

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ  
 Руководитель направления  
 профессор, д-р техн. наук  
 (должность, уч. степень, звание)  
 О.П. Куркова  
 (инициалы, фамилия)  
 (подпись)  
 «22» \_\_06\_\_ 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
 «Технология контроля электронных средств»  
 (Наименование дисциплины)

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

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)  
 проф., д.т.н., проф.  
 (должность, уч. степень, звание)  (подпись, дата)  
 А.Н. Михайлов  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23  
 «05» \_\_06\_\_ 2023 г, протокол № \_\_7/23\_\_

Заведующий кафедрой № 23  
 проф., д.т.н., проф.  
 (уч. степень, звание)  (подпись, дата)  
 А.Р. Бестугин  
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.03(01)  
 профессор, д.т.н.  
 (должность, уч. степень, звание)  (подпись, дата)  
 О.П. Куркова  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе  
 доц., к.т.н., доц.  
 (должность, уч. степень, звание)  (подпись, дата)  
 О.Л. Балышева  
 (инициалы, фамилия)

## Аннотация

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

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

ПК-1 «Способен осуществлять проработку технического задания (ТЗ) на создание электронных средств и систем»

ПК-8 «Способен осуществлять макетирование, подготовку и проведение испытания электронных средств и систем, включая кабельные сборочные единицы»

ПК-9 «Способен осуществлять анализ причин несоответствий изготовленных электронных средств требованиям КД с целью принятия решения о необходимости доработки и/или внесения изменений в КД»

ПК-12 «Способен осуществлять проработку КД на технологичность»

ПК-13 «Способен осуществлять проработку маршрута изготовления электронных средств и кабелей, электронных изделий типа "система в корпусе"»

ПК-14 «Способен осуществлять разработку технологической документации (ТД) на сборку и монтаж электронных средств и кабелей, включая: карты входного (сборочных единиц, деталей, ПКИ и материалов), выходного технологического контроля и испытаний»

ПК-16 «Способен осуществлять отработку технологических операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей»

ПК-18 «Способен разрабатывать мероприятия, направленные на бездефектное выполнение технологических операций»

ПК-19 «Способен осуществлять разработку технических заданий на проектирование средств технологического оснащения (приспособлений, инструмента) и нестандартного оборудования»

ПК-20 «Способен осуществлять установление причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций, в том числе выявлять брак кристаллов и компонентов при изготовлении изделий типа "система в корпусе"»

ПК-21 «Способен выполнять экспериментальные и теоретические научно-исследовательские работы при исследовании электронных средств и электронных систем в процессе их создания, разрабатывать тестовые воздействия и наборы тестов для электронных средств и электронных систем, поведенческие модели электронного оборудования»

ПК-23 «Способен исследовать, выявлять и анализировать причины, последствия и критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени сложности и важности»

ПК-28 «Способен вырабатывать решения, направленные на совершенствование схмотехнических решений или изменение технического задания по результатам моделирования аналоговых блоков»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением студентами теоретических знаний и практических навыков по проектированию, внедрению и применению операций контроля электронных средств (ЭС) в процессе производства и при эксплуатации.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями изучения дисциплины «Технология контроля электронных средств» являются: формирование профессиональной подготовки по проектированию операций контроля, получение необходимых навыков в области выбора средств контроля, создания автоматизированных технологических комплексов контроля и изучение методов идентификации дефектов и признаков дефектования.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.У.1 уметь проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен осуществлять проработку технического задания (ТЗ) на создание электронных средств и систем	ПК-1.3.1 знает технические требования, предъявляемые к разрабатываемым функциональным узлам электронных средств и систем КА и РКТ
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен осуществлять макетирование, подготовку и проведение испытания электронных средств и систем, включая кабельные сборочные единицы	ПК-8.3.2 знает испытательное и измерительное оборудование, используемое для испытаний функциональных узлов электронных средств и кабельных сетей ПК-8.У.1 умеет разрабатывать программы и методики испытаний электронных средств ПК-8.В.1 владеет навыками проверки изготовленных узлов БА КА на соответствие КД
Профессиональные компетенции	ПК-9 Способен осуществлять анализ причин	ПК-9.3.1 знает основные допустимые и недопустимые дефекты в работе электронных средств и кабельных сетей

