

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

В.М. Ананенко
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«25» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология приборостроения»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности/ специализации	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

(подпись, дата)

О.М. Филонов
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23
«16» февраля 2026 г, протокол №7/26

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Р. Бестутин
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

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

(подпись, дата)

В.Е. Таратун
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Технология приборостроения» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 24.03.02 «Системы управления движением и навигация» направленности/специализации «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с *(охарактеризовать предметную область)*.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *(лекции, лабораторные работы, практические занятия, семинары, самостоятельная работа обучающегося, курсовой проект/ курсовая работа)*.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (5 семестр), дифференцированного зачета (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Технология приборостроения» 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 входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.У.2 уметь использовать нормативную и правовую документацию
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.3.1 обладает математическими, общепрофессиональными знаниями в области естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин ОПК-1.У.1 уметь применять знания в области естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин ОПК-1.У.2 умеет проводить математические расчеты и математический анализ в профессиональной деятельности ОПК-1.В.1 имеет навыки теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

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»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№5	№6
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	7/ 252	4/ 144	3/ 108
Из них часов практической подготовки			
Аудиторные занятия, всего час.	102	51	51
в том числе:			
лекции (Л), (час)	51	34	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)			
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	36	36	
Самостоятельная работа, всего (час)	114	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач., Экз.)	Экз., Дифф. зач., Курс. Пр.	Экз.,	Дифф. зач., Курс. Пр.

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 5					
Раздел 1. Методологические основы технологии приборостроительного производства, основные понятия и определения. Жизненный цикл изделия.	5				3
Раздел 2. Понятие и анализ точности, устойчивости и надежности технологических процессов	5	8			3
Раздел 3. Общая характеристика технологических процессов изготовления деталей.	5	3			3

Раздел 4. Технологические процессы заготовительного производства.	5				3
Раздел 5. Технологические процессы изготовления деталей (обработка резанием) Физические и механические основы обработки материалов резанием.	4	6			3
Раздел 6. Изготовление деталей из неметаллических материалов	5				3
Раздел 7. Изготовление заготовок и деталей порошковой металлургией.	5				3
Итого в семестре:	34	17			21
Семестр 6					
Раздел 8. Электрофизические и электрохимические методы формообразования деталей приборостроения.	1				3
Раздел 9. Технологические операции нанесения покрытий.	1				3
Раздел 10. Технология сборочного производства.	4	5			3
Раздел 11. Технологические процессы контроля, регулировки и испытаний	2	9			3
Раздел 12. Особенности проектирования технологических процессов обработки заготовок на станках с ЧПУ.	1				3
Раздел 13. Основные положения автоматизации производства	3	3			3
Раздел 14. Особенности разработки процессов обработки на агрегатных станках и автоматических линиях.	1				2
Раздел 15. Автоматизация проектирования технологических процессов изготовления деталей, сборки изделий, средств технологического оснащения; и подготовки программ для оборудования с ЧПУ.	4				1
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:	17	17		17	21
Итого	51	34	0	17	42

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. 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.
2	Понятие и анализ точности, устойчивости и надежности технологических процессов. Основная задача анализа точности технологических процессов. 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.
3	Общая характеристика технологических процессов изготовления деталей. Физико-химические и механические основы технологических процессов изготовления деталей. Классификация технологических процессов изготовления деталей по способам воздействия
4	Технологические процессы заготовительного производства. Основы литейного производства. 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. 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 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.
5	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. Обработываемость 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.
6	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.
7	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.
8	Электрофизические и электрохимические методы формообразования деталей приборостроения. Электроэрозионная размерная обработка. Электрохимическая размерная обработка. Ультразвуковая абразивная размерная обработка. Лучевые методы обработки. Комбинированные методы размерной обработки. Характеристика применяемого оборудования
9	Технологические операции нанесения покрытий. Назначение и виды покрытий. Технологические операции подготовки поверхности к покрытию. Характеристика технологического процесса нанесения металлических, химических, лакокрасочных и полимерных покрытий.
10	Технология сборочного производства. 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
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
Семестр 5					
1	Исследование методов формирования случайных величин для моделирования технологических	Практическое занятие	6	6	2-14

