

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Воткинский филиал  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»  
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Давыдов И.А.

27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы автоматизированного проектирования и САМ – технологии ракет  
(наименование – полностью)

специальность 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»  
(шифр, наименование – полностью)

специализация «Ракетно-космические композитные конструкции»  
(наименование – полностью)

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная или заочная)

общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетных единицы

Кафедра: «Ракетостроение»

полное наименование кафедры, представляющей рабочую программу

Составитель: Уразбахтина Анжелика Юрьевна, к.т.н., доцент

Ф.И.О.(полностью), степень, звание

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рассмотрена на заседании кафедры «Ракетостроение»

Протокол от 16.04 2023 г. № 8

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»

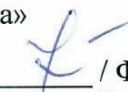
 / Ф. А. Уразбахтин  
16.04 2023 г.

СОГЛАСОВАНО


Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» от 15.04 2023 г. № 2

Председатель учебно-методической комиссии  
по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»  
(шифр и наименование полностью)

 / Ф. А. Уразбахтин  
15.04 2023 г.

Руководитель образовательной программы

 / Ф. А. Уразбахтин  
15.04 2023 г.

Аннотация к дисциплине

<b>Название дисциплины</b>	<b>Системы автоматизированного проектирования и САМ - технологии ракет</b>
<b>Направление (специальность) подготовки</b>	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
<b>Направленность (профиль/программа/специализация)</b>	Ракетно-космические композитные конструкции
<b>Место дисциплины</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) по выбору 3
<b>Трудоемкость (з.е. / часы)</b>	3 з.е. / 108 часов
<b>Цель изучения дисциплины</b>	Целью освоения дисциплины является: научить обучающихся осознанной работе с современными САПР на основе фундаментальных понятий: системного подхода при разработке интеллектуальных САПР ЛА, перспективных информационных технологий в этой области, методов оптимизации и автоматизированного проектирования ТП изготовления или сборки приборов, систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс.
<b>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины</b>	ПК-2. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику (комплексы ракет-носителей, ракеты космического назначения, ракеты-носители, ракетные блоки и их составные части). ПК-3. Испытания и эксплуатация систем и агрегатов ракетной техники.
<b>Содержание дисциплины (основные разделы и темы)</b>	Общие сведения о машиностроительных САПР. Технологии создания и использования САПР ЛА. САПР технологических процессов деталей ЛА. САПР ТП сборки ЛА. Подготовка и оформление специальной документации. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику с помощью САПР ЛА или их подсистем. Информационные методы и модели. Критерии оценки проектных решений. Компьютерное моделирование с помощью пакетов прикладных программ. САМ – технологии. САПР и их элементы, используемые при испытаниях и эксплуатации систем и агрегатов ракетной техники. Перспективы развития и использования САПР.
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Зачет

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** освоения дисциплины является: научить обучающихся осознанной работе с современными САПР на основе фундаментальных понятий: системного подхода при разработке интеллектуальных САПР ЛА, перспективных информационных технологий в этой области, методов оптимизации и автоматизированного проектирования ТП изготовления или сборки приборов, систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс.

### Задачи дисциплины:

- получить навыки разработки проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику с помощью САПР;
- получить навыки разработки документации на изготовление деталей ракетной техники с помощью САМ - систем;
- получить знания о современных САПР (CAD/CAM/CAE/PDM);

## 2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы **Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины**

№ п/п З	Знать
1.	конструкции изделия ракетной техники (в том числе, ракетные двигатели), а также современные средства автоматизации проектирования ракетной техники
2.	системы и методы проектирования ракетной техники
3.	методики проведения технических расчетов при конструировании и составных частей ракетной техники
4.	конструкторская документация на испытания ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, основы теории надежности, а также проектирования, конструирования, производства и испытаний ракетной техники
5.	системы и методы проектирования и испытаний ракетной техники, а также методы проведения технических расчетов при конструировании экспериментальных установок
6.	методики проведения испытаний ракетной техники, а также основы теории надежности

### Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п У	Уметь
1.	читать проектную и конструкторскую документацию, составлять технические предложения на вновь разрабатываемую ракетную технику и ее составные части, системы и агрегаты
2.	обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, использовать их при проектировании двигателей, узлов и агрегатов ракетной техники, ее составных блоков и систем
3.	применять специальные методики технических расчетов характеристик и параметров конструкции ракетной техники
4.	получать данные с контрольно-измерительных приборов, интерпретировать полученные данные, обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований для моделирования физических процессов
5.	готовить предложения по улучшению работоспособности и надежности испытываемой ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также документацию, программы, методики для проведения испытаний
6.	применять знания естественно-научного и математического цикла, практический опыт при проведении испытаний ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также специальные методики расчетов при проектировании экспериментальных установок

### Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Владеть
-------	---------

1.	подготовки проектов технических предложений, сбора и анализа информации для подготовки эскизных, технических проектов на составные части, системы и агрегаты ракетной техники, технических заданий, конструкторской документации для производства ракетной техники, а также порядка согласования конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники в организации
2.	разработки графических чертежей, общих компоновок ракетной техники и ее составных блоков и систем, а также формирования и выпуска конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники
3.	проведения технических расчетов по ракетной технике и ее составным частям, определения массо-центровочных и инерционных характеристик ракет, а также модельных (оценочных) аэродинамических, гидравлических, тепловых расчетов, расчетов нагружения, прочности и жесткости элементов конструкции ракетной техники
4.	разработки конструкторской и эксплуатационной документации на экспериментальные установки, формирования схем, общих компоновок экспериментальных установок, определения номенклатуры средств и оборудования для проведения испытаний
5.	отработки программ испытаний и надежности систем и агрегатов на макетах ракетной техники, разработки методик анализа результатов испытаний
6.	корректировки инструкций по результатам испытаний ракетной техники и по эксплуатации по результатам их наземных испытаний

### Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Компетенции	Индексы компетенций	Знания	Умения	Навыки	
ПК-2. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику (комплексы ракет-носителей, ракеты космического назначения, ракеты-носители, ракетные блоки и их составные	ПК-2.1 конструкции изделия ракетной техники, а также современные средства автоматизации проектирования ракетной техники	31			
	ПК-2.1 системы и методы проектирования ракетной техники	32			
	ПК-2.1 методики проведения технических расчетов при конструировании и составных частей ракетной техники	33			
	ПК-2.2 читать проектную и конструкторскую документацию, составлять технические предложения на вновь разрабатываемую ракетную технику и ее составные части, системы и агрегаты			У1	
	ПК-2.2 обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, использовать их при проектировании двигателей, узлов и агрегатов ракетной техники, ее составных блоков и систем			У2	
	ПК-2.2 применять специальные методики технических расчетов характеристик и параметров конструкции ракетной техники			У3	
	ПК-2.3 подготовки проектов технических предложений, сбора и анализа информации для подготовки эскизных, технических проектов на составные части, системы и агрегаты ракетной техники, технических заданий, конструкторской документации для производства ракетной техники, а также порядка согласования конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники				Н1
	ПК-2.3 разработки графических чертежей, общих компоновок ракетной техники и ее составных блоков и систем, а также формирования и выпуска конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники				Н2
	ПК-2.3 проведения технических расчетов по ракетной технике и ее составным частям, определения массо-центровочных и инерционных характеристик ракет, а также модельных аэродинамических, гидравлических, тепловых расчетов, расчетов нагружения, прочности и жесткости элементов конструкции ракетной техники				Н3

Компетенции	Индексы компетенций	Знания	Умения	Навыки	
ПК-3. Испытания и эксплуатация систем и агрегатов ракетной техники.	ПК-3.1 конструкторская документация на испытания ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, основы теории надежности, а также проектирования, конструирования, производства и испытаний ракетной техники	34			
	ПК-3.1 системы и методы проектирования и испытаний ракетной техники, а также методы проведения технических расчетов при конструировании экспериментальных установок	35			
	ПК-3.1 методики проведения испытаний ракетной техники, а также основы теории надежности	36			
	ПК-3.2 получать данные с контрольно-измерительных приборов, интерпретировать полученные данные, обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований для моделирования физических процессов			У4	
	ПК-3.2 готовить предложения по улучшению работоспособности и надежности испытываемой ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также документацию, программы, методики для проведения испытаний			У5	
	ПК-3.2 применять знания естественно-научного и математического цикла, практический опыт при проведении испытаний ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также специальные методики расчетов при проектировании экспериментальных установок			У6	
	ПК-3.3 разработки конструкторской и эксплуатационной документации на экспериментальные установки, формирования схем, общих компоновок экспериментальных установок, определения номенклатуры средств и оборудования для проведения испытаний				Н4
	ПК-3.3 отработки программ испытаний и надежности систем и агрегатов на макетах ракетной техники, разработки методик анализа результатов испытаний				Н5
	ПК-3.3 корректировки инструкций по результатам испытаний ракетной техники и по эксплуатации по результатам их наземных испытаний				Н6

### 3. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к Части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) по выбору 3.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин (модулей): Компьютерная графика. Работа в среде КОМПАС. Информационные технологии. Информатика. Твердотельное компьютерное 3D-моделирование. Основы устройства ракет.

