

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

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы автоматизированного проектирования и конструирования технологических  
процессов в приборостроении и мехатронике»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	01.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная математика и информатика
Наименование направленности/ специализации	Математическое и компьютерное моделирование
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н., доцент

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

Д.Ю. Ершов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«08» декабря 2025 г, протокол № 05

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н., доц.

(уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования и конструирования технологических процессов в приборостроении и мехатронике» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/специальности 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» направленности/специализации «Математическое и компьютерное моделирование». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен разрабатывать математические и компьютерные модели, позволяющие исследовать свойства и прогнозировать состояние объектов профессиональной деятельности»

ПК-5 «Способен разрабатывать и применять компьютерное программное обеспечение для решения задач моделирования в профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с освоением научных знаний, методов, инструментов и практик, связанных с автоматизацией процессов проектирования, конструирования и технологической подготовки производства приборов, мехатронных систем и их компонентов с применением современных информационно-компьютерных технологий.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета (3 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

формирование у обучающихся теоретических знаний и практических компетенций в области проектирования технологических процессов изготовления деталей и сборочных единиц приборов и мехатронных систем с использованием современных систем автоматизированного проектирования (САПР).

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
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен разрабатывать математические и компьютерные модели, позволяющие исследовать свойства и прогнозировать состояние объектов профессиональной деятельности	ПК-2.У.1 уметь выбирать математический аппарат и компьютерные технологии для разработки информационных, объектных, документных моделей организаций и предприятий ПК-2.В.1 владеть приемами постановки и решения задач моделирования объектов и процессов, навыками анализа и интерпретации результатов моделирования
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен разрабатывать и применять компьютерное программное обеспечение для решения задач моделирования в профессиональной деятельности	ПК-5.3.1 знать инструментальные средства и методологии разработки программного обеспечения для моделирования объектов и процессов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математические методы и модели в научных исследованиях»,
- «Цифровое проектирование и моделирование в научных исследованиях»,

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

- «Математические методы в задачах анализа и синтеза сложных систем»,
- «Моделирование нелинейных динамических систем»,

## 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
		№3
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, 3Е/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	74	74
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет,	Зачет,

#### 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) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Введение. Основы автоматизации проектирования в приборостроении Тема 1.1. Предмет, цели и задачи дисциплины Тема 1.2. Классификация САПР: CAD, CAE, CAM, CAPP, PDM/PLM	2		2		14
Раздел 2. Геометрическое моделирование деталей и сборок в CAD-системах Тема 2.1. Типы геометрических моделей: каркасные, поверхностные, твердотельные, гибридные Тема 2.2. Методы 3D-моделирования: выдавливание, вращение, кинематика, сечение по лофтингу Тема 2.3. Работа со сборками: иерархия компонентов, сопряжения, проверка коллизий Тема 2.4. Особенности моделирования прецизионных деталей приборов	4		4		16

Раздел 3. Параметрическое и ассоциативное проектирование Тема 3.1. Принципы параметризации: переменные, уравнения, таблицы параметров Тема 3.2. Проектирование семейств деталей: конфигурации, табличные модели Тема 3.3. Использование библиотек стандартных изделий и типовых элементов	3		3		14
Раздел 4. Автоматизированное проектирование технологических процессов (САПР ТП) Тема 4.1. Классификация и структура САПР технологических процессов (САПР ТП, CAPP-системы) Тема 4.2. Автоматизированный расчет: припусков, режимов резания, норм времени, размерных цепей Тема 4.3. Формирование комплекта ТД: маршрутные карты, операционные эскизы, ведомости оснастки Тема 4.4. Особенности ТП для приборостроения: прецизионная обработка, сборка, юстировка, контроль	4		4		16
Раздел 5. Интеграция САПР: САМ, САЕ, PDM-системы в приборостроении Тема 5.1. Основы САМ-систем: генерация управляющих программ для ЧПУ, верификация траекторий Тема 5.2. Инженерный анализ в САЕ: прочность, тепловые режимы, динамика мехатронных узлов Тема 5.3. Управление данными: PDM-системы, версионность, маршруты согласования, электронный архив Тема 5.4. Тренды: облачные САПР, AI-ассистенты, интеграция с IoT и цифровыми производствами	4		4		14
Итого в семестре:	17		17		74
Итого	17	0	17	0	74

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
1	Тема 1.1. Предмет, цели и задачи дисциплины Введение в дисциплину. Понятие автоматизированного проектирования ТП. Место дисциплины в цепочке CAD→CAPP→CAM→CAE→PLM.
1	Тема 1.2. Классификация САПР: CAD, CAE, CAM, CAPP, PDM/PLM Классификация систем по уровню автоматизации (вариационные, генеративные, гибридные) Архитектура современных систем.

	Особенности автоматизации проектирования в приборостроении и мехатронике: миниатюризация, многодоменность, требования к точности. Стандарты ЕСКД/ЕСТД в электронной документации
2	Тема 2.1. Типы геометрических моделей: каркасные, поверхностные, твердотельные, гибридные Методы 3D-моделирования: выдавливание, вращение, кинематика, сечение по лофтингу. Работа со сборками: иерархия компонентов, сопряжения, проверка коллизий. Генерация ассоциативных чертежей: виды, разрезы, выноски, спецификации.
2	Тема 2.2. Методы 3D-моделирования: выдавливание, вращение, кинематика, сечение по лофтингу Базовые операции твердотельного и поверхностного моделирования
2	Тема 2.3. Работа со сборками: иерархия компонентов, сопряжения, проверка коллизий Работа со сборками в САПР. Сопряжения в сборках при наложении геометрических и кинематических связей между деталями. Проверка коллизий как нежелательные пересечения геометрии компонентов на ранних этапах проектирования.
2	Тема 2.4. Особенности моделирования прецизионных деталей приборов Моделирование прецизионных деталей приборов с применением параметрических связей и жестких допусков в САПР. Совместный анализ механических, тепловых и электромагнитных воздействий на ранних этапах проектирования. Методы виртуального прототипирования, многофизического моделирования и автоматизированной проверки собираемости.
3	Тема 3.1. Принципы параметризации: переменные, уравнения, таблицы параметров Введение в параметризацию. Типы и классификация параметров. Переменные и уравнения. Таблицы параметров и конфигурации. Практический разбор и типичные ошибки.
3	Тема 3.2. Проектирование семейств деталей: конфигурации, табличные модели Введение: зачем нужны семейства деталей. Параметризация как основа конфигурирования. Конфигурации в САПР: типы и управление. Табличные модели (Design Table). Заключение и практические рекомендации.
3	Тема 3.3. Использование библиотек стандартных изделий и типовых элементов Введение: зачем нужны библиотеки стандартных изделий. Классификация и архитектура библиотек в САПР. Работа с библиотеками: вставка, настройка, редактирование. Интеграция с документацией и технологическими системами.
4	Тема 4.1. Классификация и структура САПР технологических процессов (САПР ТП, САПР-системы)