	процессов.				
2	Исследование точности технологических процессов производства приборов и ЭА.	Практическое занятие	6	6	2-14
3	Исследование стабильности технологических процессов производства ЭА.	Практическое занятие	6	6	2-14
Семестр 6					
4	Технологические задачи проверки статических гипотез.	Практическое занятие	4	4	2-15
5	Исследование методов автоподналадки оборудования	Практическое занятие	4	4	2,11,13,14
6	Исследование точности технологического процесса изготовления детали «Валик».	Практическое занятие	6	6	2
Всего			34		

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. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Цель курсового проекта:

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час	Семестр 6, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		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)		17	17
Всего:	114	57	57

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)
Библиотека ГУАП	1. Юрков Н. К. Технология радиоэлектронных средств : учеб. / Н. К. Юрков. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 640 с.	20
	2. Федоров В.К., Сергеев Н.П., Кондрашин А.А. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств: Москва, Техносфера, 2005.-504с.	20
	3. Ларин В.П. Технологическое проектирование технического контроля в приборостроении. Технологический контроль в механообрабатывающем и заготовительном производствах: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2003.	100
	4. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Ю.Шишмарев. — М. : Изд. центр «Академия», 2010. — 384 с.	40

	5. Технология производства радиоэлектронной аппаратуры / Фролов С.В. и др. Тамбов ТГТУ. 2010.-96с.	20
	6. Воробьев Е.А. Физические основы получения информации: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2004. 190 с.	100

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
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине ¹ размещены <u>внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»</u>

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)
4	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
5	MozillaFirefox(лицензии GPL/LGPL/MPL)

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

¹ Разработчик может перечислить конкретные элементы электронного курса, например: задания для подготовки к занятиям, методические рекомендации для самостоятельной подготовки, учебно-методические материалы по темам, мультимедийные презентации по темам, извлечения из нормативно-правовых актов и т.п.

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России (http://elsau.ru/suai), доступ по IP-адресам ГУАП
5	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
6	образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
7	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Класс для групповых дискуссий	51-06-03 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты*; Задачи; Тесты.
Дифференцированный зачет	Список вопросов;

	Тесты; Задачи.
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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»	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**.
«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**.
«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.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

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 зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	Основные виды технологических процессов.	УК-2.У.2
2.	Технологическая оснастка, основные предпосылки использования ТО.	ОПК-1.3.1
3.	Классификация технологической оснастки.	ОПК-1.У.1
4.	Основные методы технологической унификации.	ОПК-1.У.2
5.	Структура технологической оснастки и ее элементы.	ОПК-1.В.1
6.	Понятие базы, виды баз.	УК-2.У.2
7.	Базирование заготовок в приспособлениях, виды баз, основные схемы базирования.	ОПК-1.3.1
8.	Выбор метода получения заготовки при проектировании ТП (технологических процессов).	ОПК-1.У.1
9.	Определение припусков, промежуточных размеров и размера заготовки при проектировании ТП.	ОПК-1.У.2
10.	Выбор режимов резания.	ОПК-1.В.1
11.	Нормирование операций ТП.	УК-2.У.2
12.	Выбор баз при проектировании ТП, основные принципы выбора баз.	ОПК-1.3.1
13.	Погрешности установки заготовок в приспособлениях.	ОПК-1.У.1
14.	Технические условия и техническое задание основные понятия.	ОПК-1.У.2
15.	Эскизный проект нового изделия.	ОПК-1.В.1
16.	Технический и рабочий проекты изделия.	УК-2.У.2

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.	Основные виды технологических процессов.	УК-2.У.2
2.	Технологическая оснастка, основные предпосылки использования ТО.	ОПК-1.3.1
3.	Классификация технологической оснастки.	ОПК-1.У.1
4.	Основные методы технологической унификации.	ОПК-1.У.2
5.	Структура технологической оснастки и ее элементы.	ОПК-1.В.1
6.	Понятие базы, виды баз.	УК-2.У.2
7.	Базирование заготовок в приспособлениях, виды баз, основные схемы базирования.	ОПК-1.3.1
8.	Выбор метода получения заготовки при проектировании ТП (технологических процессов).	ОПК-1.У.1
9.	Определение припусков, промежуточных размеров и	ОПК-1.У.2

	размера заготовки при проектировании ТП.	
10.	Выбор режимов резания.	ОПК-1.В.1
11.	Нормирование операций ТП.	УК-2.У.2
12.	Выбор баз при проектировании ТП, основные принципы выбора баз.	ОПК-1.3.1
13.	Погрешности установки заготовок в приспособлениях.	ОПК-1.У.1
14.	Технические условия и техническое задание основные понятия.	ОПК-1.У.2
15.	Эскизный проект нового изделия.	ОПК-1.В.1
16.	Технический и рабочий проекты изделия.	УК-2.У.2

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 курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Проектирование технологического процесса изготовления детали прибора.
2	Проектирование технологического процесса сборки сборочной единицы, прибора.
3	Проектирование технологического процесса контроля или испытания сборочной единицы, прибора.