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): Испытания узлов и агрегатов ракетной техники. Производство ракет. Автоматизированная технологическая подготовка производства деталей и узлов ракеты. ВКР.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1. Структура дисциплин

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					СРС	Содержание самостоятельной работы
				контактная						
				лек	пр	лаб	КЧА			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	
1.	Общие сведения о машиностроительных САПР.		7	2	-	-	-	6	[1]; [3] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
2.	Технологии создания и использования САПР ЛА.		7	2	-	2	-	8	[1]; [4] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
3.	САПР технологических процессов деталей ЛА.		7	2	-	2	-	8	[1]; [6] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
4.	САПР ТП сборки ЛА.		7	2	-	2	-	8	[1]; [2] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
5.	Подготовка и оформление специальной документации. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику с помощью САПР ЛА или их подсистем.		7	-	-	2	-	8	[1]; [5] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
6.	Информационные методы и модели.		7	2	-	2	-	8	[1]; [5] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
7.	Критерии оценки проектных решений.		7	2	-	2	-	8	[1]; [7] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
8.	Компьютерное моделирование с помощью пакетов прикладных программ. САМ – технологии.		7	-	-	2	-	4	[1]; [7] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
9.	САПР и их элементы, используемые при испытаниях и эксплуатации систем и		7	2	-	2	-	12	[1]; [7] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам.	

10	Перспективы развития и использования		7	2	-	-	-	4	[1]; [7] Подготовка к защита
11	Зачет		7	-	-	-	0,3	1,7	Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
<b>Всего 7 семестр</b>		<b>108</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>0,3</b>	<b>75,7</b>	

#### 4.2. Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компетенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма текущего контроля
1	Общие сведения о машиностроительных	ПК-2. ПК-3.	33; 35	У1	-	Конспект лекций.
2	Технологии создания и использования САПР ЛА.	ПК-2. ПК-3.	32; 35	У1; У2	Н1	Конспект лекций. Отчет по СР
3	САПР технологических процессов деталей ЛА.	ПК-2. ПК-3.	32; 35	У4; У6	Н1	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о
4	САПР ТП сборки ЛА.	ПК-2. ПК-3.	32	У4; У6	Н1; Н2	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о
5	Подготовка и оформление специальной документации. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную	ПК-2. ПК-3.	31; 35	У4; У6	Н2; Н4	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о выполнении лабораторной
6	Информационные методы и модели.	ПК-2. ПК-3.	32; 35	У3	Н3	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о
7	Критерии оценки проектных решений.	ПК-2. ПК-3.	32; 35	У3	Н3; Н2	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о выполнении
8	Компьютерное моделирование с помощью пакетов прикладных	ПК-2. ПК-3.	32	У3	Н2; Н3	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о
9	САПР и их элементы, используемые при испытаниях и эксплуатации систем и агрегатов ракетной	ПК-2. ПК-3.	32; 36	У4; У6 У5	Н1 ; Н3 Н4; Н6	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о выполнении
10	Перспективы развития и использования САПР.	ПК-2. ПК-3.	33; 35	-	Н5	Конспект лекций. Отчет по

#### 4.3. Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудоемкость (час)
1.	1.	Общие сведения о машиностроительных САПР.	2
2	2	Технологии создания и использования САПР ЛА.	2
3	3	САПР технологических процессов деталей ЛА.	2
4.	4.	САПР ТП сборки ЛА.	2
5.	5.	Подготовка и оформление специальной документации. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику с помощью САПР ЛА или их подсистем.	-
6.	6.	Информационные методы и модели.	2
7.	7.	Критерии оценки проектных решений.	2



