Этапы проектирования сложных систем. Тема 1.3 Описание САПР ЭС, разновидности САПР и их место среди других автоматизированных систем. Структура конструкторского этапа	6				

<p>Раздел 2. Системы автоматизированного проектирования. Виды обеспечения САПР</p> <p>Тема 2.1. Технические средства САПР и их развитие. Требования к техническому обеспечению, типы сетей, состав технического обеспечения САПР.</p> <p>Тема 2.2 Вычислительные сети САПР. Периферийное оборудование САПР. Методическое обеспечение САПР, назначение и состав. Математическое обеспечение САПР. Лингвистическое обеспечение САПР. Программное обеспечение (ПО) САПР. Общее и прикладное ПО.</p> <p>Тема 2.3 Программы конструкторского проектирования ЭС. Информационное обеспечение (ИО) САПР. Назначение, сущность и составные части ИО САПР. Уровни представления данных. Проектирование баз данных, модели баз данных.</p>	4				
---	---	--	--	--	--

<p>Раздел 3. Информационная модель процесса проектирования, виды и методы проектирования. Анализ, моделирование процессов проектирования. Методы автоматизированного проектирования</p> <p>Тема 3.1 Математические модели и их характеристики. Анализ деятельности инженера проектировщика. Основные методы и средства повышения производительности труда инженеров проектировщиков.</p> <p>Тема 3.2 Информационная модель процесса проектирования. Блочнойерархический подход к задаче проектирования ЭС. Требования к математическим моделям и их классификация. Функциональные и структурные модели.</p> <p>Тема 3.3 Математические модели в САПР (на микро-, макро-, мета уровнях). Общие сведения о математических моделях РЭА.</p> <p>Общая характеристика задачи автоматизации конструкторского проектирования (КП) ЭС.</p> <p>Тема 3.4 Математические модели монтажнокоммутационного пространства. Математическое моделирование объектов КП ЭС с применением теории множеств. Математическое моделирование объектов КП ЭС с применением теории графов. Типы графов, способы задания графов, основные понятия. Свойство связности графа.</p> <p>Тема 3.5 Специальные графы: Эйлера и Гамильтона. Условия существования эйлеровой цепи. Теорема существования и отсутствия гамильтонова цикла. Жорданова кривая, теорема Жордана. Понятие дерева, покрывающие деревья. Алгоритм Краскала построения покрывающего дерева. Метрика графа. Понятие гиперграфа и графа Кёнига и их применение для моделирования объектов КП САПР.</p>	8		6		10
---	---	--	---	--	----

<p>Раздел 4. Этап конструкторского проектирования САПР – компоновка модулей, блоков, узлов ЭС.</p> <p>Тема 4.1 Постановка задачи, критерии оптимальности. Математические модели задачи компоновки. Классификация методов и алгоритмов компоновки.</p> <p>Тема 4.2 Формулирование задачи покрытия и задачи типизации. Критерии оптимальности при решении задачи типизации. Моделирование задачи разбиения (разрезания). Алгоритм компоновки ячеек Селютина. Алгоритм решения задачи типизации Бершадского. Алгоритм компоновки Кодреса. Методика разбиения графа.</p>	6		8		
<p>Раздел 5. Этап конструкторского проектирования САПР – размещение компонентов ЭС.</p> <p>Тема 5.1 Постановка задачи размещения. Критерии оптимальности. Классификация алгоритмов размещения. Метод последовательного размещения по связности. Метод обратного размещения. Алгоритм Прима. Алгоритм Краскала. Алгоритм парных перестановок. Характеристика методов размещения</p>	4		10		6
<p>Раздел 6. Этап конструкторского проектирования САПР – выполнение соединений компонентов (трассировка)</p> <p>Тема 6.1 Основные этапы трассировки, постановка задачи и критерии оптимальности, классификация алгоритмов.</p> <p>Тема 6.2 Методы анализа конфликтных ситуаций при трассировке. Волновой и лучевой алгоритмы трассировки. Канальный алгоритм. Комбинированные алгоритмы.</p> <p>Тема 6.3 Алгоритмы построения минимальных покрывающих деревьев для задачи трассировки (алгоритмы Прима и Краскала для задачи трассировки). Оптимизация трассировки методом решения задачи Штейнера.</p>	6		10		6
Итого в семестре:	34		34		40
Семестр 6					