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.	Какой из подходов наиболее соответствует системному анализу при решении инженерных задач? А) Описание проблемы в изоляции В) Разделение на несвязанные подсистемы С) Учет взаимосвязей между всеми элементами системы D) Упрощение за счёт исключения второстепенных факторов	ОПК-1.3.1
2.	Какие действия входят в критический анализ инженерной информации? А) Поверхностный просмотр текста В) Проверка источника на актуальность и достоверность С) Копирование информации без анализа D) Сопоставление различных точек зрения	ОПК-1.3.1
3.	Упорядочите этапы анализа технической информации: А) Сбор и классификация информации В) Критическая оценка достоверности С) Сравнение с аналогами D) Синтез и выводы	УК-2.У.2
4.	Установите соответствие: А) Поиск информации → 1) Поиск по ключевым словам, базам В) Критический анализ → 2) Проверка источников и логики С) Системный подход → 3) Учёт всех уровней взаимодействия	УК-2.У.2
5.	Почему инженер-приборостроитель должен владеть навыками системного подхода?	ОПК-1.В.1

6.	Упорядочите этапы: А) Анализ цели В) Формулировка задач С) Определение ограничений D) Выбор методов решения	ОПК-1.У.1
7.	Установите соответствие: А) Цель проекта → 1) Создание бортового датчика В) Задача → 2) Выбрать схему усилителя сигнала С) Метод решения → 3) Анализ по методу моделирования	ОПК-1.У.1
8.	Почему важно учитывать правовые и ресурсные ограничения на раннем этапе?	ОПК-1.В.1
9.	Что такое Критическая оценка достоверности	ОПК-1.У.2
10.	Что такое Сбор и классификация информации	ОПК-1.У.2

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:

1 часть. Введение;

2 часть. Изложение содержания (основная часть раздела/темы);

3 часть. Заключение;

4 часть. Интерактивная часть, включающая:

- демонстрацию презентации по теме лекции;

- ответы на вопросы обучающихся;

- краткая дискуссия по теме.

Краткие конспекты лекций имеются и доступны обучающимся в виде электронного ресурса и размещаются на сайте ГУАП в личном кабинете преподавателя.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;

- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;

- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия должны представлять собой занятия по решению различных прикладных задач по применению методов искусственного интеллекта, образцы которых были даны на лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению задач.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта:

1. Титульный лист.
2. Задание на курсовой проект.
3. Содержание.
4. Введение.
5. Краткое описание изделия (прибор, узел, деталь).
6. Выбор исходных заготовок и обоснование.
7. Разработка маршрута и выбор методов обработки.
8. Назначение режимов обработки и выбор оборудования.
9. Выбор средств контроля качества.
10. Расчёт и анализ технико-экономических показателей.
11. Охрана труда и безопасность производства.
12. Заключение.
13. Список использованных источников.
14. Приложения (чертежи, схемы и т.д.).

Требования к оформлению пояснительной записки:

- Формат документа: А4.
- Шрифт: Times New Roman, размер 14 пт.
- Межстрочный интервал: 1.5.
- Поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.
- Текст выравнивается по ширине, абзацный отступ – 1,25 см.
- Оформление чертежей и схем должно соответствовать требованиям ЕСКД.
- Все формулы и обозначения должны быть пояснены в тексте.
- Пояснительная записка должна быть сброшюрована и подписана студентом.

Ссылки на методические указания:

Методические указания по выполнению курсового проекта размещены в электронной библиотеке ГУАП и доступны через систему LMS на странице дисциплины «Технология приборостроения» (кафедра №23).

URL: <https://elib.guap.ru> (в разделе «Учебные материалы» по дисциплине «Технология приборостроения»)

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

11.5. 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.

Возможные методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- защита отчётов по лабораторным работам;
- проведение контрольных работ;
- тестирование;

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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