8.	8.	Компьютерное моделирование с помощью пакетов прикладных программ. САМ – технологии.	-
9.	9.	САПР и их элементы, используемые при испытаниях и эксплуатации систем и агрегатов ракетной техники.	2
10.	10.	Перспективы развития и использования САПР.	2
<b>Всего 7 семестр</b>			<b>16</b>

**4.4. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах**  
*Практических работ учебным планом не предусмотрено*

**4.5. Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоем - кость (час)
1.	1.	Общие сведения о машиностроительных САПР.	-
2.	2.	Технологии создания и использования САПР ЛА.	2
3.	3.	САПР технологических процессов деталей ЛА.	2
4.	4.	САПР ТП сборки ЛА.	2
5.	5.	Подготовка и оформление специальной документации. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику с помощью САПР ЛА или их подсистем.	2
6.	6.	Информационные методы и модели.	2
7.	7.	Критерии оценки проектных решений.	2
8.	8.	Компьютерное моделирование с помощью пакетов прикладных программ. САМ – технологии.	2
9.	9.	САПР и их элементы, используемые при испытаниях и эксплуатации систем и агрегатов ракетной техники.	2
10.	10.	Перспективы развития и использования САПР.	<b>16</b>

**5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.**

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

– защиты отчетов о выполнении лабораторных работ на темы:

- Проектирование ТП деталей ракет диалоговом режиме на базе типовых технологических решений
- Разработка модуля САПР ТП деталей ракет на базе групповых ТП
- Методы оптимизации технологических маршрутов, операций и переходов сборки узлов и агрегатов ракет
- Методы автоматизированного проектирования приспособлений (оснастки) сборки
- Техничко-экономический анализ (ТЭА) САПР-решений

– защиты отчетов о выполнении самостоятельных работ.

Примечание: Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет.

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

#### **а) основная литература**

1. Белов П. С. САПР технологических процессов: учебное пособие/ П. С. Белов, О. Г. Драгина. — Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2020.— 154 с.— ISBN 978-5-4497-0371-2.— Текст: электронный// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].— URL: <https://www.iprbookshop.ru/89236.html> (дата обращения: 10.06.2021).— Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/89236>

2. Головицына М. В. Интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов: учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 248 с. — ISBN 978-5-4497-0879-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102013.html> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Головицына М. В. Основы САПР: учебное пособие/ М. В. Головицына.— 3-е изд.— Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Современные проблемы управления и автоматизации в машиностроении. В 4 частях. Ч.1: учебное пособие/ А. А. Игнатъев, М. Ю. Захарченко, В. А. Добряков, С. А. Игнатъев. — Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2019. — 112 с. — ISBN 978-5-7433-3399-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99269.html> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/99269>

5. Основы САПР: учебное пособие / И. В. Крысова, М. Н. Одинец, Т. М. Мясоедова, Д. С. Корчагин.— Омск: Омский государственный технический университет, 2017.— 92 с.— ISBN 978-5-8149-2423-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78451.html> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Базы данных материалов для САПР в машиностроении: учебное пособие/ В. В. Елисеев, Л. В. Хливненко, А. М. Гольцев [и др.].— Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018.— 95 с.— ISBN 978-5-7731-0710-1.— Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].— URL: <https://www.iprbookshop.ru/93249.html> (дата обращения: 10.06.2021).— Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### **б) дополнительная литература**

7. Периодическое издание журнал «САПР и графика»].— URL: <https://sapr.ru/list> (дата обращения: 10.06.2021).— Режим доступа: свободный

8. Лисяк В. В. Разработка САПР электронной аппаратуры: учебное пособие/ В. В. Лисяк. — Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. — 93 с. — ISBN 978-5-9275-2518-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87488.html> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9. Ушаков Д. М. Введение в математические основы САПР : курс лекций / Д. М. Ушаков. — 2-е изд. — Саратов: Профобразование, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-4488-0098-6.— Текст: электронный// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87987.html> (дата обращения: 10.06.2021).— Режим доступа: для авторизир. пользователей

10. Головицына М. В. Интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов: учебное пособие для СПО / М. В. Головицына. — Саратов : Профобразование, 2021. — 248 с. — ISBN 978-5-4488-0997-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102190.html> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### **в) методические указания**

11. Семенов А. Д. Лабораторный практикум по дисциплине САПР технологических процессов: учебное пособие/ А. Д. Семенов.— Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал)

Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2015.— 271 с.— Текст: электронный// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].— URL: <https://www.iprbookshop.ru/47402.html> (дата обращения: 10.06.2021).— Режим доступа: для авторизир. пользователей