	несоответствий изготовленных электронных средств требованиям КД с целью принятия решения о необходимости доработки и/или внесения изменений в КД	ПК-9.У.1 умеет выявлять и идентифицировать причины неисправностей и отказов в работе электронных средств и кабельных сетей ПК-9.В.1 владеет навыками определения допустимых и недопустимых дефектов в работе БА КА
Профессиональные компетенции	ПК-12 Способен осуществлять проработку КД на технологичность	ПК-12.3.2 знает методологию оценки технологичности изделий
Профессиональные компетенции	ПК-13 Способен осуществлять проработку маршрута изготовления электронных средств и кабелей, электронных изделий типа "система в корпусе"	ПК-13.У.1 умеет разрабатывать и оптимизировать маршруты изготовления изделий с использованием специальных прикладных компьютерных программ
Профессиональные компетенции	ПК-14 Способен осуществлять разработку технологической документации (ТД) на сборку и монтаж электронных средств и кабелей, включая: карты входного (сборочных единиц, деталей, ПКИ и материалов), выходного технологического контроля и испытаний	ПК-14.У.1 умеет разрабатывать технологическую документацию (ТД): единичные, типовые, групповые технологические процессы
Профессиональные компетенции	ПК-16 Способен осуществлять отработку технологических операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей	ПК-16.У.1 умеет осуществлять отработку операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей
Профессиональные компетенции	ПК-18 Способен разрабатывать	ПК-18.3.1 знает основные допустимые и недопустимые технологические дефекты при

	мероприятия, направленные на бездефектное выполнение технологических операций	выполнении технологических операций, в том числе при изготовлении электронных изделий типа "система в корпусе" ПК-18.В.1 владеет навыками разработки мероприятий, направленных на бездефектное выполнение технологических операций
Профессиональные компетенции	ПК-19 Способен осуществлять разработку технических заданий на проектирование средств технологического оснащения (приспособлений, инструмента) и нестандартного оборудования	ПК-19.3.1 знает номенклатуру и характеристики основного оборудования и оснастки, необходимых для выполнения технологических операций ПК-19.У.1 умеет разрабатывать технические задания на проектирование средств технологического оснащения и нестандартного оборудования, в том числе для обеспечения автоматизации выполнения технологических операций ПК-19.В.1 владеет навыками обоснования необходимости проектирования и изготовления нестандартных средств технологического оснащения и нестандартного оборудования
Профессиональные компетенции	ПК-20 Способен осуществлять установление причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций, в том числе выявлять брак кристаллов и компонентов при изготовлении изделий типа "система в корпусе"	ПК-20.3.1 знает порядок технологического сопровождения процессов изготовления электронных средств и кабелей, установления причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций ПК-20.У.1 умеет определять и анализировать выявленные отклонений от требований КД и ТД ПК-20.В.1 владеет навыками установление причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций ПК-20.В.2 владеет навыками разработки проекта мероприятий по предупреждению отклонений от требований КД и ТД, в том числе с использованием прикладных компьютерных программ
Профессиональные компетенции	ПК-21 Способен выполнять экспериментальные и теоретические научно-исследовательские работы при исследовании электронных средств и электронных систем в процессе их создания,	ПК-21.3.1 знает методологию проведения экспериментальных и теоретических исследований

	разрабатывать тестовые воздействия и наборы тестов для электронных средств и электронных систем, поведенческие модели электронного оборудования	
Профессиональные компетенции	ПК-23 Способен исследовать, выявлять и анализировать причины, последствия и критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени сложности и важности	ПК-23.3.2 знает возможные причины отказов электронных средств в процессе эксплуатации
Профессиональные компетенции	ПК-28 Способен вырабатывать решения, направленные на совершенствование схмотехнических решений или изменение технического задания по результатам моделирования аналоговых блоков	ПК-28.У.2 умеет проверять соответствие характеристик СФ-блока характеристикам поведенческих моделей

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- « Введение в направление»;
- « Основы теории точности и методы взаимозаменяемости»;
- «Технология конструкционных материалов»
- «Элементная база и БНК ЭС»;
- «Технология производства ЭС»;

- «Физико-химические основы технологии ЭС»;
- «Технологии сборки и монтажа ЭС»;
- «Основы конструирования ЭС».