<p>Раздел 7. Основы автоматизации технологической подготовки производства.</p> <p>Тема 7.1 CALS-технологии в управлении проектами и производством. Стандарты ISO, группа стандартов STEP. АСТПП в интегрированной производственной системе. Назначение, функции и состав АСТПП. Принципы построения АСТПП.</p> <p>Тема 7.2 Виды обеспечения АСТПП и их взаимосвязь. Технические средства АСТПП: классификация технических средств, средства обработки информации, средства визуализации информации, вычислительные сети.</p>	4				10
<p>Раздел 8. Моделирование деталей, заготовок и технологических процессов в АСТПП.</p> <p>Тема 8.1 Методы описания объектов и процессов. Языки описания деталей, сборочных единиц, заготовок и технологических процессов. Языки описания технологического оснащения.</p> <p>Тема 8.2 Способы использования моделей объектов и процессов при решении технологических задач. Проблема организации информационной стыковки между САПР технологических процессов и конструкторской САПР.</p>	4		5		12
<p>Раздел 9. Управление техническими проектами.</p> <p>Тема 9.1 Принципы управления ТПП. Функции управления ТПП: планирование, оперативное управление, контроль процесса ТПП.</p> <p>Тема 9.2 Электронный архив. Система управления проектом. Автоматизация документооборота. Организация виртуальных рабочих мест (InterNetтехнология). Управление ТПП с помощью PDM-систем.</p>	4				11
<p>Раздел 10. Анализ конструкций, унификация деталей, изделий, технологических процессов и оснастки.</p> <p>Тема 10.1 Задачи обеспечения технологичности. Цели, основные методы унификации деталей, изделий, технологических процессов и оснастки.</p> <p>Тема 10.2 Отработка изделий на технологичность. Группирование деталей.</p>	4				10

<p>Раздел 11. Методы автоматизации проектирования технологических процессов.</p> <p>Тема 11.1 Принципы автоматизации проектирования технологических процессов (ТП). Основные подходы и методы автоматизации процесса проектирования ТП. Проектирование маршрутной технологии.</p> <p>Тема 11.2 Проектирование операционной технологии: выбор оборудования, назначение технологических баз, определение структуры операции.</p> <p>Тема 11.3 Проектирование переходов: назначение припусков, выбор инструмента, расчет режимов резания. Оформление технологических карт. Обзор существующих САПР технологических процессов.</p>	6				12
<p>Раздел 12. Методы автоматизация проектирования оснастки.</p> <p>Тема 12.1 Основные методы автоматизации процесса проектирования средств технологического оснащения. Особенности автоматизированного проектирования инструмента, приспособлений, штампов и прессформ.</p> <p>Тема 12.2 Интеграция САПР технологической оснастки с подсистемами АСТПП. Обзор существующих САПР технологической оснастки.</p>	4		6		12
<p>Раздел 13. Разработка алгоритмов и спецификаций программ автоматизированного проектирования.</p> <p>Тема 13.1 Классификация алгоритмов. Алгоритмы выбора решений. Алгоритмы синтеза решений. Организация баз знаний для хранения алгоритмов.</p> <p>Тема 13.2 Примеры систем оформления, хранения и обработки алгоритмов. Понятие спецификации программы. Основные методы создания спецификаций программ</p>	4		6		12
<p>Раздел 14. Оценка эффективности и паспортизация автоматизированных систем проектирования.</p> <p>Тема 14.1 Основные показатели эффективности систем автоматизированного проектирования. Методика оценки качества и эффективности функционирования</p> <p>Тема 14.2 САПР. Оценка полноты автоматизации решения задач проектирования. Показатели качества автоматизированной системы проектирования. Показатели эффективности функционирования САПР на предприятии.</p>	4				12