**г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет**

- Библиотечная система ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т.Калашникова [http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
- ЭБС IPRbooks - учебники и учебные пособия, монографии, производственно-практические, справочные издания, деловая литература. Ежемесячное пополнение новыми электронными изданиями, периодикой <https://www.iprbookshop.ru/>
- Библиографическая БД <https://elibrary.ru/>
- Платформа SpringerLink SpringerNature <https://rd.springer.com/> и <http://materials.springer.com/>
- База данных zbMath <https://zbmath.org/>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/>

**д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- Microsoft Office (лицензионное ПО)
- САПР ТП Вертикаль (лицензионное ПО)
- САМ СПРУТ (лицензионное ПО)
- SMathStudio (свободно распространяемое ПО)
- Онлайн - трансляторы алгоритмических языков программирования
- Онлайн – калькуляторы различных типов

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

**1. Лекционные занятия**

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации для большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**2. Лабораторные работы**

Учебные аудитории (ауд. № 219 и 205, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1) для практических занятий укомплектована специализированной мебелью и компьютерными средствами обучения (ПК) с доступом к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

**3. Самостоятельная работа**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (ауд. № 224, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1).

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Воткинский филиал  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»  
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

## Оценочные средства

по дисциплине

Системы автоматизированного проектирования и САМ - технологии ракет  
(наименование – полностью)

специальность 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»  
(шифр, наименование – полностью)

специализация «Ракетно-космические композитные конструкции»  
(наименование – полностью)

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная или заочная)

общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетных единицы

## 1. Оценочные средства

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины.

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций представлены ниже.

### Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Коды компетенции и индикаторов	Результат обучения (знания, умения и навыки)	Формы текущего и промежуточного контроля
ПК-2. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику (комплексы ракет-носителей, ракеты космического назначения, ракеты-носители, ракетные блоки и их составные	ПК-2.1 конструкции изделия ракетной техники, а также современные средства автоматизации проектирования ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
	ПК-2.1 системы и методы проектирования ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
	ПК-2.1 методики проведения технических расчетов при конструировании и составных частей ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
	ПК-2.2 читать проектную и конструкторскую документацию, составлять технические предложения на вновь разрабатываемую ракетную технику и ее составные части, системы и агрегаты	Защита отчетов. Зачет
	ПК-2.2 обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, использовать их при проектировании двигателей, узлов и агрегатов ракетной техники, ее составных блоков и систем	Защита отчетов. Зачет
	ПК-2.2 применять специальные методики технических расчетов характеристик и параметров конструкции ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
	ПК-2.3 подготовки проектов технических предложений, сбора и анализа информации для подготовки эскизных, технических проектов на составные части, системы и агрегаты ракетной техники, технических заданий, конструкторской документации для производства ракетной техники, а также порядка согласования конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
	ПК-2.3 разработки графических чертежей, общих компоновок ракетной техники и ее составных блоков и систем, а также формирования и выпуска конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
	ПК-2.3 проведения технических расчетов по ракетной технике и ее составным частям, определения массо-центровочных и инерционных характеристик ракет, а также модельных аэродинамических, гидравлических, тепловых расчетов, расчетов нагружения, прочности и жесткости элементов конструкции ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
ПК-3. Испытания и эксплуатация систем и агрегатов ракетной техники.	ПК-3.1 конструкторская документация на испытания ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, основы теории надежности, а также проектирования, конструирования, производства и испытаний ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
	ПК-3.1 системы и методы проектирования и испытаний ракетной техники, а также методы проведения технических расчетов при конструировании экспериментальных установок	Защита отчетов. Зачет
	ПК-3.1 методики проведения испытаний ракетной техники, а также основы теории надежности	Защита отчетов. Зачет
	ПК-3.2 получать данные с контрольно-измерительных приборов, интерпретировать полученные данные, обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований для моделирования физических процессов	Защита отчетов. Зачет