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

- «Выполнение выпускных квалификационных работ бакалавров»;
- «Изучение дисциплин по программе магистерской подготовки».

### 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
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	15	15
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	93	93
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Технический контроль при производстве изделий приборостроения и в процессе эксплуатации приборной аппаратуры Тема 1.1. Цели и задачи технического контроля Тема 1.2. Понятия и определения по техническому контролю Тема 1.3. Классификация объектов контроля	6	-	-	-	24

Раздел 2. Методология и методические основы проектирования операций технического контроля Тема 2.1 – Программы контроля и их разработка Тема 2.2 – Проектирование технического контроля Тема 2.3 - Выбор и оптимизация контролируемых параметров Тема 2.4 - Область существования результатов контроля Тема 2.5 - Достоверность результатов контроля Тема 2.6 - Искусственный интеллект в решении задач контроля и диагностики	8	-	-	-	17
Раздел 3. Технологические основы проектирования операций контроля в производственном процессе Тема 3.1 - Виды технического контроля в производственном процессе Тема 3.2 - Режимы проведения контроля изделий Тема 3.3 - Место технического контроля в системе управления качеством Тема 3.4 - Организационно-технологические схемы контроля Тема 3.5 - Проектирование технологических операций контроля Тема 3.6 - Технические средства контроля и диагностики	14	-	13	-	29
Раздел 4. Проектирование операций контроля технического состояния авиационного и ракетно-космического приборного оборудования (АРКПО) Тема 4.1 – Характеристики АРКПО Тема 4.2 - Виды и формы технического обслуживания Тема 4.3 - Постановка задачи поиска неисправностей и прогнозирования технического состояния	6	-	4	-	23
Итого в семестре:	34	-	17	-	93
Итого	34	0	17	0	93

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	Технический контроль при производстве изделий приборостроения и в процессе эксплуатации приборной аппаратуры  Тема 1.1 - Нормативно-техническая документация технического контроля. Цели и задачи операций контроля в

	<p>производственном процессе и при эксплуатации. Виды и правила оформления рабочей технологической документации на контрольные операции.</p> <p>Тема 1.2 - Понятия и определения по техническому контролю. Контролируемый параметр. Проверка. Пространство проверок. Состояния объекта контроля. Пространство состояний, его описание. Графы состояний, таблицы переходов, таблицы состояний. Наблюдаемость процесса контроля. Достоверность результатов контроля. Планы контроля. Стратегии контроля. Контролепригодность объектов контроля.</p> <p>Тема 1.3 - Классификация объектов контроля. Изделия, процесс, оборудование и производственная среда как объекты контроля. Системное представление контроля в производственном процессе.</p>
2	<p>Методология и методические основы проектирования операций технического контроля</p> <p>Тема 2.1 – Программы контроля и их разработка. Выбор и оптимизация контролируемых параметров.</p> <p>Тема 2.2 - Теоретико-математические основы решения типовых задач проектирования операций контроля. Определение пространства проверок. Определение глубины и полноты контроля. Методы выбора состава и последовательности проверок (контрольных операций).</p> <p>Тема 2.3 - Выбор и оптимизация контролируемых параметров технологических процессов и операций.</p> <p>Тема 2.4 - Область существования результатов контроля. Алгоритм последовательных приближений в пространстве стратегий поиска с использованием марковских процессов.</p> <p>Тема 2.5 - Методики оценки достоверности результатов контроля. Ошибки 1-го и 2-го рода при контроле.</p> <p>Тема 2.6 - Методы искусственного интеллекта в решении задач контроля и поиска неисправностей. Задача нахождения оптимума пространства проверок. Графы решения задачи контроля и поиска неисправностей. Матрицы состояний объекта.</p>