	Введение: роль САПР в цифровом производстве. Классификация САПР ТП. Модульная архитектура САПР-систем. Информационные модели и стандарты обмена.
4	Тема 4.2. Автоматизированный расчет: припусков, режимов резания, норм времени, размерных цепей Введение: роль автоматизированных расчетов в проектировании ТП. Автоматизированный расчет припусков. Расчет режимов резания. Автоматическое нормирование времени.
4	Тема 4.3. Формирование комплекта ТД: маршрутные карты, операционные эскизы, ведомости оснастки Введение: нормативная база и состав ТД. Маршрутные карты: структура и автоматизация. Операционные эскизы: генерация и аннотирование. Ведомости оснастки и инструмента.
4	Тема 4.4. Особенности ТП для приборостроения: прецизионная обработка, сборка, юстировка, контроль Введение: специфика приборостроения. Прецизионная механическая обработка. Особенности сборки прецизионных приборов. Юстировка и контроль качества.
5	Тема 5.1. Основы САМ-систем: генерация управляющих программ для ЧПУ, верификация траекторий Введение: роль САМ в цифровом производстве. Архитектура САМ-систем и постпроцессоры. Стратегии генерации траекторий инструмента. Верификация и симуляция УП.
5	Тема 5.2. Инженерный анализ в САЕ: прочность, тепловые режимы, динамика мехатронных узлов Введение в САЕ: место в цифровом контуре и типы анализа. Прочностной анализ конструкций. Тепловые режимы и термомеханическая связь. Динамика мехатронных узлов.
5	Тема 5.3. Управление данными: PDM-системы, версионность, маршруты согласования, электронный архив Введение: проблемы управления инженерными данными. Архитектура и функции PDM-систем. Версионирование и управление изменениями. Маршруты согласования и электронный архив.
5	Тема 5.4. Тренды: облачные САПР, AI-ассистенты, интеграция с IoT и цифровыми производствами Введение: цифровая трансформация инженерной деятельности. Облачные САПР: архитектура, преимущества, ограничения. AI-ассистенты и генеративное проектирование. Интеграция с IoT и цифровыми производствами.

#### 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 3				
1	Знакомство с интерфейсом и базовыми функциями САПР (на примере Компас-3D / SolidWorks / T-FLEX)	2	2	1
2	3D-моделирование корпусных деталей приборов	2	2	2
3	Сборочное моделирование мехатронного узла	2	2	2
4	Параметрическое моделирование типового узла	2	2	3
5	Ассоциативное обновление документации	1	1	3
6	Разработка маршрута механической обработки в САПР ТП	2	2	4
7	Формирование комплекта технологической документации	2	2	4
8	Генерация УП для ЧПУ и симуляция обработки	2	2	5
9	Комплексный проект: от модели к документации	2	2	5
Всего		17	17	

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ 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 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала	24	24

дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)	-	-
Расчетно-графические задания (РГЗ)	20	20
Выполнение реферата (Р)	10	10
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Домашнее задание (ДЗ)	-	-
Контрольные работы заочников (КРЗ)	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	14	14
Всего:	74	74

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

#### 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)
621.31 Обб	Системы автоматизированного проектирования электромеханических устройств : учебное пособие для вузов / И. Н. Орлов, С. И. Маслов. - М. : Энергоатомиздат, 1989. - 297 с. : ил. - Библиогр.:с.292-293. - ISBN 5-283-00527-5	1
004.4 Ф 96	Пакеты прикладных программ : учебное пособие для учреждений СПО / Э. В. Фуфаев, Л. И. Фуфаева. - 7-е изд., испр. - М. : Академия, 2013. - 351 с. : рис. - (Среднее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника). - Библиогр.: с. 348 (19 назв.). - ISBN 978-5-7695-8883-9	25
<a href="https://e.lanbook.com/book/511510">https://e.lanbook.com/book/511510</a>	Копылов, Ю. Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник для СПО / Ю. Р. Копылов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 496 с. — ISBN 978-5-507-51391-8.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/508887">https://e.lanbook.com/book/508887</a>	Мухина, О. В. 2D-моделирование в системе Компас-3D : учебно-методическое пособие для вузов / О. В.	

	Мухина, Т. А. Перевай, Ю. О. Стреляная. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 156 с. — ISBN 978-5-507-53717-4.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/503279">https://e.lanbook.com/book/503279</a>	Каменев, С. В. Основы геометрического моделирования изделий в КОМПАС-3D : учебное пособие / С. В. Каменев, К. В. Марусич. — Оренбург : ОГУ, 2024. — 182 с. — ISBN 978-5-7410-3306-7.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/338642">https://e.lanbook.com/book/338642</a>	Проектирование в Компас-3D: лабораторный практикум : учебное пособие / составитель С. Д. Игнатов. — Омск : СибАДИ, 2023. — 61 с.	

#### 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://www.kompas.ru">www.kompas.ru</a>	Учебная версия (уроки, методические указания, обучающие материалы)

#### 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
	Компас 3D (учебная версия)

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	Аудитория для проведения занятий лекционного типа - оснащена специализированной (учебной) мебелью; техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (в том числе, возможность доступа в ЭИОС ГУАП через точку доступа WiFi); переносным набором демонстрационного оборудования.	А.24-12, ул. Гастелло, д.15
2	Аудитория для проведения занятий лекционного типа - оснащена специализированной (учебной) мебелью; техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (в том числе, возможность доступа в ЭИОС ГУАП через точку доступа WiFi); переносным набором демонстрационного оборудования. ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 13 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi	А.24-12, ул. Гастелло, д.15
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	22-19 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

#### 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
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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	

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий <sup>**</sup> .
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу, излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий <sup>**</sup> .
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий <sup>**</sup> .