ПК-3.2 готовить предложения по улучшению работоспособности и надежности испытываемой ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также документацию, программы, методики для проведения испытаний	Защита отчетов. Зачет
ПК-3.2 применять знания естественно-научного и математического цикла, практический опыт при проведении испытаний ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также специальные методики расчетов при проектировании экспериментальных установок	Защита отчетов. Зачет
ПК-3.3 разработки конструкторской и эксплуатационной документации на экспериментальные установки, формирования схем, общих компоновок экспериментальных установок, определения номенклатуры средств и оборудования для проведения испытаний	Защита отчетов. Зачет
ПК-3.3 отработки программ испытаний и надежности систем и агрегатов на макетах ракетной техники, разработки методик анализа результатов испытаний	Защита отчетов. Зачет
ПК-3.3 корректировки инструкций по результатам испытаний ракетной техники и по эксплуатации по результатам их наземных испытаний	Защита отчетов. Зачет

*Описание элементов для оценивания формирования компетенций*

**Наименование:** зачет

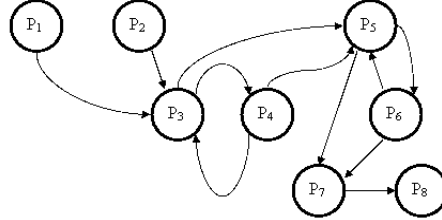
**Перечень вопросов для проведения зачета:**

1. Российский рынок САПР (обзор). Перспективы развития САПР ЛА.
2. Проблемы выбора (проектирования) и внедрения САПР ЛА на предприятии.
3. Классификация САПР по назначению, по возможностям, по составу, качеству применяемых средств автоматизации.
4. Структура, состав и подсистемы САПР ЛА.
5. Методическое, организационное обеспечение.
6. Математическое обеспечение.
7. Типовые проектные процедуры. Задачи синтеза и анализа.
8. Математические методы, модели и критерии оптимальности.
9. Алгоритмы и спецификации.
10. Техническое обеспечение и технические средства САПР.
11. Автоматизированные рабочие места (АРМ) конструкторов.
12. Лингвистическое обеспечение. Языки проектирования, диалога и программирования.
13. Пользовательский интерфейс САПР ЛА.
14. Информационное обеспечение. БД, библиотеки и базы знаний.
15. Минимальный состав БД САПР ЛА.
16. СУБД и системы сопровождения проектных данных PDM.
17. Способы автоматизации проектирования ТП деталей ЛА.
18. Автоматическая генерация технологии изготовления на любую деталь ЛА.
19. Типовые технологические решения (ТТР). Технико-экономический анализ.
20. Автоматизированное проектирование типового ТП сборки ЛА.
21. Кодирование.
22. Определение последовательности сборки, формирование рабочих мест сборки, формирование вспомогательных средств, калькуляция затрат.
23. Математическая модель (ММ) оптимизации.
24. Критерии оптимальности для назначения рационального режима сборки.
25. Методика компьютерного моделирования.
26. САПР ЛА и их место среди других автоматизированных систем (АС).
27. Автоматизированные системы конструкторско-технологической подготовки производства.
28. САМ - системы.
29. Автоматизированное проектирование инструмента и оснастки.
30. Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ).

- 31. Искусственный интеллект в САПР.
- 32. Экспертные системы (ЭС) в САПР ЛА.
- 33. Системы поддержки принятия решений.
- 34. Методы оценки производительности, себестоимости и надежности САПР.

**Примеры практических заданий (задач) для проведения зачета:**

35. Преобразовать граф, отображающий расцеховку при изготовлении изделия в форму, пригодную для хранения, обработки и использования с помощью компьютера:



На рис. цеха: P1 – литейный; P2 – кузнечный; P3 – механический; P4 – термический; P5 – механосборочный; P6 - общей сборки; P7 – испытательный; P8– упаковочный.

41. Дано: численность работников проектной организации, выполняющих проектирование - 366 чел.; выработка проектировщика в базовом варианте 420000 руб./год; планируемый рост производительности труда проектировщиков за счет использования оцениваемой САПР 15%; объем проектных работ - 800000 руб.; относительное сокращение продолжительности выполнения запланированного объема работ 10%. Рассчитать общее снижение трудозатрат в проектировании за счет использования внедряемой САПР.