Итого в семестре:	34		17		93
Итого	68	0	51	0	133

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>5 семестр</b>	
<b>1</b>	<p>Тема 1.1. Сущность процесса проектирования радиоэлектронной аппаратуры (ЭС). Этапы проектирования, проектные процедуры (синтез и анализ).</p> <p>Тема 1.2 Методология системного подхода в САПР. Системный анализ сложных процессов. Этапы проектирования сложных систем.</p> <p>Тема 1.3 Описание САПР ЭС, разновидности САПР и их место среди других автоматизированных систем. Структура конструкторского этапа</p>
<b>2</b>	<p>Тема 2.1. Технические средства САПР и их развитие. Требования к техническому обеспечению, типы сетей, состав технического обеспечения САПР.</p> <p>Тема 2.2 Вычислительные сети САПР. Периферийное оборудование САПР. Методическое обеспечение САПР, назначение и состав. Математическое обеспечение САПР. Лингвистическое обеспечение САПР. Программное обеспечение (ПО) САПР. Общее и прикладное ПО.</p> <p>Тема 2.3 Программы конструкторского проектирования ЭС. Информационное обеспечение (ИО) САПР. Назначение, сущность и составные части ИО САПР. Уровни представления данных. Проектирование баз данных, модели баз данных.</p>
<b>3</b>	<p>Тема 3.1 Математические модели и их характеристики. Анализ деятельности инженера проектировщика. Основные методы и средства повышения производительности труда инженеров проектировщиков.</p> <p>Тема 3.2 Информационная модель процесса проектирования. Блочнoиерархический подход к задаче проектирования ЭС. Требования к математическим моделям и их классификация. Функциональные и структурные модели.</p> <p>Тема 3.3 Математические модели в САПР (на микро-, макро-, мета уровнях). Общие сведения о математических моделях РЭА.</p> <p>Общая характеристика задачи автоматизации конструкторского проектирования (КП) ЭС.</p>

	<p>Тема 3.4 Математические модели монтажнокоммутационного пространства. Математическое моделирование объектов КП ЭС с применением теории множеств. Математическое моделирование объектов КП ЭС с применением теории графов. Типы графов, способы задания графов, основные понятия. Свойство связности графа.</p> <p>Тема 3.5 Специальные графы: Эйлера и Гамильтона. Условия существования эйлеровой цепи. Теорема существования и отсутствия гамильтонова цикла. Жорданова кривая, теорема Жордана. Понятие дерева, покрывающие деревья. Алгоритм Краскала построения покрывающего дерева. Метрика графа. Понятие гиперграфа и графа Кёнига и их применение для моделирования объектов КП САПР.</p>
4	<p>Тема 4.1 Постановка задачи, критерии оптимальности. Математические модели задачи компоновки. Классификация методов и алгоритмов компоновки.</p> <p>Тема 4.2 Формулирование задачи покрытия и задачи типизации. Критерии оптимальности при решении задачи типизации. Моделирование задачи разбиения (разрезания). Алгоритм компоновки ячеек Селютина. Алгоритм решения задачи типизации Бершадского. Алгоритм компоновки Кодреса. Методика разбиения графа.</p>
5	<p>Тема 5.1 Постановка задачи размещения. Критерии оптимальности. Классификация алгоритмов размещения. Метод последовательного размещения по связности. Метод обратного размещения. Алгоритм Прима. Алгоритм Краскала. Алгоритм парных перестановок. Характеристика методов размещения</p>
6	<p>Тема 6.1 Основные этапы трассировки, постановка задачи и критерии оптимальности, классификация алгоритмов.</p> <p>Тема 6.2 Методы анализа конфликтных ситуаций при трассировке. Волновой и лучевой алгоритмы трассировки. Канальный алгоритм. Комбинированные алгоритмы.</p> <p>Тема 6.3 Алгоритмы построения минимальных покрывающих деревьев для задачи трассировки (алгоритмы Прима и Краскала для задачи трассировки). Оптимизация трассировки методом решения задачи Штейнера</p>
6 семестр	
7	<p>Тема 7.1 CALS-технологии в управлении проектами и производством. Стандарты ISO, группа стандартов STEP. АСТПП в интегрированной производственной системе. Назначение, функции и состав АСТПП. Принципы построения АСТПП.</p> <p>Тема 7.2 Виды обеспечения АСТПП и их взаимосвязь. Технические средства АСТПП: классификация технических</p>