<p style="text-align: center;">3</p>	<p>Технологические основы проектирования операций контроля в производственном процессе</p> <p>Тема 3.1 - Виды технического контроля в производственном процессе. Система классификационных признаков вида технического контроля. Признаки классификации и соответствующие им виды технического контроля: по стадии создания и существования продукции (производственный, эксплуатационный); по этапу производства (входной, операционный, приемочный, инспекционный); по месту в технологическом процессе (выносной, встроенный, подвижный); по объему контроля (сплошной, выборочный); по поступлению информации о контролируемых признаках (непрерывный, периодический, летучий); по виду решаемой задачи (текущий, профилактический, прогнозирующий); по виду управляющих воздействий (активный, пассивный); по влиянию на объект (разрушающий, неразрушающий); по применению средств контроля (измерительный, допусковый, регистрационный, органолептический, визуальный, технический осмотр).</p> <p>Тема 3.2 - Общие понятия о режимах проведения контроля изделий. Постановка задач контроля функционирования, контроля работоспособности, контроля и поиска неисправности, диагностического контроля, прогнозирующего контроля.</p> <p>Тема 3.3 - Место технического контроля в системе управления качеством. Задачи системы контроля по обеспечению бездефектности производства изделий. Теоретико-математическая модель наследования погрешностей сборочных элементов изделия. Качественная модель системного анализа наследования погрешностей на входе сборочной системы.</p> <p>Тема 3.4 - Организационно-технологические схемы контроля в ТП заготовительно-обрабатывающего производства, в ТП физико-химических методов обработки и изготовления, в ТП сборки и монтажа приборов и устройств.</p> <p>Тема 3.5 - Проектирование технологических операций контроля. Проектирование операций контроля в заготовительном производстве.</p> <p>Проектирование операций контроля в механообрабатывающем производстве. Проектирование</p>
--------------------------------------	---

	<p>операций контроля в сборочном производстве. Проектирование контроля при выполнении операций пайки, сварки, термообработки, операций физико-химической обработки, нанесения покрытий и др. Контроль геометрических параметров и формы деталей. Контроль физико-механических параметров материала и поверхностного слоя деталей. Контроль пленочных материалов и пленок на подложках. Контроль параметров жидких и газообразных сред. Контроль герметичности изделий. Контроль электрических и электромагнитных параметров комплектующих электрорадиоизделий, узлов, приборов и приборных комплексов.</p> <p>Тема 3.6 - Технические средства контроля и диагностирования. Классификация технических средств контроля. Выбор технических средств контроля. Характеристика применимости средств неразрушающего контроля в технологических операциях изготовления. Средства автоматизации операций контроля. Системы технического контроля, принципы проектирования, задачи системного анализа. Разработка структуры системы контроля и ее оптимизация. Постановка и решение задач структурного и параметрического синтеза системы контроля. Оценка эффективности применения средств контроля.</p>
4	<p>Проектирование операций контроля технического состояния авиационного и ракетно-космического приборного оборудования (АРКПО)</p> <p>Тема 4.1 – Характеристики АРКПО как объектов эксплуатационного контроля. Виды технического эксплуатационного контроля. Методические основы проектирования процесса обслуживания АРКПО при эксплуатации. Техническая документация операций технического обслуживания АРКПО. Цели и задачи технического обслуживания бортовой приборной аппаратуры самолетов и ракет и приборного оборудования аэропортов и ракетных комплексов.</p> <p>Тема 4.2 - Виды и формы технического обслуживания (ТО). Организация ТО. Методы ТО. Классификация стратегий ТО. Стратегия ТО по состоянию с контролем уровня надежности. Стратегия ТО по состоянию с контролем параметров. Формирование режимов ТО. Виды работ по ТО. Регламенты и технологические указания. Разработка регламента ТО.</p>

	<p>Определение оптимальной периодичности ТО.</p> <p>Тема 4.3 - Постановка задачи поиска неисправностей и прогнозирования состояния АРКПО. Режимы проведения контроля АРКПО. Контроль функционирования. Контроль работоспособности. Диагностический контроль. Контроль и поиск неисправностей. Прогнозирующий контроль. Разработка программ контроля. Выбор и оптимизация контролируемых параметров. Определение глубины и полноты контроля. Технические средства контроля и диагностирования АРКПО. Выбор технических средств контроля и диагностирования. Средства автоматизации операций контроля. Оценка эффективности применения средств контроля.</p>
--	--

