

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

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

В.А. Ненашев
(подпись, фамилия)
(подпись)
«20» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные технологии производства электронных средств»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

(подпись, дата)

О.М. Филонов
(подпись, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» февраля 2025 г, протокол № 6/25

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин
(подпись, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(подпись, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Современные технологии производства электронных средств» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности «Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-4 «Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения»

ПК-8 «Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств»

ПК-9 «Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства»

ПК-11 «Способен обеспечивать технологичность электронных средств и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов»

ПК-12 «Способен осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронных средств на этапах проектирования и производства»

ПК-15 «Способен планировать и управлять производственными процессами при изготовлении изделий "система в корпусе"»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием базовой основы конструкторско-технологической подготовки специалистов способных к проектно-конструкторской, организационно-технологической, научно-исследовательской и производственно-управленческой деятельности в области современного приборостроения и производства электронных средств

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Современные технологии производства электронных средств» является формирование базовой основы конструкторско-технологической подготовки специалистов, способных к проектно-конструкторской, технологической, научно-исследовательской и управленческой деятельности в области приборостроения. Основными задачами изучения дисциплины являются получение студентами углубленных теоретических знаний и практических навыков по видам, свойствам и характеристикам применяемых материалов, прогрессивным технологическим процессам, средствам автоматизации производства и проектирования в технологической подготовке производства

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению 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-4 Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-4.3.1 знать принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств	ПК-8.3.1 знать современные технологические процессы производства электронных средств
Профессиональные компетенции	ПК-9 Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с	ПК-9.3.1 знать требования технологической и нормативной документации технологических процессов выпуска электронных средств

	использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способен обеспечивать технологичность электронных средств и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов	ПК-11.3.1 знать принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства электронных средств
Профессиональные компетенции	ПК-12 Способен осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронных средств на этапах проектирования и производства	ПК-12.3.1 знать методы авторского сопровождения разрабатываемых изделий и технологических процессов
Профессиональные компетенции	ПК-15 Способен планировать и управлять производственными процессами при изготовлении изделий "система в корпусе"	ПК-15.3.1 знать технологию изготовления изделий "система в корпусе" ПК-15.3.2 знать основы экономики и организации производства изделий микро- и нанoeлектроники

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

«Введение в направление»,

«Математика» (основной курс; специальные разделы вычислительной математики);
«Физика»;

«Материаловедение»,

«Электроника в приборостроении»,

«Технические измерения»,

«Основы автоматизированного проектирования»

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
		№1
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	17	17
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	55	55
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**))	Зачет	Зачет

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Методологические основы технологии приборостроительного производства, основные понятия и определения. Жизненный цикл изделия.	2				3
Раздел 2. Понятие и анализ точности, устойчивости и надежности технологических процессов	1				3
Раздел 3. Общая характеристика технологических процессов изготовления деталей.	1				3
Раздел 4. Технологические процессы заготовительного производства.	2				3
Раздел 5. Технологические процессы изготовления деталей (обработка резанием) Физические и механические основы обработки материалов резанием.	1				3
Раздел 6. Изготовление деталей из неметаллических материалов	1				3
Раздел 7. Изготовление заготовок и деталей порошковой металлургией.	1				3

Раздел 8. Электрофизические и электрохимические методы формообразования деталей приборостроения.	1				3
Раздел 9. Технологические операции нанесения покрытий.	1				3
Раздел 10 Технология сборочного производства.	1				3
Раздел 11. Технологические процессы контроля, регулировки и испытаний	1				3
Раздел 12. Особенности проектирования технологических процессов обработки заготовок на станках с ЧПУ.	1				3
Раздел 13. Основные положения автоматизации производства	1				3
Раздел 14. Особенности разработки процессов обработки на агрегатных станках и автоматических линиях.	1				3
Раздел 15. Автоматизация проектирования технологических процессов изготовления деталей, сборки изделий, средств технологического оснащения; и подготовки программ для оборудования с ЧПУ.	1				3
Выполнение курсового проекта					
Итого в семестре:	17				55
Итого	17				55