Примечание: <sup>\*\*</sup> по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

### 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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1	Дайте определение понятия «система автоматизированного проектирования» (САПР). Какие основные классы САПР вы знаете?	ПК-2.У.1

2	В чем заключается специфика применения САПР в приборостроении и мехатронике по сравнению с общим машиностроением?	ПК-2.В.1
3	Перечислите и охарактеризуйте основные этапы жизненного цикла изделия (ЖЦИ), поддерживаемые современными САПР	ПК-5.3.1
4	Какие нормативные документы (ЕСКД, ЕСТД) регламентируют оформление конструкторской и технологической документации в РФ?	ПК-5.3.1
5	Что такое цифровой двойник изделия? Какую роль он играет в современном приборостроении?	ПК-5.3.1
6	Опишите архитектуру типовой интегрированной САПР. Какие подсистемы она включает?	ПК-2.В.1
7	Какие преимущества дает внедрение САПР на предприятии приборостроительного профиля?	ПК-2.В.1
8	Что понимается под «сквозным проектированием» в контексте CAD/CAE/CAM/PDM-интеграции?	ПК-5.3.1
9	Какие типы геометрических моделей (каркасные, поверхностные, твердотельные) используются в современных CAD-системах? В чем их преимущества и ограничения?	ПК-5.3.1
10	Опишите основные операции твердотельного моделирования: выдавливание, вращение, кинематика, лофтинг. Приведите примеры их применения.	ПК-2.У.1
11	Что такое параметрическая модель? Какие элементы входят в структуру параметрического дерева построения?	ПК-5.3.1
12	Как осуществляется создание и редактирование сборок в CAD-системах? Какие типы сопряжений вы знаете?	ПК-2.У.1
13	Что такое ассоциативная связь между 3D-моделью и чертежом? Почему она важна для конструкторской документации?	ПК-2.В.1
14	Опишите порядок генерации ассоциативного чертежа по 3D-модели. Какие виды и разрезы можно автоматически создать?	ПК-2.У.1
15	Какие особенности имеет моделирование тонкостенных и прецизионных деталей приборов?	ПК-2.В.1
16	Что такое библиотека стандартных изделий в САПР? Как она ускоряет процесс проектирования?	ПК-5.3.1
17	Какие форматы файлов (STEP, IGES, STL, DXF) используются для обмена данными между САПР? В каких случаях применяется каждый из них?	ПК-2.В.1
18	Как в CAD-системах реализуется проверка на коллизии (пересечения) компонентов в сборке?	ПК-2.У.1
19	Что такое параметризация в САПР? Какие типы параметров (геометрические, размерные, пользовательские) вы знаете?	ПК-5.3.1
20	Как создаются и используются уравнения и зависимости между параметрами модели? Приведите пример.	ПК-2.В.1
21	Что такое конфигурации (семейства деталей)? В каких случаях целесообразно их применять?	ПК-5.3.1
22	Опишите механизм ассоциативного обновления документации при изменении исходной 3D-модели.	ПК-2.В.1
23	Какие возможности предоставляют API-интерфейсы и средства макросов в САПР для автоматизации рутинных операций?	ПК-2.В.1
24	Что такое вариационное проектирование? Как оно реализуется в современных САПР?	ПК-5.3.1
25	Как в САПР организуется работа с внешними ссылками и сборками	ПК-2.В.1

	большого объема?	
26	Какие методы используются для управления сложностью параметрических моделей (группировка, подавление компонентов, упрощенные представления)?	ПК-5.3.1
27	Что такое САПР ТП (CAPP-система)? В чем ее отличие от CAD- и CAM-систем?	ПК-5.3.1
28	Опишите классификацию методов автоматизированного синтеза технологических процессов: вариационные, генеративные, комбинированные.	ПК-2.В.1
29	Какие исходные данные необходимы для автоматизированной разработки маршрута механической обработки?	ПК-2.У.1
30	Как в САПР ТП реализуется автоматизированный расчет припусков и режимов резания?	ПК-2.У.1
31	Что такое групповые технологии обработки? Как они применяются в САПР ТП для приборостроения?	ПК-2.В.1
32	Опишите структуру и содержание маршрутной карты, формируемой в САПР ТП.	ПК-2.В.1
33	Какие особенности имеет автоматизированное проектирование процессов сборки и юстировки приборов?	ПК-2.В.1
34	Как в САПР ТП обеспечивается формирование ведомости оснастки и инструментального обеспечения?	ПК-5.3.1
35	Что такое САМ-система? Опишите основные этапы генерации управляющей программы (УП) для станка с ЧПУ.	ПК-5.3.1
36	Какие виды инженерного анализа (прочностной, тепловой, динамический) можно выполнять в САЕ-модулях САПР? Приведите примеры для мехатронных систем.	ПК-2.В.1
37	Что такое PDM-система? Какие функции она выполняет в управлении конструкторско-технологическими данными?	ПК-5.3.1
38	Опишите концепцию PLM (Product Lifecycle Management). Какую роль САПР играют в реализации PLM-подхода?	ПК-2.У.1
39	Что такое верификация управляющей программы? Какие методы визуальной и математической проверки траекторий инструмента вы знаете?	ПК-5.3.1
40	Какие современные тренды (облачные САПР, AI-ассистенты, цифровые двойники) влияют на развитие систем автоматизированного проектирования в приборостроении?	ПК-5.3.1
41	Опишите порядок подготовки 3D-модели для последующей генерации УП в САМ-системе. Какие требования предъявляются к геометрии?	ПК-2.У.1
42	Как в САПР реализуется расчет размерных цепей для обеспечения точности сборки приборов?	ПК-2.В.1
43	Какие методы оптимизации конструктивных решений поддерживаются современными САПР (топологическая оптимизация, многокритериальный анализ)?	ПК-5.3.1
44	Как организовать совместную работу нескольких инженеров над одним проектом в среде PDM-системы?	ПК-2.У.1
45	Опишите особенности моделирования мехатронных систем, включающих механические, электрические и программные компоненты.	ПК-2.В.1

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа Инструкция: Прочитайте текст, выберите один правильный ответ		
1	Что такое САПР? А) Система автоматического управления производством В) Система автоматизированного проектирования, предназначенная для создания и редактирования конструкторской и технологической документации С) Программа для бухгалтерского учёта на предприятии D) Система диагностики оборудования Ключ с правильным ответом: Б	ПК-5.3.1
2	Какой класс САПР предназначен для автоматизированного проектирования технологических процессов? А) CAD В) CAE С) CAPP D) PDM Ключ с правильным ответом: С	ПК-5.3.1
3	Что из перечисленного НЕ является преимуществом внедрения САПР в приборостроении? А) Сокращение сроков проектирования В) Повышение точности документации С) Полная замена инженеров искусственным интеллектом D) Возможность быстрого внесения изменений в проект Ключ с правильным ответом: С	ПК-5.3.1
4	Какой стандарт регламентирует оформление конструкторской документации в РФ? А) ISO 9001 В) ЕСКД С) ГОСТ Р 50779 D) IEC 61508 Ключ с правильным ответом: В	ПК-5.3.1
5	Что такое цифровой двойник изделия? А) Физическая копия прибора для испытаний В) Виртуальная модель, отражающая свойства и поведение реального изделия на всех этапах ЖЦИ С) Резервная копия файла проекта D) Дублирование документации в бумажном и электронном виде Ключ с правильным ответом: В	ПК-5.3.1
6	Какая подсистема САПР отвечает за управление данными и	ПК-5.3.1



	<p>версиями документов?</p> <p>A) CAD</p> <p>B) CAM</p> <p>C) CAE</p> <p>D) PDM</p> <p>Ключ с правильным ответом: D</p>	
7	<p>Что понимается под «сквозным проектированием»?</p> <p>A) Проектирование только корпусных деталей</p> <p>B) Интеграция этапов конструирования, анализа, технологии и производства в едином информационном пространстве</p> <p>C) Использование одного компьютера для всех этапов работы</p> <p>D) Проектирование без использования чертежей</p> <p>Ключ с правильным ответом: B</p>	ПК-5.3.1
8	<p>Какой формат файлов является нейтральным для обмена 3D-моделями между различными САПР?</p> <p>A) DWG</p> <p>B) STEP</p> <p>C) DOCX</p> <p>D) XLS</p> <p>Ключ с правильным ответом: B</p>	ПК-5.3.1
9	<p>Какой тип геометрической модели наиболее полно описывает форму и массу объекта?</p> <p>A) Каркасная</p> <p>B) Поверхностная</p> <p>C) Твёрдотельная</p> <p>D) Растровая</p> <p>Ключ с правильным ответом: C</p>	ПК-5.3.1
10	<p>Какая операция твёрдотельного моделирования создаёт объёмное тело путём перемещения профиля вдоль траектории?</p> <p>A) Выдавливание</p> <p>B) Вращение</p> <p>C) Кинематика</p> <p>D) Зеркальное отражение</p> <p>Ключ с правильным ответом: C</p>	ПК-5.3.1
11	<p>Что такое «дерево построения» в параметрической модели?</p> <p>A) Список файлов проекта</p> <p>B) Иерархическая последовательность операций и зависимостей, определяющих геометрию модели</p> <p>C) Графическое изображение сборки</p> <p>D) Каталог стандартных деталей</p> <p>Ключ с правильным ответом: B</p>	ПК-5.3.1
12	<p>Какой тип сопряжения в сборке обеспечивает совпадение осей двух цилиндрических деталей?</p> <p>A) Совпадение</p> <p>B) Соосность</p> <p>C) Касание</p> <p>D) Параллельность</p> <p>Ключ с правильным ответом: B</p>	ПК-5.3.1
13	<p>Что означает термин «ассоциативность» в контексте CAD-систем?</p> <p>A) Возможность импорта файлов из других программ</p> <p>B) Автоматическое обновление связанных объектов при изменении исходных данных</p>	ПК-5.3.1

	<p>С) Сжатие файлов для экономии места  Д) Шифрование проектной документации  Ключ с правильным ответом: В</p>	
14	<p>Какой вид чертежа НЕ может быть автоматически сгенерирован по 3D-модели?  А) Главный вид  В) Разрез  С) Аксонометрия  Д) Рукописная спецификация от руки  Ключ с правильным ответом: D</p>	ПК-5.3.1
15	<p>Какая особенность характерна для моделирования прецизионных деталей приборов?  А) Использование только 2D-эскизов  В) Учёт допусков, шероховатости и деформаций на этапе проектирования  С) Отказ от параметризации  Д) Исключение сборок из проекта  Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
16	<p>Что такое библиотека стандартных изделий в САПР?  А) Каталог поставщиков комплектующих  В) Набор готовых параметрических моделей типовых деталей (винты, подшипники и т.п.)  С) Архив завершённых проектов  Д) Список сотрудников предприятия  Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
17	<p>Какой формат файлов предпочтителен для передачи модели на 3D-печать?  А) DXF  В) STEP  С) STL  Д) PDF  Ключ с правильным ответом: С</p>	ПК-5.3.1
18	<p>Для чего используется функция проверки на коллизии в сборке?  А) Для расчёта массы изделия  В) Для выявления пересечений и недопустимых контактов компонентов  С) Для генерации управляющей программы  Д) Для создания спецификации  Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
19	<p>Что является основным элементом параметризации модели?  А) Цветовое оформление  В) Переменные и уравнения, связывающие геометрические параметры  С) Текстовые комментарии  Д) Растровые изображения  Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
20	<p>Какое преимущество даёт использование конфигураций (семейств деталей)?  А) Увеличение размера файла  В) Возможность быстрой генерации модификаций детали на основе одной параметрической модели  С) Автоматическая отправка документов по электронной почте</p>	ПК-5.3.1

	<p>D) Исключение необходимости в чертежах</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	
21	<p>Что происходит при изменении размера в параметрической 3D-модели с ассоциативным чертежом?</p> <p>A) Ничего не меняется</p> <p>B) Изменяется только 3D-модель</p> <p>C) Автоматически обновляются связанные виды и размеры на чертеже</p> <p>D) Чертеж удаляется</p> <p>Ключ с правильным ответом: С</p>	ПК-5.3.1
22	<p>Для чего используются макросы в САПР?</p> <p>A) Для увеличения разрешения экрана</p> <p>B) Для автоматизации повторяющихся действий и рутинных операций</p> <p>C) Для защиты файлов паролем</p> <p>D) Для конвертации форматов</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
23	<p>Что такое вариационное проектирование?</p> <p>A) Случайное изменение параметров модели</p> <p>B) Метод поиска оптимального решения путём варьирования параметров в заданных пределах</p> <p>C) Проектирование без использования компьютера</p> <p>D) Копирование чужих проектов</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
24	<p>Как в САПР реализуется управление сложностью больших сборок?</p> <p>A) Удалением части компонентов</p> <p>B) Использованием упрощённых представлений, подавлением компонентов и группировкой</p> <p>C) Печатанием чертежей в уменьшенном масштабе</p> <p>D) Разделением проекта между разными программами</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
25	<p>Что такое внешняя ссылка в контексте сборки САПР?</p> <p>A) Гиперссылка на сайт производителя</p> <p>B) Ссылка на файл компонента, хранящийся отдельно от файла сборки</p> <p>C) Электронная почта конструктора</p> <p>D) Скан паспорта изделия</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
26	<p>Какой инструмент САПР позволяет задать зависимость «диаметр отверстия = диаметр вала + 0,1 мм»?</p> <p>A) Текстовый редактор</p> <p>B) Уравнения и параметры</p> <p>C) Инструмент измерения</p> <p>D) Меню печати</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
27	<p>Что такое САРР-система?</p> <p>A) Система автоматизированного программирования станков</p> <p>B) Система автоматизированного проектирования технологических процессов (Computer-Aided Process Planning)</p> <p>C) Программа для расчёта заработной платы</p> <p>D) Система контроля качества продукции</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1