#### 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 7				
1	Исследование процесса синтеза и оптимизация модулей технологического комплекса контроля	2	1	1-2
2	Цикл работ (3 лаб. работы) «Исследование качества монтажных соединений электронных узлов и микросборок»	2	1	2-3
3	Исследование операций входного контроля	4	2	2-3
4	Исследование видов неразрушающего контроля и разработка ТП контроля электронных компонентов	4	2	2-3
5	Выбор оптимальной периодичности контроля в процессе эксплуатации	3	1	3-4

6	Исследование процесса поиска неисправности	2	1	3-4
Всего		17		

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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	26	26
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	27	27
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	40	40
Всего:	93	93

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	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	100

проектирование технического контроля в приборостроении. Технологический контроль в механообрабатывающем и заготовительном производствах: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2003.	
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
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26 и №27 от 31.01.2023 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	Мультимедийная лекционная аудитория	13-07
2	Специализированная лаборатория «Технологии контроля и испытаний приборов и электронных средств»	14-06В

#### 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;

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 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 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»	– 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»	– 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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Классификация видов технического контроля	ПК-20.3.1
2	Классификация видов производственного контроля	ПК-20.3.1
3	Выбор вида производственного контроля	УК-2.У.1
4	Критерии выбора решений при проектировании технологии контроля	ПК-12.3.2
5	Определение цели и задач контроля	ПК-20.3.1
6	Изделия как объект производственного контроля	ПК-12.3.2
7	Параметры объектов контроля в производственном процессе	ПК-12.3.2
8	Структура системы контроля качества предприятия	ПК-12.3.2
9	Организация контроля в зависимости от типа производства	ПК-19.3.1
10	Формирование множества контролируемых параметров объектов контроля	УК-2.У.1
11	Формирование ТТ на контроль объекта	УК-2.У.1
12	Разработка структуры операций контроля качества в производственном процессе	УК-2.У.1
13	Выбор стратегии контроля	ПК-14.У.1
14	Выбор стратегии контроля в мелкосерийном многономенклатурном производстве	ПК-14.У.1
15	Синтез технологической операции контроля. Варианты задач	УК-2.У.1
16	Синтез технологической операции контроля. Исходная база синтеза и ограничения	УК-2.У.1
17	Схема синтеза ТП контроля изделий	ПК-14.У.1
18	Методическое и алгоритмическое обеспечение решения задач синтеза ТП контроля	ПК-12.3.2
19	Параметрический синтез процесса контроля объекта	ПК-21.3.1
20	Технологический синтез процесса контроля объекта	ПК-21.3.1
21	Методика FMEA-анализа при проектировании контроля ответственных изделий	ПК-12.3.2
22	Цели и задачи FMEA-анализа (по ГОСТ 51901.12)	УК-2.У.1
23	Процедура анализа видов и последствий отказов (по ГОСТ 51901.12)	ПК-1.3.1
24	Схема выполнения FMEA-анализа (по ГОСТ 51901.12)	ПК-1.3.1

25	Анализ потенциальных дефектов на основе методики FMEA-анализа	ПК-12.3.2
26	FMEA-анализ ТП процессов как объектов контроля	ПК-12.3.2
27	FMEA-анализ технологического оборудования как объекта контроля	ПК-12.3.2
28	Критерии оценки комплексного риска дефекта	ПК-9.3.1
29	Взаимосвязь видов и последствий отказов в иерархической структуре контролируемой системы	ПК-23.3.2
30	Классификация тяжести последствий отказа (по ГОСТ 51901.12)	ПК-9.3.1
31	Ранжирование отказов по тяжести последствий (по ГОСТ 51901.12)	ПК-9.3.1
32	Ошибки 1-го и 2-го рода в контрольно-испытательных операциях	ПК-9.3.1
33	Методика оценки достоверности результатов контроля	ПК-12.3.2
34	Разработка структуры системы контроля производственного процесса	ПК-13.У.1
35	Методика оценки эффективности системы контроля	ПК-12.3.2
36	Критерии оценки эффективности системы контроля, их выбор	ПК-12.3.2
37	Принципы координатного метода контроля	ПК-18.3.1
38	Анализ и оценка применимости видов и методов контроля в ТП монтажа	ПК-12.3.2
39	Задачи проектирования входного контроля изделий	УК-2.У.1
40	Виды операционного контроля в ТП монтажа электронных узлов, их выбор	УК-2.У.1
41	Организация входного контроля	УК-2.У.1
42	Порядок проведения входного контроля	ПК-13.У.1
43	Факторы, определяющие решения по входному контролю изделий	ПК-12.3.2
44	Технологическое проектирование входного контроля	ПК-13.У.1
45	Алгоритм автоматизированного проектирования входного контроля	ПК-12.3.2
46	Характеристика операций контроля сварных соединений	ПК-14.У.1
47	Анализ видов дефектов сварных соединений	ПК-9.3.1
48	Подповерхностные и внутренние дефекты сварных соединений	ПК-9.3.1
49	Операции контроля в ТП изготовления печатных плат	ПК-14.У.1
50	Анализ требований стандартов IPC по качеству паяных соединений	ПК-12.3.2
51	Электрический (схемотехнический) контроль в процессе монтажа	ПК-9.У.1
52	Электрическое тестирование ПП. Типы адаптеров	ПК-9.У.1
53	Операции контроля в заготовительных ТП	ПК-9.У.1
54	Операции контроля в механообрабатывающих ТП	ПК-9.У.1
55	Контроль с применением координатно-измерительных машин	ПК-19.3.1
56	Контроль с использованием измерительных роботов	ПК-9.В.1
57	Контроль качества покрытий	ПК-23.3.2
58	Надежность паяных соединений	ПК-23.3.2
59	Контроль при лазерной пайке и сварке	ПК-19.3.1
60	Контрольные операции с использованием оптико-электронных средств	ПК-23.3.2
61	Оценка технического состояния. Анализ терминов и понятий	УК-2.У.1
62	Разработка процесса контроля технического состояния	ПК-14.У.1
63	FMEA-анализ конструкции изделия как объекта контроля	ПК-12.3.2
64	Функция качества изделия и ее определение	УК-2.У.1
65	Функция состояния изделия и ее определение	УК-2.У.1
66	Построение шкалы качества изделия	ПК-23.3.2
67	Выбор метода контроля технического состояния изделия	УК-2.У.1

68	Проектирование процесса контроля технического состояния (диагностирования)	ПК-14.У.1
69	Проектирование процесса поиска места отказа (тестирования)	ПК-9.У.1
70	Прогнозирование состояния объекта контроля по безотказности	ПК-9.У.1
71	Прогнозирование состояния объекта контроля по долговечности	ПК-9.У.1
72	Классификация методов контроля при эксплуатации	ПК-9.3.1
73	Аппаратный вид контроля изделия	ПК-9.3.1
74	Программный вид контроля изделия	ПК-9.3.1
75	Сравнительная оценка аппаратного и программного контроля	УК-2.У.1
76	Виды и методы измерений при контроле	ПК-9.3.1
77	Признаки классификации видов погрешностей измерений при контроле	ПК-9.3.1
78	Систематические и случайные погрешности измерений при контроле	ПК-9.3.1
79	Абсолютная и относительная погрешность измерения при контроле	ПК-9.3.1
80	Характеристики измерительной аппаратуры в системах контроля	ПК-8.3.2

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Учебным планом 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:

- в начале лекции доводятся тема лекции, вопросы лекции, источники, где данный материал может быть использован для углубленного обучения;
- материал лекции подается последовательно в соответствии с названными вопросами;
- после каждого лекционного вопроса делается вывод и предлагается задать вопросы по поданному материалу.
- в конце лекции делаются выводы по всей лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.  
Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий  
Учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

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

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

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

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание на выполнение лабораторной работы должно быть выдано в виде методических указаний к ее выполнению, исходных данных и формы отчетности. Лабораторная работа слушателем выполняется самостоятельно по методическим указаниям в присутствии преподавателя.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать:

- титульный лист отчета о лабораторной работе, с указанием ее названия, времени проведения и автора;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- задание на выполнение работы и результаты;
- выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- перечень исходных данных, введенных значений и варьируемых значений параметров;
- схему решения задачи (укрупненную блок-схему алгоритма) и основные расчетные выражения;
- выходные результаты проектирования (расчета);
- сравнительный анализ вариантов решенной задачи, выводы по работе с необходимыми иллюстрациями.

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

Учебным планом не предусмотрено.

11.6. 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).

11.7. 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.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

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

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

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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