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	Методологические основы технологии приборостроительного производства, основные понятия и определения. Жизненный цикл изделия. Основные понятия и определения технологии производства. Характеристика объектов производства. Специфические особенности автоматизированного производства. Эволюция методов и средств автоматизации производства. Состав, цели и задачи ТПП. Принципы построения автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП). Структура АСТПП. Характеристика подсистем АСТПП и их обеспечения. Основы обеспечения технологичности конструкции изделий (ТКИ). Виды оценки ТКИ. Показатели ТКИ, их классификация, выбор номенклатуры и особенности расчета. Автоматизация процесса обеспечения ТКИ. Понятия и определения производственного и технологического процессов и их составляющих.

	<p>Классификация видов ТП и их связь с типами производства. Правила разработки ТП. Классификация объектов производства при типизации ТП. Основные этапы разработки типовых ТП. Принципы группирования объектов производства. Основные этапы разработки групповых ТП. Виды технологической документации и порядок ее оформления по стандартам ЕСТД.</p>
2	<p>Понятие и анализ точности, устойчивости и надежности технологических процессов. Основная задача анализа точности технологических процессов.</p> <p>Производственные погрешности, их классификация и анализ причин возникновения. Законы распределения технологических погрешностей. Методы анализа точности технологических процессов: аналитический, статистический с помощью кривых распределения. Понятия устойчивости и стабильности технологического процесса. Оценка устойчивости и стабильности по параметрам законов распределения технологических погрешностей. Показатели надежности и их количественная оценка. Классификация отказов изделий и связь отказов с производством. Надежность ТП, материалов, комплектующих изделий. Направления обеспечения надежности ТП.</p>
3	<p>Общая характеристика технологических процессов изготовления деталей.</p> <p>Физико-химические и механические основы технологических процессов изготовления деталей. Классификация технологических процессов изготовления деталей по способам воздействия</p>
4	<p>Технологические процессы заготовительного производства.</p> <p>Основы литейного производства.</p> <p>Физическая природа кристаллизации сплавов. Влияние структуры и свойств металлических расплавов на процесс литья. Факторы, определяющие продолжительность затвердевания отливок. Влияние скорости кристаллизации на структуру и свойства металлов и сплавов. Литейные свойства сплавов. Жидкотекучесть сплавов и факторы, влияющие на нее. Усадка сплавов. Ликвации и газы в литейных сплавах. Основные способы литья.</p> <p>Технологические особенности литья в песчаные формы. Литье в специальные формы: оболочковые, по выплавляемым моделям, в кокиль. Литье с применением внешних воздействий на жидкий и кристаллизующийся металл: под давлением, центробежное, литье вакуумным всасыванием и выжиманием. Получение отливок методом направленной кристаллизации. Физико-химические основы направленной кристаллизации сплавов. Технологические основы получения отливок со столбчатой структурой. Монокристаллическое литье. Направленно-кристаллизованные эвтектики. Обеспечение технологичности литых деталей. Технологичность конструкций отливок. Сравнительная оценка способов литья и условия выбора. Обработка металлов давлением. Физико-механические основы обработки металлов давлением. Основные параметры, характеризующие пластическую деформацию при обработке металлов давлением. Влияние различных факторов на пластичность металлов и сопротивление пластическому деформированию. Технологические процессы получения профилей: прокатное производство, волочение, прессование. Технологические процессы получения заготовок: ковка, горячая объемная штамповка, холодная объемная штамповка. Технологические</p>

	<p>особенностиковки и штамповки высоколегированных и трудно деформируемых металлов и сплавов. Высокоэнергетические импульсные методы штамповки. Листовая штамповка: разделительные и формообразующие операции. Оборудование и инструмент для листовой штамповки. Термическая обработка и поверхностное упрочнение сплавов. Термическая обработка стали. Превращения в стали при равновесном нагреве и охлаждении. Мартенситное превращение. Основные виды термической обработки стали. Химико-термическая обработка. Диффузионное насыщение сплавов углеродом и азотом. Диффузионное насыщение сплавов металлами и неметаллами. Лазерная термическая и химико-термическая обработка.</p>
5	<p>Технологические процессы изготовления деталей (обработка резанием) Физические и механические основы обработки материалов резанием. Физические и механические основы обработки материалов резанием. Сущность и схемы способов обработки. Параметры технологического процесса резания. Тепловые процессы в зоне резания и смазочно-охлаждающие среды. Влияние вибрации системы СПИД и технологической наследственности на качество обработанных поверхностей. Процесс стружкообразования и износ режущего инструмента. Параметры износа. Характеристика сил, действующих на инструмент при резании. Количественная оценка сил резания. Мощность, затрачиваемая на резание. Режимы резания. Факторы, влияющие на их назначение. Методика назначения режимов резания. Определение параметров оптимального режима резания. Металлорежущие станки. Технологические возможности и область применения способов резания. Обрабатываемость конструкционных материалов резанием. Характеристика основных операций обработки резанием. Размерная и безразмерная обработка. Токарная обработка, обработка отверстий размерным инструментом, фрезерная обработка, шлифование, резьбонарезание, изготовление зубчатых колес, доводочные операции механообработки. Кинематические схемы перемещения заготовки и инструмента. Геометрические параметры заточки режущего инструмента и их влияние на качество обработки. Определение параметров норм времени для каждого вида обработки.</p>
6	<p>Изготовление деталей из неметаллических материалов. Основные способы переработки пластмасс: литье под давлением и прессование; их разновидности, основные этапы технологического процесса, оборудование и технологическая оснастка. Технология приготовления резиновых смесей и формообразование деталей из резины. Технологические процессы изготовления и обработки стекла. Керамика и особенности изготовления деталей из керамики. Способы обработки и соединения композиционных материалов.</p>
7	<p>Изготовление заготовок и деталей порошковой металлургией. Основные этапы технологического процесса, их характеристика. Подготовка шихты. Методы дозирования компонентов по объему и массе. Термическая обработка компонентов. Спекание и формование. Калибровочные операции.</p>
8	<p>Электрофизические и электрохимические методы формообразования деталей приборостроения. Электроэрозионная размерная обработка. Электрохимическая размерная</p>

	обработка. Ультразвуковая абразивная размерная обработка. Лучевые методы обработки. Комбинированные методы размерной обработки. Характеристика применяемого оборудования
9	<p>Технологические операции нанесения покрытий.</p> <p>Назначение и виды покрытий. Технологические операции подготовки поверхности к покрытию. Характеристика технологического процесса нанесения металлических, химических, лакокрасочных и полимерных покрытий.</p>
10	<p>Технология сборочного производства.</p> <p>Основы проектирования процессов сборки. Изделие и его составные части различных уровней разукрупнения. Классификация и конструкторско - технологический анализ элементов конструкции приборных устройств. Основные характеристики ТП сборки. Виды процессов сборки по организационно - технологическим принципам построения. Исходные данные и порядок проектирования ТП сборки. Технологические схемы сборки, их виды. Методика построения технологических схем сборки. Принципы разработки операционной технологии сборки. Понятие геометрической и физической взаимозаменяемости. Сущность, особенности и область применения методов обеспечения точности при сборке: полной, неполной и групповой взаимозаменяемости, регулировки и пригонки. Сборочные соединения. Классификация и сравнительная характеристика сборочных соединений. Классификация разъемных соединений. Методы получения неразъемных соединений. Физические основы технологических процессов соединения. Методы сварки деталей из металлов и сплавов. Характерные особенности сварки неметаллических материалов с металлами и сплавами. Классификация процессов пайки. Физико -химическая совместимость материалов при пайке. Припой и флюсы, применяемые в ТП пайки. Оборудование, применяемое для проведения операций пайки. Контроль качества паяных соединений. Клеевые соединения. Области применения клеевых соединений в приборостроении. Классификация клеев. Особенности проведения операций склеивания, контроль качества соединений. Технологические процессы сборки и монтажа электронных сборочных единиц. Типовые ТП сборки и монтажа узлов на печатных платах. Сравнительная характеристика методов контактирования: групповые методы пайки (погружением, избирательная, волной припоя); пайка расплавлением дозированного припоя (лазерная; ИК-пайка; светолучевая; конденсационная). Сравнительная характеристика методов монтажа: печатного, проводного (прошивного, стежкового, тканого, многопроводного, прямых отрезков). Методы монтажа электро, радио элементов со штыревыми и планарными выводами. Применяемое технологическое оборудование. Особенности технологии поверхностного монтажа. Характеристика конструкций электро элементов и коммутационных плат для поверхностного монтажа. Варианты ТП поверхностного монтажа. Выбор методов контактирования. Направления микроминиатюризации электронных сборочных единиц приборных устройств. Классификация конструкций микросборок. Типовые ТП монтажа микросборок</p>

11	Технологические процессы контроля, регулировки и испытаний. Задачи технического контроля качества в процессе производства приборных устройств. Виды технического контроля. Понятие о входном, операционном и приемочном контроле. Порядок разработки технологического процесса контроля. Принципы построения систем автоматизированного контроля. Цель наладочных и регулировочных работ, их содержание. Размерная (кинематическая) и параметрическая регулировка. Технологическое оборудование для проведения регулировочных операций. Цели и задачи испытаний. Классификация видов испытаний. Разработка технических требований к процессам испытаний, принципы выбора видов и содержания испытаний. Содержание, порядок выполнения и оборудование для механических, климатических и электрических испытаний.
12	Особенности проектирования технологических процессов обработки заготовок на станках с ЧПУ.
13	Основные положения автоматизации производства.
14	Особенности разработки процессов обработки на агрегатных станках и автоматических линиях.
15	Автоматизация проектирования технологических процессов изготовления деталей, сборки изделий, средств технологического оснащения; и подготовки программ для оборудования с ЧПУ

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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	15	15
Всего:	55	55

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

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

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Технология приборостроения, учебник / В. А. Валетов, Ю. П. Кузьмин, А. А. Орлова, С. Д. Третьяков Издательство: СПб ГУ ИТМО, 2008- 336	
	Проектирование технологических процессов изготовления деталей приборов: учебное пособие/ В. П. Ларин, А. Я. Поповская. – СПб: ГУАП, 2003. – 85 с.	
	Луговой Г.М., Якимович В.С. Технология приборостроения. Учебное пособие по курсовому проектированию для студентов очного и заочного отделений специальности 200101 «Приборостроение» ч.2. – СПб.:	

	Изд. СПбГУКиТ. 2010. – 72 с.	
	Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры : учебник для вузов / К.Н. Билибин, А.И. Власов, А.В. Журалёва [и др.].–М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.–528 с.	
	ГОСТ 3.1001–81. Единая система технологической документации. Общие положения.	
	ГОСТ 14.201–83. Единая система технологической подготовки производства. Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования.	
	ГОСТ 14.004–83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.	
	Технология авиаприборостроения. Лабораторный практикум./Под ред. Пашкова В.П., СПб, СПИАП, 1992.	
	Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.	
	Лукичев А.Н., Плотянская М.А. Методика определения экономической эффективности использования различных вариантов технологических процессов. Л., ЛИАП, 1991	
	Павлова А.В., Поповская Я.А. Методика проектирования технологических процессов изготовления электронных сборочных единиц приборов. Л., ЛИАП, 1990.	

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
http://lib.aanet.ru/	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26 и №27 от 31.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058

	от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023
--	--

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
	Не предусмотрено

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	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

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;

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

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
--------------------	---

5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

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	Производственный процесс, основные понятия и определения.	ПК-8.3.1
2	Технологический процесс, основные понятия и определения	ПК-8.3.1
3	Этапы разработки и постановки на производство новых изделий	ПК-8.3.1
4	Структура производственного предприятия	ПК-8.3.1
5	Основные методы механической обработки деталей.	ПК-11.3.1

6	Обработка давлением, виды обработки, технологическая оснастка.	ПК-8.3.1
7	Основные виды литья.	ПК-8.3.1
8	Система технической подготовки производства, цели и задачи, место в системе управления производством.	ПК-8.3.1
9	Технологическая подготовка производства, цели и задачи.	ПК-8.3.1
10	Задача и специфика проектирования технологических процессов.	ПК-8.3.1
11	Основные этапы проектирования технологических процессов.	ПК-8.3.1
12	Технологическая унификация, цели и задачи, преимущества и недостатки.	ПК-8.3.1
13	Технологический процесс сборки, основные операции.	ПК-8.3.1
14	Основные виды сборки, схема сборочного состава.	ПК-8.3.1
15	Основные типы производства.	ПК-8.3.1
16	Основные виды технологических процессов.	ПК-8.3.1
17	Технологическая оснастка, основные предпосылки использования ТО.	ПК-8.3.1
18	Классификация технологической оснастки.	ПК-8.3.1
19	Основные методы технологической унификации.	ПК-8.3.1
20	Структура технологической оснастки и ее элементы.	ПК-8.3.1
21	Понятие базы, виды баз.	ПК-8.3.1
22	Базирование заготовок в приспособлениях, виды баз, основные схемы	ПК-8.3.1
23	базирования.	ПК-8.3.1
24	Выбор метода получения заготовки при проектировании ТП (технологических процессов).	ПК-8.3.1
25	Определение припусков, промежуточных размеров и размера заготовки при проектировании ТП.	ПК-11.3.1
26	Выбор режимов резания.	ПК-11.3.1
27	Нормирование операций ТП.	ПК-11.3.1
28	Выбор баз при проектировании ТП, основные принципы выбора баз.	ПК-11.3.1
29	Технические условия и техническое задание основные понятия.	ПК-8.3.1
30	Эскизный проект нового изделия.	ПК-8.3.1
31	Технический и рабочий проекты изделия.	ПК-8.3.1
32	Конструкторская подготовка производства, цели и задачи.	ПК-8.3.1
33	Технологичность, основные понятия, показатели технологичности	ПК-8.3.1

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора						
1.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ</p> <p>Какой основной критерий определяет научную обоснованность выводов по результатам исследований?</p> <p>А) Соответствие выводов исходным гипотезам В) Достоверность и воспроизводимость полученных данных С) Количество проведенных экспериментов D) Популярность темы исследования</p>	ПК-4						
2.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов.</p> <p>Какие шаги необходимы для подготовки научной публикации?</p> <p>А) Формулирование целей и задач исследования В) Анализ и интерпретация полученных данных С) Оформление статьи в соответствии с требованиями издания D) Разработка маркетинговой стратегии публикации</p>	ПК-4						
3.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности.</p> <p>Расположите этапы подготовки заявки на изобретение в правильной последовательности:</p> <p>А) Формулировка технической проблемы и новизны разработки В) Подготовка описания технического решения С) Проведение патентного поиска аналогов D) Оформление заявки и подача в патентное ведомство</p>	ПК-4						
4.	<p>Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Установите соответствие между типами научных выводов и их характеристиками:</p> <p>А) Теоретический вывод → 1) Основан на математических моделях и аналитических расчетах В) Экспериментальный вывод → 2) Подтверждается результатами испытаний и измерений С) Техническая рекомендация → 3) Содержит предложения по улучшению характеристик устройства</p> <p><i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i></p> <table border="1"> <tr> <td>А</td><td>В</td><td>С</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table>	А	В	С				ПК-4
А	В	С						
5.	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый	ПК-4						

	<p>вариант ответа.</p> <p>Опишите основные принципы подготовки рекомендаций по совершенствованию устройств и систем на основе результатов исследований.</p>	
6.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ</p> <p>Какой из элементов технического задания (ТЗ) определяет основные требования к технологическому процессу?</p> <p>А) Перечень комплектующих В) Раздел «Требования к технологическим параметрам» С) История развития технологии D) Описание маркетинговой стратегии</p>	ПК-8
7.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов.</p> <p>Какие аспекты должны быть учтены при разработке технического задания на проектирование технологического процесса?</p> <p>А) Экологическая безопасность производства В) Требования к надежности и качеству продукции С) Количество сотрудников на производственной линии D) Доступность автоматизированных систем контроля</p>	ПК-8
8.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности.</p> <p>Расположите этапы разработки технического задания на технологический процесс в правильной последовательности:</p> <p>А) Определение требований к технологическим операциям В) Выбор оборудования и методики производства С) Разработка нормативных и методических указаний D) Утверждение и согласование технического задания</p>	ПК-8
9.	<p>Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Установите соответствие между разделами технического задания и их содержанием:</p> <p>А) Описание технологического процесса → 1) Определяет последовательность выполнения операций В) Требования к материалам → 2) Указывает характеристики используемых материалов и комплектующих С) Контроль качества → 3) Определяет методы проверки соответствия продукции стандартам</p> <p><i>Запишите выбранные цифры под соответствующими</i></p>	ПК-8

	буквами:			
	А	В	С	
10.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа.</p> <p>Опишите основные требования к разработке технического задания на проектирование технологического процесса производства электронных средств.</p>			ПК-8
11.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ</p> <p>Какова основная цель использования автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП) при проектировании технологических процессов?</p> <p>А) Оптимизация и повышение эффективности производства В) Уменьшение количества работников в цеху С) Ускорение маркетинговых исследований D) Создание визуально привлекательной документации</p>			ПК-9
12.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов.</p> <p>Какие задачи решает автоматизированная система технологической подготовки производства?</p> <p>А) Разработка и оптимизация технологических процессов В) Контроль параметров производства в режиме реального времени С) Автоматическая генерация управляющих программ для оборудования D) Анализ спроса на готовую продукцию</p>			ПК-9
13.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности.</p> <p>Расположите этапы проектирования технологического процесса в правильной последовательности:</p> <p>А) Определение перечня технологических операций В) Выбор оборудования и методов обработки С) Разработка управляющих программ для автоматизированного производства D) Оценка эффективности разработанного технологического процесса</p>			ПК-9
14.	<p>Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Установите соответствие между методами проектирования технологического процесса и их назначением:</p> <p>А) CAD/CAM-системы → 1) Разработка и оптимизация маршрута обработки</p>			ПК-9

	<p>В) Цифровое моделирование производства → 2) Виртуальная проверка и оптимизация технологического процесса</p> <p>С) MES-системы → 3) Контроль выполнения технологических операций в реальном времени</p> <p><i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i></p> <table> <tr> <td>А</td><td>В</td><td>С</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table>	А	В	С				
А	В	С						
15.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа.</p> <p>Опишите основные принципы проектирования технологических процессов производства электронных средств с использованием автоматизированных систем.</p>	ПК-9						
16.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ</p> <p>Какой фактор наиболее критичен при оценке технологичности электронного устройства?</p> <p>А) Простота сборки и минимизация количества операций</p> <p>В) Дизайн корпуса устройства</p> <p>С) Длина проводников на печатной плате</p> <p>Д) Количество сотрудников в производственном отделе</p>	ПК-11						
17.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов.</p> <p>Какие параметры оцениваются при анализе технологичности электронного средства?</p> <p>А) Возможность автоматизированного монтажа компонентов</p> <p>В) Использование стандартных комплектующих</p> <p>С) Устойчивость к электромагнитным помехам</p> <p>Д) Минимизация брака на производстве</p>	ПК-11						
18.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности.</p> <p>Расположите этапы оценки технологичности электронного средства в правильной последовательности:</p> <p>А) Анализ конструкции и материалов устройства</p> <p>В) Определение возможности автоматизированного производства</p> <p>С) Расчет трудоемкости сборочных операций</p> <p>Д) Оптимизация технологического процесса и рекомендация изменений</p>	ПК-11						
19.	<p>Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p>	ПК-11						

	<p>Установите соответствие между показателями экономической эффективности и их значением:</p> <p>А) Себестоимость изделия → 1) Общие затраты на материалы, комплектующие и производство</p> <p>В) Коэффициент выхода годных изделий → 2) Доля исправных устройств от общего числа произведенных</p> <p>С) Трудоемкость процесса → 3) Время, затрачиваемое на выполнение технологических операций</p> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table> <tr> <td>А</td><td>В</td><td>С</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table>	А	В	С				
А	В	С						
20.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа.</p> <p>Опишите основные подходы к обеспечению технологичности электронных средств и методов оценки экономической эффективности технологического процесса.</p>	ПК-11						
21.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ</p> <p>Какова основная цель авторского сопровождения на этапе производства электронных средств?</p> <p>А) Контроль соответствия выпускаемой продукции проектной документации</p> <p>В) Разработка рекламной стратегии для нового устройства</p> <p>С) Оптимизация логистики поставок компонентов</p> <p>Д) Создание пользовательского интерфейса</p>	ПК-12						
22.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов.</p> <p>Какие задачи решает авторское сопровождение при производстве электронных устройств?</p> <p>А) Контроль соблюдения требований проектной документации</p> <p>В) Анализ и устранение возможных конструктивных или технологических недочетов</p> <p>С) Обучение персонала маркетинговым стратегиям</p> <p>Д) Подготовка рекомендаций по совершенствованию устройства</p>	ПК-12						
23.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности.</p> <p>Расположите этапы авторского сопровождения разработки устройства в правильной последовательности:</p> <p>А) Участие в проектировании и подготовке документации</p> <p>В) Контроль соответствия конструкторской документации при изготовлении</p> <p>С) Внесение корректировок на основе результатов испытаний</p>	ПК-12						

	D) Оценка серийного производства и разработка рекомендаций по улучшению							
24.	<p>Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Установите соответствие между этапами авторского сопровождения и их назначением:</p> <p>А) Анализ технической документации → 1) Проверка корректности проектных решений</p> <p>В) Производственный контроль → 2) Оценка соответствия серийных изделий требованиям КД</p> <p>С) Разработка корректирующих мероприятий → 3) Внесение изменений в конструкцию при выявлении дефектов</p> <p><i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i></p> <table border="1"> <tr> <td>А</td><td>В</td><td>С</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table>	А	В	С				ПК-12
А	В	С						
25.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа.</p> <p>Опишите основные методы и задачи авторского сопровождения на этапах проектирования и производства электронных средств.</p>	ПК-12						
26.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ</p> <p>Какой основной фактор необходимо учитывать при планировании производства изделий "система в корпусе"?</p> <p>А) Оптимизация технологического процесса для повышения надежности изделия</p> <p>В) Уменьшение количества сотрудников на производстве</p> <p>С) Выбор наиболее дешевых материалов</p> <p>Д) Сокращение времени сборки без учета качества</p>	ПК-15						
27.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов.</p> <p>Какие задачи входят в процесс управления производством изделий "система в корпусе"?</p> <p>А) Оптимизация сборочных процессов</p> <p>В) Контроль качества выпускаемой продукции</p> <p>С) Организация своевременного обеспечения комплектующими</p> <p>Д) Разработка маркетинговой стратегии для конечного продукта</p>	ПК-15						
28.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности.</p>	ПК-15						

	<p>Расположите этапы производства изделий "система в корпусе" в правильной последовательности:</p> <p>А) Подготовка компонентов и оснастки</p> <p>В) Монтаж и сборка электронных модулей</p> <p>С) Контроль качества и испытания готового изделия</p> <p>Д) Документирование и передача в серийное производство</p>							
29.	<p>Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Установите соответствие между этапами производственного процесса и их назначением:</p> <p>А) Подготовка материалов → 1) Проверка комплектующих перед началом сборки</p> <p>В) Сборка изделия → 2) Установка и соединение компонентов в соответствии с КД</p> <p>С) Финальные испытания → 3) Проверка работоспособности изделия перед поставкой заказчику</p> <p><i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i></p> <table> <tr> <td>А</td><td>В</td><td>С</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table>	А	В	С				ПК-15
А	В	С						
30.	<p>Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа.</p> <p>Опишите основные принципы планирования и управления производственными процессами при изготовлении изделий "система в корпусе".</p>	ПК-15						

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
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

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:

- тематические лекции по разделам курса;
- демонстрация слайдов;
- контрольные вопросы по разделам курса в диалоге с преподавателем

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются учебно-методический материал по дисциплине;

11.3. 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.

При проведении текущего контроля успеваемости используются контрольные тестовые вопросы, представленные в методических указаниях по прохождению текущего

контроля успеваемости. Результаты текущего контроля оцениваются и учитываются при проведении промежуточной аттестации

11.4. 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. 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