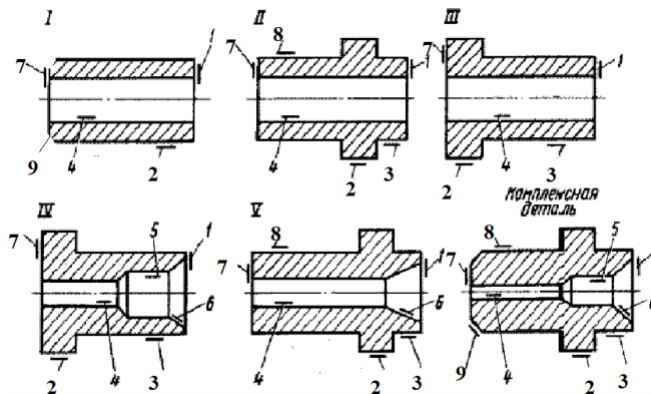
**Пример билета на зачет**

Воткинский филиал  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

**Билет к зачету №**  
по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования и  
САМ- технологии ракет»

Вопрос. Кодирование видов соединений, деталей и сборочных единиц.

Задача. Опишите порядок автоматизации проектирования технологической операции на данную группу деталей:



Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры Ракетостроение «        » 20\_\_г

Протокол №

Зав. кафедрой, д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Ф.А. Уразбахтин

Критерии оценки приведены в разделе 2.

**Наименование:** самостоятельные работы

**Представление в ФОС:** набор вариантов заданий

**Варианты заданий:**

№ раздела дисциплин	Наименование лекций	Варианты (один вариант темы из раздела на обучающегося) тем Назначает преподаватель
1	2	3
1.	Общие сведения о машиностроительных САПР.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Российский рынок САПР (обзор).</li> <li>2. Проблемы выбора (проектирования) и внедрения САПР на предприятии.</li> <li>3. Типовые проектные процедуры: синтеза и анализа.</li> <li>4. Автоматизированные рабочие места (АРМ).</li> <li>5. Обзор и сравнительный анализ современных технологических САПР.</li> <li>6. Типовые технологические решения (ТТР) для САПР ТП.</li> </ol>
2.	Технологии создания и использования САПР ЛА.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор и сравнительный анализ современных технологических САПР.</li> <li>2. Классификация САПР по назначению, по возможностям, по составу, качеству применяемых средств автоматизации.</li> <li>3. CALS – технологии.</li> <li>4. CAD, CAM, CAE, PDM, CAPP, CNC и другие технологии виртуального предприятия.</li> <li>5. Новые технологии при создании САПР.</li> <li>6. Описание обеспечивающих подсистем САПР.</li> <li>7. Описание функциональных подсистем САПР ТП на основе типизации ТП, группирования.</li> </ol>
3.	САПР технологических процессов деталей ЛА.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. САПР ТП и их место среди других автоматизированных систем (АС).</li> <li>2. Автоматизированные системы технологической подготовки производства (АС ТПП). АСУ ТП.</li> <li>3. Системы проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ.</li> <li>4. Стадии разработки САПР ТП.</li> <li>5. Овладение навыками работы в учебных и демо-версиях САПР ТП.</li> <li>6. Стадии разработки САПР ТП. Описание подсистем САПР ТП.</li> </ol>
4.	САПР ТП сборки ЛА.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описание подсистем САПР ТП.</li> <li>2. Структура, состав и подсистемы САПР.</li> <li>3. Методическое, организационное обеспечение.</li> <li>4. Математическое обеспечение.</li> <li>5. Математические методы, модели и критерии оптимальности.</li> <li>6. Техническое обеспечение и технические средства САПР и информационных сетей.</li> <li>7. Программное обеспечение (ПО) САПР: системное, прикладное и системные среды.</li> </ol>
5.	Подготовка и оформление специальной документации. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику с помощью САПР ЛА или их подсистем.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Информационное обеспечение. БД, библиотеки, БЗ.</li> <li>2. Минимальный состав БД САПР ТП.</li> <li>3. СУБД и системы сопровождения PDM.</li> <li>4. Лингвистическое обеспечение. Языки проектирования, диалога и программирования.</li> <li>5. Пользовательский интерфейс в САПР.</li> <li>6. Метод автоматизированного проектирования техпроцессов с помощью логических матриц (таблиц решения).</li> </ol>
1	2	3