	<p>средств, средства обработки информации, средства визуализации информации, вычислительные сети.</p>
<b>8</b>	<p>Тема 8.1 Методы описания объектов и процессов. Языки описания деталей, сборочных единиц, заготовок и технологических процессов. Языки описания технологического оснащения.</p> <p>Тема 8.2 Способы использования моделей объектов и процессов при решении технологических задач. Проблема организации информационной стыковки между САПР технологических процессов и конструкторской САПР.</p>
<b>9</b>	<p>Тема 9.1 Принципы управления ТПП. Функции управления ТПП: планирование, оперативное управление, контроль процесса ТПП.</p> <p>Тема 9.2 Электронный архив. Система управления проектом. Автоматизация документооборота. Организация виртуальных рабочих мест (InterNetтехнология). Управление ТПП с помощью PDM-систем.</p>
<b>10</b>	<p>Тема 10.1 Задачи обеспечения технологичности. Цели, основные методы унификации деталей, изделий, технологических процессов и оснастки.</p> <p>Тема 10.2 Отработка изделий на технологичность. Группирование деталей.</p>
<b>11</b>	<p>Тема 11.1 Принципы автоматизации проектирования технологических процессов (ТП). Основные подходы и методы автоматизации процесса проектирования ТП. Проектирование маршрутной технологии.</p> <p>Тема 11.2 Проектирование операционной технологии: выбор оборудования, назначение технологических баз, определение структуры операции.</p> <p>Тема 11.3 Проектирование переходов: назначение припусков, выбор инструмента, расчет режимов резания. Оформление технологических карт. Обзор существующих САПР технологических процессов.</p>
<b>12</b>	<p>Тема 12.1 Основные методы автоматизации процесса проектирования средств технологического оснащения. Особенности автоматизированного проектирования инструмента, приспособлений, штампов и прессформ.</p> <p>Тема 12.2 Интеграция САПР технологической оснастки с подсистемами АСТПП. Обзор существующих САПР технологической оснастки.</p>
<b>13</b>	<p>Тема 13.1 Классификация алгоритмов. Алгоритмы выбора решений. Алгоритмы синтеза решений. Организация баз знаний для хранения алгоритмов.</p> <p>Тема 13.2 Примеры систем оформления, хранения и обработки алгоритмов. Понятие спецификации программы.</p>

	Основные методы создания спецификаций программ
<b>14</b>	Тема 14.1 Основные показатели эффективности систем автоматизированного проектирования. Методика оценки качества и эффективности функционирования Тема 14.2 САПР. Оценка полноты автоматизации решения задач проектирования. Показатели качества автоматизированной системы проектирования. Показатели эффективности функционирования САПР на предприятии.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Математическое моделирование ЭС методом графов.	6	0.5	3
2	P-CAD: создание библиотеки элементов.	8	0.5	4
3	P-CAD: размещение элементов на печатной плате.	10	0.5	5
4	P-CAD: выполнение трассировки.	10	0.5	6
Семестр 6				
1	Получение чертежа детали по ее 3D модели	5	0.5	8
2	Разработка информационной модели ТП	6	0.5	11
3	Подготовка задание на автоматизированное проектирование разделительного штампа	6	0.5	12
Всего		51	3,5	

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час	Семестр 6, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		40	93
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)			
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)			
Всего:	133	40	93

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<a href="https://www.bazisoft.ru/content/view/117/">https://www.bazisoft.ru/content/view/117/</a>	Деньдобренко Б.Н. Малика А.С. Автоматизация конструирования РЭА	
	Автоматизация конструирования РЭА: Учебник для вузов Б.Н.Деньдобренко, А.С.Малика.	
	Автор: ВФ Алексеев · 2020 — Принципы конструирования и автоматизации проектирования РЭУ : учеб. пособие / В.Ф. Алексеев. –	

### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=Default/020_ECAD.cou">http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=Default/020_ECAD.cou</a>	Автоматизация проектирования в радиоэлектронике
<a href="https://www.bazisoft.ru/content/view/117/">https://www.bazisoft.ru/content/view/117/</a>	Деньдобренко Б.Н. Малика А.С. Автоматизация конструирования РЭА

### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	САПР P-CAD

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации



Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
5 семестр		
1.	Сущность процесса проектирования. Математические модели монтажно-коммутационного пространства.	УК-2.3.3
2.	Основные этапы проектирования. Типы графов, способы задания графов, основные понятия.	УК-2.У.3
3.	Маршрут проектирования. Свойство связности графа.	УК-2.В.3
4.	Этапы проектирования с позиций технологии обработки информации. Специальные графы: Эйлера, Гамильтона, Жордана, Краскала, Кенинга.	ПК-3.У.1
5.	Порядок и последовательность реализации этапов проектирования. Метрика графа. Понятие гиперграфа.	ПК-3.В.1
6.	Формы представления информации на этапах проектирования. Постановка задачи, критерии оптимальности.	ПК-4.У.1
7.	Требования, предъявляемые к техническому обеспечению. Классификация методов и алгоритмов компоновки.	ПК-5.В.1
8.	Типы сетей технического обеспечения САПР. Формулирование задачи покрытия и задачи типизации	ПК-7.3.1
9.	Структура технического обеспечения САПР для крупных организаций. Постановка задачи, критерии оптимальности при решении задачи типизации.	ПК-7.У.1
10.	Эталонная модель взаимосвязи открытых систем. Моделирование задачи разбиения (разрезания).	ПК-7.В.1
11.	Рабочая станция в составе оборудования САПР. Методика разбиения графа.	ПК-12.У.1
12.	Режимы работы технических средств САПР. Постановка задачи размещения.	УК-2.3.3
13.	Разработка технического обеспечения САПР. Классификация алгоритмов размещения.	УК-2.У.3
14.	Математическое обеспечение САПР. Метод последовательного размещения по связности.	УК-2.В.3
15.	Лингвистическое обеспечение САПР. Алгоритм Прима. Алгоритм Краскала	ПК-3.У.1
16.	Программное обеспечение САПР. Алгоритм парных перестановок.	ПК-3.В.1
17.	Математические модели и их характеристики. Основные этапы трассировки, постановка задачи и критерии оптимальности, классификация алгоритмов.	ПК-4.У.1
18.	Анализ деятельности инженера проектировщика. Методы анализа конфликтных ситуаций при трассировке.	ПК-5.В.1
19.	Блочный-иерархический подход к задаче проектирования ЭС. Волновой и лучевой алгоритм трассировки соединений.	ПК-7.3.1
20.	Общие сведения о математических моделях РЭА. Канальный алгоритм трассировки.	ПК-7.У.1
21.	Общая характеристика задачи автоматизации конструкторского проектирования. Оптимизация трассировки методом решения задачи Штейнера	ПК-7.В.1
6 семестр		

1.	Стандарты ISO, группа стандартов STEP	УК-2.3.3
2.	АСТПП в интегрированной производственной системе	УК-2.У.3
3.	Технические средства АСТПП	УК-2.В.3
4.	Методы описания объектов и процессов.	ПК-3.У.1
5.	Способы использования моделей объектов и процессов при решении технологических задач	ПК-3.В.1
6.	Принципы управления ТПП	ПК-4.У.1
7.	Функции управления ТПП	ПК-5.В.1
8.	Электронный архив	ПК-7.3.1
9.	Система управления проектом	ПК-7.У.1
10.	Автоматизация документооборота	ПК-7.В.1
11.	Организация виртуальных рабочих мест	ПК-12.У.1
12.	Управление ТПП с помощью PDM-систем	УК-2.3.3
13.	Задачи обеспечения технологичности	УК-2.У.3
14.	Цели, основные методы унификации деталей, изделий, технологических процессов и оснастки	УК-2.В.3
15.	Отработка изделий на технологичность	ПК-3.У.1
16.	Группирование деталей	ПК-3.В.1
17.	Принципы автоматизации проектирования технологических процессов	ПК-4.У.1
18.	Основные подходы и методы автоматизации процесса проектирования ТП	ПК-5.В.1
19.	Проектирование маршрутной технологии	ПК-7.3.1
20.	Проектирование операционной технологии	ПК-7.У.1
21.	Технологические карты	ПК-7.В.1
22.	Методы автоматизация проектирования оснастки	ПК-12.У.1
23.	Классификация алгоритмов автоматизированного проектирования	УК-2.3.3
24.	Основные показатели эффективности систем автоматизированного проектирования	УК-2.У.3
25.	CALS-технологии	УК-2.В.3
26.	Проектирование переходов	ПК-3.У.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№	Примерный перечень вопросов для тестов	Код
---	--	-----