28	<p>Какой метод синтеза ТП предполагает выбор и адаптацию типового процесса из базы знаний?</p> <p>А) Генеративный  В) Вариационный  С) Случайный  D) Ручной</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
29	<p>Какие исходные данные НЕ требуются для автоматизированной разработки маршрута обработки?</p> <p>А) Чертеж детали  В) Материал заготовки  С) Цветовое оформление изделия  D) Требования к точности и шероховатости</p> <p>Ключ с правильным ответом: С</p>	ПК-5.3.1
30	<p>Что рассчитывается в САПР ТП при автоматизированном назначении режимов резания?</p> <p>А) Стоимость электроэнергии  В) Скорость резания, подача, глубина резания, стойкость инструмента  С) Зарплата оператора станка  D) Время доставки заготовки</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
31	<p>Что такое групповые технологии обработки?</p> <p>А) Обработка деталей группой станков одновременно  В) Классификация деталей по конструктивно-технологическому подобию для разработки типовых процессов  С) Коллективная разработка проекта  D) Одновременное изготовление нескольких изделий</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
32	<p>Что входит в состав маршрутной карты?</p> <p>А) Только чертежи  В) Последовательность операций, оборудование, инструмент, нормы времени  С) Финансовый план производства  D) Список сотрудников цеха</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
33	<p>Какая особенность характерна для автоматизированного проектирования процессов сборки приборов?</p> <p>А) Игнорирование последовательности операций  В) Учёт юстировки, настройки и контроля функциональных параметров  С) Отказ от использования оснастки  D) Исключение человеческого фактора</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
34	<p>Для чего формируется ведомость оснастки в САПР ТП?</p> <p>А) Для расчёта стоимости проекта  В) Для перечня специальных приспособлений, инструмента и средств контроля, необходимых для изготовления изделия  С) Для составления графика отпусков  D) Для оформления патента</p> <p>Ключ с правильным ответом: В</p>	ПК-5.3.1
35	<p>Что такое САМ-система?</p>	ПК-5.3.1

	<p>A) Система автоматизированного управления складом</p> <p>B) Система автоматизированной разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ</p> <p>C) Программа для видеомонтажа</p> <p>D) Система мониторинга оборудования</p> <p>Ключ с правильным ответом: B</p>	
36	<p>Какой вид анализа в CAE-системах позволяет оценить деформации детали под нагрузкой?</p> <p>A) Тепловой анализ</p> <p>B) Прочностной (статический) анализ</p> <p>C) Акустический анализ</p> <p>D) Оптический анализ</p> <p>Ключ с правильным ответом: B</p>	ПК-5.3.1
37	<p>Что является основной функцией PDM-системы?</p> <p>A) Расчёт себестоимости продукции</p> <p>B) Управление версиями, маршрутами согласования и хранением конструкторско-технологических данных</p> <p>C) Генерация управляющих программ</p> <p>D) Проведение виртуальных испытаний</p> <p>Ключ с правильным ответом: B</p>	ПК-5.3.1
38	<p>Что такое PLM?</p> <p>A) Программа линейного моделирования</p> <p>B) Концепция управления жизненным циклом изделия (Product Lifecycle Management)</p> <p>C) Метод измерения точности приборов</p> <p>D) Язык программирования для САПР</p> <p>Ключ с правильным ответом: B</p>	ПК-5.3.1
39	<p>Что такое верификация управляющей программы в CAM?</p> <p>A) Печать программы на бумаге</p> <p>B) Проверка траектории инструмента на отсутствие коллизий и ошибок до реальной обработки</p> <p>C) Отправка программы по электронной почте</p> <p>D) Архивирование файла</p> <p>Ключ с правильным ответом: B</p>	ПК-5.3.1
40	<p>Какой современный тренд НЕ относится к развитию САПР в приборостроении?</p> <p>A) Использование облачных технологий для совместной работы</p> <p>B) Интеграция искусственного интеллекта для оптимизации решений</p> <p>C) Полный отказ от цифровых моделей в пользу бумажных чертежей</p> <p>D) Развитие цифровых двойников и IoT-интеграции</p> <p>Ключ с правильным ответом: C</p>	ПК-5.3.1
<p>Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные ответы</p> <p>Выберите верные утверждения:</p>		
41	<p>Какие основные функции выполняют CAPP-системы (Computer-Aided Process Planning)?</p> <p>A) Формирование маршрутных и операционных технологических карт</p> <p>B) Прямое управление приводами станков с ЧПУ</p> <p>B) Выбор режимов резания и технологического оборудования</p> <p>Г) Расчёт норм времени и потребности в инструменте/оснастке</p>	ПК-2.У.1

	Д) Генерация маркетинговых 3D-визуализаций Ключ с правильным ответом: А, В, Г	
42	Какие преимущества даёт интеграция CAD/CAM/CAPP в разработке мехатронных систем? А) Единая цифровая модель изделия на всех этапах ЖЦ Б) Автоматическое обновление ТП при изменении конструкторской модели В) Полное исключение технолога из процесса проектирования Г) Сокращение сроков подготовки производства Д) Повышение согласованности данных между подразделениями Ключ с правильным ответом: А, Б, Г, Д	ПК-2.У.1
43	Какие особенности учитываются при автоматизированном проектировании ТП в приборостроении? А) Жёсткие требования к точности и микронным допускам Б) Применение нестандартных и композитных материалов В) Преимущественно штучное и мелкосерийное производство Г) Использование стандартного слесарного инструмента без привязки к ЧПУ Д) Необходимость анализа размерных цепей на 3D-модели Ключ с правильным ответом: А, Б, В, Д	ПК-2.У.1
44	Какие возможности САМ-модуля необходимы для обработки деталей мехатронных устройств? А) Генерация траекторий инструмента (toolpath) Б) Виртуальная проверка на столкновения (collision checking) В) Проведение термодинамического анализа корпуса Г) Использование постпроцессоров под конкретную стойку ЧПУ Д) Симуляция обработки до генерации УП Ключ с правильным ответом: А, Б, Г, Д	ПК-2.У.1
45	Какие задачи решаются с помощью цифрового двойника (Digital Twin) технологического процесса? А) Виртуальная наладка и пусконаладка оборудования Б) Оптимизация параметров обработки в реальном времени В) Полная замена физических испытаний на всех этапах Г) Прогнозирование износа инструмента и простоев Д) Генерация паспортов безопасности оборудования Ключ с правильным ответом: А, Б, Г	ПК-2.У.1
46	Какие методы анализа допусков поддерживаются современными CAD/CAPP-системами? А) Детерминированный метод (наихудший случай) Б) Статистический метод (Монте-Карло) В) Ручной расчёт на калькуляторе Г) Анализ на основе 3D-сборочных моделей с учётом GD&T Д) Игнорирование допусков на этапе прототипирования Ключ с правильным ответом: А, Б, Г	ПК-2.У.1
47	По каким критериям CAPP-система выбирает станочное оборудование для операции? А) Требуемый квалитет точности обработки Б) Габариты и масса заготовки В) График работы цеха и сменность Г) Требуемая шероховатость поверхности Д) Совместимость с существующей технологической оснасткой Ключ с правильным ответом: А, Б, Г, Д	ПК-2.У.1

48	<p>Какую роль играют CAD/CAM/CAPP-системы в гибких производственных системах (ГПС)?</p> <p>А) Формирование управляющих программ для роботов и ЧПУ</p> <p>Б) Интеграция с системами планирования производства (MES)</p> <p>В) Автоматическое перепроектирование изделия без участия человека</p> <p>Г) Координация работы транспортных модулей и накопителей</p> <p>Д) Прямое управление закупками сырья</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г</p>	ПК-2.У.1
49	<p>Что включает в себя виртуальная наладка (Virtual Commissioning) мехатронных комплексов?</p> <p>А) Тестирование логики ПЛК в цифровой среде</p> <p>Б) Кинематическое и динамическое моделирование механизмов</p> <p>В) Физическая сборка прототипа до написания ПО</p> <p>Г) Моделирование работы датчиков и исполнительных устройств</p> <p>Д) Создание рекламных роликов оборудования</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г</p>	ПК-2.У.1
50	<p>Какие форматы данных обеспечивают interoperability между CAD/CAM/CAPP-системами?</p> <p>А) STEP AP203/AP214/AP242</p> <p>Б) IGES</p> <p>В) PDF/A</p> <p>Г) JT (с поддержкой PMI)</p> <p>Д) ISO 6983 (G-код)</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г</p>	ПК-2.У.1
51	<p>Какие требования предъявляются к автоматизированному проектированию ТП микро- и прецизионной сборки?</p> <p>А) Защита от электростатического разряда (ESD)</p> <p>Б) Учёт требований чистых помещений</p> <p>В) Использование ручного инструмента без юстировки</p> <p>Г) Применение систем высокоточной визуальной ориентации</p> <p>Д) Автоматизированный контроль качества на основе машинного зрения</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г, Д</p>	ПК-2.У.1
52	<p>Какие функции выполняет постпроцессор в САМ-цепочке?</p> <p>А) Преобразование CL-файла в управляющую программу для конкретного станка</p> <p>Б) Учёт кинематической схемы и ограничений машины</p> <p>В) Динамическая оптимизация подачи в процессе резания</p> <p>Г) Вставка вспомогательных команд (охлаждение, смена инструмента)</p> <p>Д) Построение 3D-модели готовой детали</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г</p>	ПК-2.У.1
53	<p>Какие подходы применяются в CAPP-системах для генерации технологических маршрутов?</p> <p>А) Вариантный (поиск аналогов в базе)</p> <p>Б) Генеративный (на основе правил и алгоритмов)</p> <p>В) Ручное составление без использования баз знаний</p> <p>Г) Гибридный (комбинация вариантов и правил)</p> <p>Д) Случайная генерация последовательностей</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г</p>	ПК-2.У.1
54	<p>Какие стандарты регламентируют оформление технологической</p>	ПК-2.У.1

	<p>документации в РФ?</p> <p>А) ЕСТД (Единая система технологической документации)</p> <p>Б) ГОСТ 3.1109-82 (Формы и правила оформления документов)</p> <p>В) ISO 9001 (Системы менеджмента качества)</p> <p>Г) ASME Y14.5 (Геометрическое tolerancing)</p> <p>Д) ГОСТ 2.307-2011 (Нанесение размеров и допусков)</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Д</p>	
55	<p>Как обеспечивается интеграция CAD/CAPP с системами метрологического контроля?</p> <p>А) Экспорт планов контроля на координатно-измерительные машины (КИМ)</p> <p>Б) Верификация допусков непосредственно в 3D-модели</p> <p>В) Автоматическая утилизация брака без участия оператора</p> <p>Г) Генерация управляющих программ для КИМ</p> <p>Д) Формирование карт SPC-статистики</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г, Д</p>	ПК-2.У.1
56	<p>Какие особенности характеризуют САПР мехатронных систем?</p> <p>А) Мультидоменное моделирование (механика, электроника, управление)</p> <p>Б) Оптимизация только в одном физическом домене</p> <p>В) Чёткое определение интерфейсов между подсистемами</p> <p>Г) Аппаратно-программное моделирование (HIL)</p> <p>Д) Исключение программного кода из конструкторской документации</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, В, Г</p>	ПК-2.У.1
57	<p>Какие функции включает система управления инструментом в автоматизированном производстве?</p> <p>А) База геометрии и параметров режущего инструмента</p> <p>Б) Мониторинг износа и остаточного ресурса</p> <p>В) Автоматическая закупка оснастки без согласования</p> <p>Г) Отслеживание жизненного цикла инструмента</p> <p>Д) Ручное ведение бумажных журналов выдачи</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г</p>	ПК-2.У.1
58	<p>Какие параметры проверяются при имитационном моделировании обработки в САМ?</p> <p>А) Контроль съёма материала (material removal verification)</p> <p>Б) Проверка коллизий инструмента, оправки и станка</p> <p>В) Прогноз шероховатости поверхности</p> <p>Г) Создание анимации для презентации заказчику</p> <p>Д) Оценка сил резания и деформаций заготовки</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, В, Д</p>	ПК-2.У.1
59	<p>Какую роль играет PLM-система в автоматизированном конструировании ТП?</p> <p>А) Централизованное управление версиями и конфигурациями</p> <p>Б) Управление инженерными изменениями (ECN/ECO)</p> <p>В) Прямое написание G-кода оператором</p> <p>Г) Обеспечение прослеживаемости данных на всём ЖЦ изделия</p> <p>Д) Публикация чертежей в открытых источниках</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г</p>	ПК-2.У.1
60	<p>Какие инструменты повышают эффективность работы технолога в современных CAD/CAPP-средах?</p> <p>А) Инженерные знания, встроенные в систему (КВЕ)</p>	ПК-2.У.1



	<p>Б) Мастер-пошаговые процедуры создания ТП</p> <p>В) Полное удаление человека из процесса согласования</p> <p>Г) Интеграция с корпоративными ERP/MES-системами</p> <p>Д) Возможность создания макросов и пользовательских скриптов</p> <p>Ключ с правильным ответом: А, Б, Г, Д</p>	
<p>Задание открытого типа</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ</p>		
61	<p>При разработке технологического процесса изготовления корпуса датчика из алюминиевого сплава с допусками <math>\pm 0,01</math> мм и шероховатостью Ra 0,8 мкм технолог использует CAPP-систему. Опишите последовательность действий технолога при формировании маршрута обработки в CAPP-среде и укажите, какие исходные данные из CAD-модели необходимы для автоматизированного выбора режимов резания.</p> <p>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</p> <p>Последовательность действий технолога в CAPP-системе:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Импорт 3D-модели детали с указанием материалов и допусков (PMI/GD&amp;T)</li> <li>2. Анализ геометрии: выделение обрабатываемых поверхностей, баз, сложных элементов</li> <li>3. Выбор заготовки и метода её получения (литьё, штамповка, прокат)</li> <li>4. Формирование маршрута: черновая → получистовая → чистовая → отделочная обработка</li> <li>5. Назначение оборудования с учётом требуемой точности и габаритов</li> <li>6. Подбор режущего инструмента и оснастки из библиотек системы</li> <li>7. Расчёт режимов резания (скорость, подача, глубина) на основе материала и требуемого качества поверхности</li> <li>8. Генерация технологических карт в формате ЕСТД</li> </ol> <p>Необходимые исходные данные из CAD-модели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Геометрия обрабатываемых поверхностей и их взаимное расположение</li> <li>- Материал детали и его механические свойства</li> <li>- Допуски формы и расположения (по ГОСТ 2.308 или ISO 1101)</li> <li>- Требования к шероховатости поверхностей</li> <li>- 3D-модель припусков или указание на их автоматический расчёт</li> </ul>	ПК-2.В.1
62	<p>В процессе разработки мехатронного модуля (роботизированный манипулятор с системой управления) возникла необходимость обеспечить согласованность между конструкторской документацией, технологическими процессами и управляющими программами для ЧПУ. Объясните, как интеграция CAD/CAM/CAPP/PLM-систем решает задачу сквозного цифрового проектирования, и назовите три ключевых преимущества такого подхода для приборостроения</p> <p>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</p> <p>Решение задачи сквозного цифрового проектирования:</p> <p>Интеграция обеспечивается через единую цифровую платформу (PLM), где:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изменения в 3D-модели (CAD) автоматически актуализируют технологические маршруты (CAPP)</li> </ul>	ПК-2.В.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- САМ-модуль генерирует УП на основе актуальной геометрии и утверждённого ТП</li> <li>- Система управления изменениями (ECO/ECN) отслеживает версии и согласует правки между отделами</li> <li>- Все данные хранятся в централизованном репозитории с разграничением прав доступа</li> </ul> <p>Три ключевых преимущества для приборостроения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сокращение времени вывода изделия на рынок — исключение ручного переноса данных и повторного ввода</li> <li>2. Повышение качества и точности — автоматическая верификация допусков и коллизий на ранних этапах</li> <li>3. Гибкость при изменениях — быстрая адаптация ТП и УП при модификации конструкции без потери согласованности</li> </ol>	
63	<p>При виртуальной наладке (Virtual Commissioning) сборочной ячейки для прецизионных приборов необходимо проверить корректность работы ПЛК, кинематику манипуляторов и взаимодействие с системой технического зрения. Опишите этапы подготовки и проведения виртуальной наладки в среде мехатронного моделирования и укажите, какие ошибки можно выявить на этом этапе до физического запуска оборудования</p> <p>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</p> <p>Этапы подготовки и проведения виртуальной наладки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Импорт 3D-моделей оборудования и оснастки в среду симуляции (Tecnomatix, Visual Components, NX MCD)</li> <li>2. Настройка кинематических связей и физических свойств объектов (масса, трение, инерция)</li> <li>3. Подключение виртуальной модели ПЛК (через OPC UA, S7-PLCSIM) и загрузка управляющей программы</li> <li>4. Моделирование работы датчиков, приводов и системы технического зрения</li> <li>5. Запуск сценариев работы ячейки: штатные режимы, аварийные ситуации, переналадка</li> <li>6. Анализ логов, временных диаграмм и выявление узких мест</li> </ol> <p>Ошибки, выявляемые на этапе виртуальной наладки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Логические ошибки в программе ПЛК (некорректные переходы, блокировки)</li> <li>- Коллизии и недолёты при движении манипуляторов</li> <li>- Несоответствие временных циклов требованиям производительности</li> <li>- Ошибки синхронизации между подсистемами (робот → визуализация → конвейер)</li> <li>- Недостаточная точность позиционирования или калибровки системы зрения</li> </ul>	ПК-2.В.1
64	<p>При проектировании технологического процесса сборки блока электроники с требованиями по защите от электростатического разряда (ESD) и работе в условиях чистого помещения, технолог использует специализированные модули CAD/CAPP. Перечислите не менее четырёх специфических требований к ТП сборки прецизионных приборов и объясните, как автоматизированные системы помогают обеспечить их выполнение</p>	ПК-2.В.1

	<p>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</p> <p>Четыре специфических требования к ТП сборки прецизионных приборов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Защита от ESD — использование заземлённых рабочих мест, антистатической упаковки, ионизаторов</li> <li>2. Контроль чистоты среды — регламентация класса чистоты помещения, материалов и инструмента</li> <li>3. Высокая точность позиционирования — применение систем машинного зрения и прецизионных манипуляторов</li> <li>4. Документирование и прослеживаемость — фиксация параметров сборки, серийных номеров, результатов контроля</li> </ol> <p>Роль автоматизированных систем в обеспечении требований:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CAD-модули: моделирование рабочих зон с учётом эргономики и размещения ESD-оборудования</li> <li>- CAPP-системы: включение в операционные карты обязательных контрольных точек (проверка заземления, контроль частиц)</li> <li>- MES-интеграция: автоматическая регистрация данных о сборке, привязка к конкретному оператору и оборудованию</li> <li>- Системы технического зрения: автоматизированный контроль качества пайки, установки компонентов, наличия маркировки</li> </ul>	
65	<p>При генерации управляющей программы (УП) для фрезерной обработки корпуса гироскопа из титанового сплава технолог столкнулся с необходимостью минимизировать остаточные напряжения и деформации тонкостенных элементов. Опишите, какие функции САМ-системы следует использовать для решения этой задачи, и какие параметры постпроцессора необходимо проверить перед передачей УП на станок с ЧПУ.</p> <p>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</p> <p>Функции САМ-системы для минимизации деформаций:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Адаптивные стратегии обработки — динамическое изменение подачи и глубины резания для снижения сил резания</li> <li>2. Многопроходная чистовая обработка — снятие припуска малыми слоями с чередованием зон для равномерного распределения напряжений</li> <li>3. Оптимизация траектории инструмента — плавные переходы, избегание резких изменений направления, использование спиральных и морских стратегий</li> <li>4. Симуляция напряжённо-деформированного состояния — интеграция с CAE для прогноза деформаций и корректировки траекторий</li> <li>5. Поддержка высокоскоростной обработки (HSM) — малые радиусы входа инструмента, постоянная нагрузка на кромку</li> </ol> <p>Параметры постпроцессора для проверки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Корректность синтаксиса управляющих команд для конкретной стойки ЧПУ (Siemens, Fanuc, Heidenhain)</li> <li>- Поддержка циклов сверления, фрезерования, компенсации радиуса инструмента (G41/G42)</li> <li>- Корректная генерация команд смены инструмента и включения СОЖ</li> <li>- Ограничения по максимальным скоростям и ускорениям станка</li> <li>- Формат вывода координат (абсолютный/инкрементальный) и</li> </ul>	ПК-2.В.1

	точность округления	
Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие		
66	Соотнесите тип автоматизированной системы с её основной функцией в сквозном проектировании технологических процессов	
	Тип системы	Основная функция
	CAD	Автоматизированное формирование маршрутов и операционных технологических карт
	CAM	Б) Диспетчеризация и мониторинг выполнения производственных заданий в реальном времени
	CAPP	В) 3D-моделирование геометрии детали, сборок и нанесение допусков (PMI)
	PLM	Г) Управление жизненным циклом изделия, версиями, конфигурациями и инженерными изменениями
	MES	Д) Генерация управляющих программ и траекторий инструмента для станков с ЧПУ
Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1-В, 2-Д, 3-А, 4-Г, 5-Б		
67	Соотнесите формы технологической документации по ЕСТД с их содержанием и назначением	
	Документ	Содержание и назначение
	Маршрутная карта (МК)	А) Детальное описание перехода, режимов обработки, норм времени и применяемого инструмента
	Операционная карта (ОК)	Б) Перечень технологических операций в последовательности их выполнения по цехам/участкам
	Карта эскизов (КЭ)	В) Графическое отображение схем базирования, установок и обрабатываемых поверхностей
	Ведомость оснастки (ВО)	Г) Список специальных приспособлений, штампов и пресс-форм, необходимых для изготовления
	Карта технического уровня и качества (КТУК)	Д) Сравнительный анализ характеристик изделия с лучшими отечественными и зарубежными аналогами
Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г, 5-Д		
68	Соотнесите элементы САМ-цепочки с их ролью в подготовке управляющей программы	
	Элемент САМ-цепочки	Роль в процессе
	CL-файл (Cutter Location)	А) Нейтральный файл с координатами траектории, независимый от типа станка
	Постпроцессор	Б) Программа-конвертер, учитывающая параметры конкретной стойки ЧПУ и кинематику
Toolpath (траектория)		В) Графическое отображение перемещений инструмента в среде САМ-системы

	Верификация (симуляция)	Г) Виртуальная проверка программы на столкновения и корректность съёма материала	
	Библиотека инструмента	Д) Структурированный каталог фрез, сверл, державок с их параметрами для автоматического подбора	
	Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д		
69	Соотнесите виды моделирования в мехатронике с их инженерным назначением		ПК-2.В.1
	Вид моделирования	Инженерное назначение	
	Кинематический анализ	А) Проверка взаимного движения звеньев механизма без учёта сил, масс и деформаций	
	Динамическое моделирование	Б) Расчёт нагрузок, вибраций, инерционных характеристик и энергопотребления с учётом масс и жёсткостей	
	HiL-тестирование (Hardware-in-the-Loop)	В) Подключение реального контроллера (ПЛК) к виртуальной модели объекта для проверки логики управления	
	Виртуальная наладка (Virtual Commissioning)	Г) Комплексная отработка ПО, логики ПЛК и 3D-модели оборудования до физической сборки ячейки	
	Мультифизическое моделирование	Д) Совместный анализ тепловых, электромагнитных и механических полей в единой расчётной среде	
	Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д		
70	Соотнесите форматы обмена данными с областью их применения в CAD/CAPP/CAM-средах		ПК-2.В.1
	Формат данных	Область применения	
	STEP AP242	А) Обмен геометрией и PMI для сквозного цифрового процесса и долгосрочного архивирования	
	IGES	Б) Универсальный формат передачи кривых и поверхностей между CAD-системами разных поколений	
	DXF	В) Формат 2D-чертежей и простых векторных данных, часто используется для лазерной/плазменной резки	
	G-код (ISO 6983)	Г) Управляющая программа, непосредственно исполняемая контроллером станка с ЧПУ	
	JT / 3D PDF	Д) Легковесный формат для просмотра, согласования и архивирования 3D-моделей без установки САПР	
	Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д		

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.

Структура предоставления лекционного материала:

- вводная часть (тема, цель и основные вопросы лекции);
- основная часть (в соответствии с вопросами);
- управляемая дискуссия по проблемным вопросам;
- заключительная часть (выводы и рекомендации к лабораторным занятиям).

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

*Студент допускается к лабораторной работе при условии:*

- прохождения инструктажа по технике безопасности;
- наличия методических указаний и задания на работу;
- готовности к работе (знание теории по теме, ответы на контрольные вопросы);
- наличия необходимых принадлежностей (тетрадь, чертежные инструменты, ПК с установленным ПО).

*Перед началом лабораторной работы студент должен:*

- изучить цель, задачи и порядок выполнения работы;
- повторить теоретический материал по теме;
- подготовить бланк отчета с указанием темы, цели, исходных данных;
- выполнить предварительные расчеты (если предусмотрены заданием);
- ознакомиться с интерфейсом программного обеспечения (для работ в САПР).

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

*Отчет должен содержать следующие структурные элементы:*

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Исходные данные и задание
4. Краткие теоретические сведения
5. Порядок выполнения работы (ход работы)
6. Результаты расчетов и моделирования
7. Графики, диаграммы, эпюры (при необходимости)
8. Анализ результатов
9. Выводы
10. Список использованных источников
11. Приложения (при необходимости)

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Общие требования (по ГОСТ 7.32-2017)*

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.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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.

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:

- 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».



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