6.	Информационные методы и модели.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проектирование ТП в диалоговом режиме с некоторой степенью автоматизации отдельных шагов.</li> <li>2. Описание функциональных подсистем САПР ТП на основе типизации ТП, группирования.</li> <li>3. Метод проектирования техпроцессов с помощью топологических графов.</li> <li>4. Метод автоматизированного проектирования техпроцессов с помощью логических матриц/таблиц.</li> <li>5. Выбор схемы обработки на технологическом переходе, выполняемом на станке с ЧПУ.</li> </ol>
7.	Критерии оценки проектных решений.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы автоматизированного проектирования режущего инструмента.</li> <li>2. Методы автоматизированного проектирования приспособлений (оснастки).</li> <li>3. Способы автоматизации проектирования ТП.</li> <li>4. Автоматическая генерация технологии изготовления на любую деталь.</li> <li>5. Автоматизированное проектирование ТП сборки.</li> <li>6. Кодирование видов соединений, технологических переходов ТП сборки, деталей и сборочных единиц.</li> <li>7. Примеры САПР ТП сборки.</li> </ol>
8.	Компьютерное моделирование с помощью пакетов прикладных программ. САМ – технологии.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общий алгоритм для расчета режимов резания и технического нормирования.</li> <li>2. Математическая модель (ММ) оптимизации режимов резания.</li> <li>3. Автоматизированное проектирование инструмента и оснастки.</li> <li>4. Критерии оптимальности для назначения рационального режима обработки.</li> <li>5. Теория систем массового обслуживания (СМО) в машиностроении.</li> <li>6. Порядок разработки проектирующих подсистем САПР ТП.</li> </ol>
9.	САПР и их элементы, используемые при испытаниях и эксплуатации систем и агрегатов ракетной техники.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы оценки производительности, себестоимости и надежности САПР.</li> <li>2. Критерии оптимальности для назначения рационального режима обработки.</li> <li>3. Методы автоматизированного проектирования режущего инструмента.</li> <li>4. Обзор современных методов описания процесса проектирования.</li> <li>5. Технико-экономический анализ (ТЭА) типовых технологических решений в САПР ТП</li> </ol>
10.	Перспективы развития и использования САПР.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ).</li> <li>2. Искусственный интеллект в САПР.</li> <li>3. Экспертные системы (ЭС) в САПР.</li> <li>4. Системы поддержки принятия решений.</li> <li>5. Методы автоматизированного проектирования приспособлений (оснастки).</li> <li>6. Генетические алгоритмы в машиностроении.</li> <li>7. Метод проектирования техпроцессов с помощью топологических графов.</li> <li>8. Новые технологии при создании САПР.</li> <li>9. Обзор современных методов описания процесса проектирования.</li> <li>10. Генетические алгоритмы.</li> <li>11. Теория систем массового обслуживания (СМО).</li> <li>12. Перспективы развития САПР.</li> <li>13. Особенности и возможности сопряжения имитационных моделей машиностроительного производства с внешней средой.</li> <li>14. Проектирование ТП в диалоговом режиме с некоторой степенью автоматизации отдельных шагов.</li> </ol>

## 2. Критерии и шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Разделы дисциплины	Форма контроля	Количество баллов	
		min	max
1	Конспект лекций.	3	5
2	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	3	5
3	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	6	10
4	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	6	10
5	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	6	10
6	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	6	10
7	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	6	10
8	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	6	10
9	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	6	10
10	Конспект лекций. Ответы на вопросы.	6	10
	Зачет	0	10
	<b>Итого 7 семестр</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
Конспект лекций. Защита отчетов по СР и лабораторным работам. Ответы на вопросы	<p>Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом.</p> <p>Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p> <p>На защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов.</p> <p>Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Правильно решено не менее 50% заданий.</p>

Промежуточная аттестация по дисциплине во **7 семестре** проводится в форме зачета.

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

<i>Оценка</i>	<i>Набрано баллов</i>
«зачтено»	64-100
«не зачтено»	0-63

Если сумма набранных баллов менее 53 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Если сумма баллов составляет от 54 до 63 баллов, обучающийся допускается до зачета.

Билет к зачету включает 1 теоретический вопрос и 1 практическое задание (задача).

Промежуточная аттестация проводится в компьютерном зале.

Время на подготовку: 60 минут.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкала оценки.

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
«зачтено»	Обучающийся демонстрирует знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, умеет применять его при выполнении конкретных заданий, предусмотренных программой дисциплины, т.е. обучающийся добрал на зачете кол-во баллов так, что их общее кол-во за семестр стало не менее 64.
«не зачтено»	Обучающийся демонстрирует значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение, т.е. обучающийся не смог добрать на зачете кол-во баллов так, чтобы их общее кол-во за семестр стало более 63.