п/п		индикатора
1.	Целью функционирования САПР является: а) Моделирование б) Конструирование в) Проектирование	
2.	САМ-, САД-системы низкого уровня позволяют выполнять: а) только автоматизацию чертежа на низкопрофильных рабочих станциях; б) 3D-моделирование в) сложные операции как твердотельной, так и поверхностной геометрии, моделировать применение к сборным узлам из многих деталей	
3.	Как расшифровывается аббревиатура САПР? а) система автоматизированного проектирования б) системный анализ производства в) система автоматизированного производства	
4.	CAE (Computer-Aided Engineering) – это: а) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации. б) система управления проектными данными в) компьютерное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов	
5.	Дайте наиболее полное определение понятия «система автоматизированного производства»: а) это управление инженерным делом б) это система взаимодействия человека и ЭВМ в) это пакеты программ, выполняющие функции САД/САМ/САЕ/PDM, т.е. автоматизирующие проектные подготовки производства и конструирования, а так же управление инженерным делом	
6.	Основными факторами успеха в современном промышленном производстве являются: а) все ответы верные б) сокращение срока выхода продукции на рынок в) снижение ее себестоимости г) повышение качества	
7.	САМ (Computer-Aided Manufacturing) – это: а) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства б) компьютерное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов в) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации	
8.	Кто является создателем первой САПР? а) Чарльз Беббидж б) Патрик Хэнретти в) Майк Риддл.	
9.	CAD (Computer-Aided Design) – это: а) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения	

	<p>конструкторских задач и оформления конструкторской документации</p> <p>б) система управления проектными данными</p> <p>в) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства</p>	
10.	<p>PDM (Product Data Management) – это:</p> <p>а) компьютерное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов</p> <p>б) система управления проектными данными</p> <p>в) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства</p>	
11.	<p>Когда появилась первая САД-система?</p> <p>а) 1960-е гг.</p> <p>б) 2000-е гг</p> <p>в) 1980-е гг.;</p>	
12.	<p>В какой период времени была внедрена в производство первая САПР?</p> <p>а) 2000-е гг</p> <p>б) 1990-е гг</p> <p>в) 1970-е гг</p>	
13.	<p>По функциональному характеру САМ-, САД-системы принято делить на:</p> <p>а) 4 уровня</p> <p>б) 2 уровня</p> <p>в) 3 уровня</p>	
14.	<p>САМ-, САД-системы верхнего уровня позволяют выполнять:</p> <p>а) 3D-моделирование</p> <p>б) только автоматизацию чертежа на низкопрофильных рабочих станциях</p> <p>в) сложные операции как твердотельной, так и поверхностной геометрии, моделировать применение к сборным узлам из многих деталей</p>	
15.	<p>САМ-, САД-системы среднего уровня позволяют выполнять:.</p> <p>а) сложные операции как твердотельной, так и поверхностной геометрии, моделировать применение к сборным узлам из многих деталей</p> <p>б) только автоматизацию чертежа на низкопрофильных рабочих станциях</p> <p>в) 3D-моделирование</p>	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру

проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание на лабораторную работу представляет собой материал для освоения САПР P-CAD. Каждый студент должен самостоятельно выполнить задание, для получения необходимых навыков использования САПР P-CAD.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

титульный лист;  
введение с краткой характеристикой объекта исследования;  
цель и задачи работы;  
теоретическое обоснование, то есть суть работы, какие компетенции она формирует, пути достижения результата;  
описание лабораторной установки — перечень материалов, реактивов, инструментов, вычислительной техники;  
методика проведения занятия. В этой части отмечают форму проведения занятия, последовательность выполнения работы, что предстоит измерить, а также правила взаимодействия студентов;  
требования к отчету о работе;  
техника безопасности при выполнении работы;  
контрольные вопросы;  
список рекомендуемой литературы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

В отчете должны быть представлены основные материалы, демонстрирующие процесс выполнения лабораторной работы, каждый студент должен объяснить процесс выполнения лабораторной работы.

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости проводится во время проведения лабораторной работы. На лекциях представляется основной материал курса, во время проведения самостоятельной работы студенты должны изучить вспомогательные материалы по курсу

лекций. При проведении лабораторной работы проводится опрос каждого студента по материалам курса, которые необходимы для выполнения лабораторной работы.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».



Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой