

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №6

УТВЕРЖДАЮ

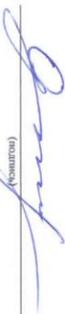
Руководитель направления

Д.Э.Н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.В. Орехилов

(инициал, фамилия)



«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая метрология»  
(Название дисциплины)

Код направления	27.03.01
Наименование направления/специальности	Стандартизация и метрология
Наименование специальности	Метрология, стандартизация, сертификация
Форма обучения	заочная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

ДОЛ., К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)



31.08.2021 А.С. Степанкина

(инициал, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«31» августа 2021 г. протокол № 19

/Заведующий кафедрой № 6

Д.Э.Н., проф.

(уч. степень, звание)



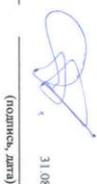
31.08.2021 В.В. Орехилов

(инициал, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.03.01(01)

ДОЛ., К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)



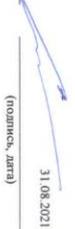
31.08.2021 А.С. Степанкина

(инициал, фамилия)

Заместитель директора института ФИПИ по методической работе

ДОЛ., К.Т.Н., ДОЛ.

(должность, уч. степень, звание)



31.08.2021 М.С. Смирнова

(инициал, фамилия)

Санкт-Петербург 2021 г.

## Аннотация

Дисциплина «Цифровая метрология» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» направленность «Метрология, стандартизация, сертификация». Дисциплина реализуется кафедрой №6.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессиональных компетенций:

ПК-26 «цифровая метрология».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с нормативными и организационно-техническими основами проведения чемпионатов WorldSkills и компетенции «Цифровая метрология». Рассматриваются организация и проведение автоматического контроля качества продукции, который позволяет снизить стоимость контроля, уменьшить число ошибок и длительность контроля, смягчить последствия нехватки персонала, а также избежать монотонности в работе контролера; типы, номенклатура, конструктивные и метрологические характеристики средств измерений; принципы выбора методов и средств измерений, основы разработки стратегии измерений и измерительных программ для контроля параметров конкретной детали сложной формы по требованиям рабочего чертежа; порядок подготовки и проведения измерений с использованием различных контрольно-измерительных средств / измерительных машин..

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков в области организации и проведения чемпионатов WorldSkills, компетенции Т34 «Цифровая метрология»: документации, измерительного оборудования и оснастки, специализированного программного обеспечения. Кроме того, целью дисциплины является получение практических навыков в вопросах выбора методов и средств измерений, разработки стратегии измерений и измерительных программ для контроля параметров конкретной детали сложной формы по требованиям рабочего чертежа, порядка подготовки и проведения измерений с использованием различных контрольно-измерительных средств / измерительных машин.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК-26 «цифровая метрология»:

знать - стандарты, нормативные документы по нормированию точности и метрологическому обеспечению, основные нормативные документы компетенции «Цифровая метрология» по стандартам WorldSkills; различные типы и номенклатуру средств измерений, используемых инструментов и приспособлений (щупов, датчиков, фиксирующих устройства и др.); конструктивные и метрологические характеристики средств измерений, в том числе специальных (для измерения узких канавок, зубчатых колес, резьбы и т.д.);

уметь - находить и отличать требования к различным элементам деталей и узлов (форма и расположение поверхностей, шероховатость поверхности); выбирать измерительные инструменты/приборы (щупы, датчики и т.д.), вспомогательные и фиксирующие приспособления (тиски, призмы, прижимы и т.д.) исходя из спланированной стратегии измерений;

владеть навыками – выбора методов и средств измерений для контроля параметров конкретной детали по требованиям рабочего чертежа; подбора инструмента для контроля деталей различной формы и конфигурации, навыками практического освоения настройки приборов и оборудования для контактных и бесконтактных измерений, настройкой программного обеспечения, необходимого для запуска измерительного оборудования и запуска процесса записи и сохранения измеренных данных,;

иметь опыт деятельности – по разработке стратегии измерений для контроля параметров конкретной детали по требованиям рабочего чертежа; по разработке измерительных программ для различных измерительных систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Инженерная и компьютерная графика;
- Математика. Теория вероятностей и математическая статистика;
- Метрология;
- Методы и средства измерений;
- Основы информатизации измерений;
- Взаимозаменяемость и нормирование точности;

- Информатика;
- Физические основы измерений и эталоны;
- Электротехника;
- Электроника.

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

- Прикладная метрология;
- Метрологическая экспертиза;
- Метрологическое обеспечение жизненного цикла продукции;
- Цифровые методы и средства измерений.

### 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/ 108	3/ 108
<i>Из них часов практической подготовки</i>	8	8
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i> <i>В том числе</i>	12	12
лекции (Л), (час)	4	4
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	9	9
<i>Самостоятельная работа, всего</i>	87	87
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Движение WorldSkills и компетенция «Цифровая метрология». Тема 1.1. Движение WorldSkills: история развития, цель и задачи, структура. Тема 1.2. Понятие цифровой метрологии. Тема 1.3. Компетенция WorldSkills «Цифровая метрология»: описание, оборудование, проведение чемпионатов. Разбор конкурсного задания компетенции «Цифровая метрология».	1				25
Раздел 2. Нормирование точности типовых элементов деталей и узлов Тема 2.1. Система допусков и посадок ИСО. Тема 2.2. Требования отечественных и международных стандартов по нормированию точности.	1				20
Раздел 3. Измерения современными измерительными приборами и системами Тема 3.1. Компания Mitutoyo - производитель оборудования цифровой метрологии. Тема 3.2. Современные цифровые измерительные приборы и системы: измерительный инструмент, контурограф, кругломер, видеоизмерительная машина, профилометр.	1		6		20
Раздел 4. Трехкоординатные измерения на координатно-измерительных машинах Тема 4.1. Классификация и технические возможности координатно-измерительных машин. Тема 4.2. Методика проведения измерений на координатно-измерительных машинах.	1		2		22
Итого в семестре:	4		8		87
Итого:	4	0	8	0	87

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1. Движение WorldSkills и компетенция «Цифровая метрология».	<p>Тема 1.1. Движение WorldSkills: история развития, цель и задачи, структура. История зарождения и развития движения WorldSkills, особенности национального уровня.</p> <p>Тема 1.2. Понятие цифровой метрологии. Цифровая метрология как важнейший элемент цифровой трансформации в научно-производственной сфере. Цели, задачи и элементы цифровой метрологии.</p> <p>Тема 1.3. Компетенция WorldSkills «Цифровая метрология»: описание, оборудование, проведение чемпионатов. Разбор конкурсного задания компетенции «Цифровая метрология». Описание и содержание компетенции на базе ГУАП. Организация вузовских чемпионатов WorldSkills. Содержание конкурсной документации и заданий компетенции «Цифровая метрология».</p>
Раздел 2. Нормирование точности типовых элементов деталей и узлов	<p>Тема 2.1. Система допусков и посадок ИСО. Система отверстия и система вала. Классы допуска, типовые посадки с зазором, натягом и переходные.</p> <p>Тема 2.2. Требования отечественных и международных стандартов по нормированию точности. Обзор основ взаимозаменяемости типовых элементов деталей и узлов: гладкие цилиндрические соединения, углы и конусы, подшипники качения, резьбовые соединения, зубчатые колеса и передачи, шлицевые и шпоночные соединения.</p>
Раздел 3. Измерения современными измерительными приборами и системами	<p>Тема 3.1. Компания Mitytoyo - производитель оборудования цифровой метрологии. История фирмы Mitytoyo. История становления и развития компании Mitytoyo. Ассортимент метрологического оборудования.</p> <p>Тема 3.2. Современные цифровые измерительные приборы и системы: измерительный инструмент, контурограф, кругломер, видеоизмерительная машина, профилометр. Классификация измерительного оборудования. Назначение и метрологические характеристики приборов и систем. Методика работы с оборудованием</p>
Раздел 4. Трехкоординатные измерения на координатно-измерительных машинах	<p>Тема 4.1. Классификация и технические возможности координатно-измерительных машин. Основы работы КИМ, принцип работы воздушных подшипников, механизма поворота щупа и регулировки движения осей XYZ.</p> <p>Тема 4.2. Методика проведения измерений на координатно-измерительных машинах. Анализ и выбор баз. Разработка стратегии измерений. Основные операции при работе с КИМ.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – 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 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1	Процедура проведения калибровки КИМ	2	2	4
2	Калибровка контурографа, кругломера	2	2	3
3	Измерения шероховатости поверхностей	2	2	3
4	Определение геометрических параметров детали	2	2	3
Всего:		8	8	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		

Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	30	30
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7
Всего:	87	87

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

## 6. Перечень основной и дополнительной литературы

### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
006 О-75	Основы метрологии: учебник / Окрепилов В.В. и др. – СПб: ГУАП, 2020. 479 стр.	5
	Афанасьев, А. А. Взаимозаменяемость и нормирование точности : учебник / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 427 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — <a href="http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5a57059aaba317.28249851">www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5a57059aaba317.28249851</a> . - ISBN 978-5-16-105908-1. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://new.znanium.com/catalog/product/1021782">https://new.znanium.com/catalog/product/1021782</a>	
	Завистовский, В. Э. Допуски, посадки и технические измерения : учебное пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 278 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015152-6. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1062397">https://znanium.com/catalog/product/1062397</a>	
	Клименков, С. С. Нормирование точности и технические измерения в машиностроении : учебник / С.С. Клименков. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2018. — 248 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006881-7. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/976506">https://znanium.com/catalog/product/976506</a>	

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Оптические измерения : учебное пособие / А. Н. Андреев, Е. В. Гаврилов, Г. Г. Ишанин [и др.]. - Москва : Университетская книга ; Логос, 2020. - 416 с. - ISBN 978-5-98704-173-2. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1213072">https://znanium.com/catalog/product/1213072</a>	
	Лобастов, С. А. Основы метрологии и методы измерения физических величин : учебное пособие / С. А. Лобастов. - Саров : РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2018. - 412 с. - ISBN 978-5-9515-0406-7. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1230803">https://znanium.com/catalog/product/1230803</a>	

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
<a href="https://worldskills.ru/">https://worldskills.ru/</a>	Сайт союза «Молодые профессионалы» WorldSkills
<a href="https://www.youtube.com/channel/UCpump66lw7nBVrOZaoV0x4g">https://www.youtube.com/channel/UCpump66lw7nBVrOZaoV0x4g</a>	U-Tube канал «Конструктор Стрим»
<a href="https://www.youtube.com/user/Eksmast">https://www.youtube.com/user/Eksmast</a>	U-Tube канал «Мастерская Виктора Леонтьева»
<a href="https://www.vniiftri.ru/">https://www.vniiftri.ru/</a>	Эталоны Всероссийского НИИ физико-технических радиоизмерений
<a href="https://docs.cntd.ru/document/1200166732">https://docs.cntd.ru/document/1200166732</a>	Электронный фонд нормативной информации «Техэксперт»

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.  
Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	MeasureLink
2	QS-Pack

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.  
Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы 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	
2	Лаборатория «Цифровой метрологии»	52-50

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ПК-26 «цифровая метрология»	
8	Цифровая метрология

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$K \leq 54$	«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>

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести калибровку координатно-измерительной машины для конкретного положения измерительного щупа</li> <li>2. Для каких измерений используют координатно-измерительные машины? Привести последовательности действий при проведении измерений на координатно-измерительной машине и базовые методы оценки погрешности результатов измерений.</li> </ol>

2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести калибровку контурографа, установку детали для измерения контура.</li> <li>2. Для каких измерений используют контурограф? Привести последовательность действий при проведении измерений на контурографе и базовые методы оценки погрешности результатов измерений</li> </ol>
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести измерение шероховатости поверхностей детали, оценить погрешность измерений.</li> <li>2. Привести известные методы измерения шероховатостей и базовые методы оценки погрешности результатов измерений</li> </ol>
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести калибровку кругломера, центрирование и нивелирование закрепленной на столе детали.</li> <li>2. Привести известные методы измерения отклонений формы и расположения поверхностей (круглости, цилиндричности, соосности, биения) и базовые методы оценки погрешности результатов измерений</li> </ol>
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить измерительным инструментом геометрические параметры детали: длину, диаметр вала, диаметр внутреннего отверстия. Оценить погрешность.</li> <li>2. Привести известные методы измерения линейных размеров деталей и базовые методы оценки погрешности результатов измерений</li> </ol>

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	<p>Характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся зазоров или натягов называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) = посадкой</li> <li>b) ~ сопряжением</li> <li>c) ~ основным отклонением</li> </ol>

2	<p>Определите какое звено является регулирующим</p> <p>a) =C b) ~A c) ~B</p>
3	<p>Определите правильную запись, обозначенную на чертеже отверстия</p> <p>a) =<math>\varnothing 40+0,025</math> b) ~<math>\varnothing 40p7H7</math> c) ~<math>40p7(+0,025;-0,34)</math></p>
4	<p>Диаметр отверстия значительно меньше диаметра вала — посадка</p> <p>a) = с натягом b) ~с зазором c) ~переходная</p>
5	<p>Диаметр отверстия значительно больше диаметра вала — посадка:</p> <p>a) =с зазором b) ~с натягом c) ~переходная</p>
6	<p>Абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями называется:</p> <p>a) =ответ 1 и 2 верны b) ~полем допуска c) ~допуском</p>
7	<p>В системе СЭВ для размеров до 10000 мм установлено _____ квалитетов:</p> <p>a) =19 b) ~14 c) ~21</p>
8	<p>Характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся зазоров или натягов называется:</p> <p>a) =посадкой b) ~сопряжением c) ~основным отклонением</p>
9	<p>Верхнее предельное отклонение в системе отверстия обозначается:</p> <p>a) =ES b) ~Ew c) ~<math>\pm ES</math></p>
10	<p>Абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями называется:</p> <p>a) =ответ 1 и 2 верны b) ~полем допуска c) ~допуском</p>
11	<p>Обозначенный размер на рисунке представлен:</p> <p>a) =в системе вала b) ~в системе отверстия c) ~открытый размер</p>
12	<p>Обозначенный размер на рисунке представлен:</p> <p>a) =в системе отверстия b) ~в системе вала c) ~открытый размер</p>

13	<p>Номинальный размер :</p> <p>a) =размер, относительно которого определяют предельные размеры и который служит началом отсчёта отклонений</p> <p>b) ~размер, определяющий величину и форму детали</p> <p>c) ~размер, необходимый для изготовления и контроля детали</p>
14	<p>Взаимозаменяемость это:</p> <p>a) =возможность беспригоночной сборки любых независимо изготовленных с заданной точностью</p> <p>b) ~Свойство быстрой собираемости и возможности равноценной замены, но с потерей точности</p> <p>c) ~однотипных деталей</p> <p>d) ~выполнение требований к замене бракованных деталей.</p>
15	<p>Дайте правильный перевод известным формулировкам:</p> <p>a) =Допуск IT = Internal tolerance; Верхние и нижние отклонения, ES = Ecart Superieur,</p> <p>b) ~EI = Ecart Interieur</p> <p>c) ~Допуск IT = International teacher; Верхние и нижние отклонения, ES = Ecart Superfinisher,</p> <p>d) ~EI = Ecart Interieur</p> <p>e) ~Допуск IT = International tool; Верхние и нижние отклонения, ES = Ecart Superfinisher,</p> <p>f) ~EI = Ecart Interieur</p>
16	<p>Ø100 G7/h6 обозначает, что это посадка:</p> <p>a) =в системе вала</p> <p>b) ~в системе отверстия</p> <p>c) ~переходная</p>
17	<p>Как называется график, изображенный на рисунке:</p> <p>a) =Осциллограмма</p> <p>b) ~График частотной характеристики</p> <p>c) ~График профиля</p>
18	<p>Определите чего не хватает в указании базы:</p> <p>a) =Допуска</p> <p>b) ~Предела минимума материала</p> <p>c) ~Обозначения отклонения от геометрии</p>
19	<p>Что за инструмент обозначен на рисунке</p> <p>a) =Штанген-рейсмас</p> <p>b) ~Штанген-циркуль</p> <p>c) ~Профилометр</p>
20	<p>Посмотрите на рисунок, какой калибр обозначен?</p> <p>a) =Калибр-скоба</p> <p>b) ~Калибр - кольцо</p> <p>c) ~Калибр регулируемый</p>
21	<p>Посмотрите на рисунок, какой калибр обозначен?</p> <p>a) =Калибр регулируемый</p> <p>b) ~Калибр-скоба</p> <p>c) ~Калибр гладкий</p>
22	<p>Посмотрите на чертеж. Что значит определение «CZ»?</p> <p>a) =Общее поле допуска</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>b) ~Зависимый допуск</li> <li>c) ~Правило прилегания «Е»</li> </ul>
23	<p>Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер TED обозначение «LE» - это</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) =Элемент-линия</li> <li>b) ~Смещенное поле допуска</li> <li>c) ~Зависимый допуск</li> </ul>
24	<p>Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер TED:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) = Все ответы верны</li> <li>b) ~TED - размер, который применяют при выполнении различных операций (например операций присоединения, разделения или набора).</li> <li>c) ~TED может быть линейным или угловым.</li> <li>d) ~TED может определять протяженность или относительное месторасположение части какого-либо элемента</li> </ul>
25	<p>Правило Тейлора гласит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) =если размер размерного элемента везде равен пределу максимума материала, то элемент должен иметь идеальную цилиндрическую форму, после указания допуска указывается знак «Е», распространяется чаще всего, при установке подшипников</li> <li>b) ~если размер размерного элемента везде равен пределу максимума материала, то элемент должен иметь идеальную цилиндрическую форму.</li> <li>c) ~если размер размерного элемента везде равен пределу максимума материала, то элемент должен иметь идеальную цилиндрическую форму, после указания допуска указывается знак «Е»</li> </ul>
26	<p>Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер TED обозначение «UZ» - это</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) =Смещенное поле допуска</li> <li>b) ~Зависимый допуск</li> <li>c) ~Элемент-линия</li> </ul>
27	<p>Как обозначаются зависимые допуски:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) =M L R</li> <li>b) ~H</li> <li>c) ~E</li> </ul>

#### 5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	Разработка методики измерений параметров Ra на профилометре с последующим выводом результатов измерений на печать
2	Расчет верхнего и нижнего отклонения нескольких сложенных концевых мер длины
3	Описание возможностей программы QS-Pack
4	Исследование зависимости величины воздушного зазора на видеоизмерительной

	машине на точность измерения детали
--	-------------------------------------

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области поиска и синтеза информации, проведения аттестации рабочих эталонов, выполнением работ по обеспечению достоверности результатов измерений, освоением принципов контроля готовой продукции с целью недопущения выпуска брака, осуществлением подготовки документов для процедуры аккредитации, достоверности результатов измерений для оценки соответствия продукции в процессе производства, осуществлением поверки и калибровки средств измерений, а также получения практических навыков по оценке основных типов погрешностей и навыков работы с документацией, применяемой в процессе подготовки участников к Открытым отборочным чемпионатам, Национальным чемпионатам и Межвузовским чемпионатам по стандартам World Skills в рамках компетенции «Цифровая метрология».

### 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 обучающимся 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;
- научится методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться 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:

- лекции согласно разделам (табл.3) и темам (табл.4).

### **Методические указания для обучающихся по прохождению 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 у 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 к выполнению лабораторной работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы лабораторных работ приведены в табл. 6 данной программы.

Выполнение лабораторной работы состоит из трех этапов:

- аналитического;
- расчетно-графического;
- контрольного в виде защиты отчета.

#### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам исследований .

На титульном листе должны быть указаны: название дисциплины, название лабораторной работы, фамилия и инициалы

преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

Основная часть должна содержать задание, результаты экспериментально-практической работы, расчетно-аналитические материалы, листинг кода/скрин экрана.

Выводы по проделанной работе должны содержать основные результаты по работе.

#### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам исследований .

*На титульном листе* должны быть указаны: название дисциплины, название лабораторной работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

*Основная часть* должна содержать задание, результаты экспериментально-практической работы, расчетно-аналитические материалы.

*Выводы* по проделанной работе должны содержать результаты экспериментов, проведенных студентами на стендах, их рефлексированные выводы по значимости эксперимента, анализу видов и последствий потенциальных погрешностей, которые могли влиять на «чистоту эксперимента». Также вывод должен содержать ответ на вопрос – какие основные наиболее сложные элементы методики им было необходимо выполнить и с чем данная сложность была связана.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/standart/doc>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/standart/doc>

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/standart/doc>

### **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).

В течение семестры студенты

- защищают лабораторные работы (2 шт);
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице 18.

### **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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 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
10.11.2021г Доцент, к.т.н. Степашкина А.С. 	1) в п.б.1 внесен источник <i>Антохина, Ю.А. и др. Цифровая метрология : учебное пособие / Ю.А. Антохина, В.В. Окрепилов, Е.А. Фролова, Н.Ю. Ефремов, А.С. Степашкина — СПб : ГУАП, 2021. — 181 с. — ISBN 978-5-8088-1641-1.</i>  2) Таблица 12 заменена в соответствии с Приложением 1  3) Таблица 13 заменена в соответствии с Приложением 2	Протокол № 6 от 10.11.2021г	

## Приложение 1

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Лаборатория «Цифровой метрологии»  Лаборатория оборудована в соответствии с инфраструктурным листом К.О.Д.: <a href="https://esat.worldskills.ru/competencies/b2506a48-3f07-4c52-96b0-e68c59c55eb6/categories/9da7db31-cb25-4c6b-94b2-288a71bb00fc">https://esat.worldskills.ru/competencies/b2506a48-3f07-4c52-96b0-e68c59c55eb6/categories/9da7db31-cb25-4c6b-94b2-288a71bb00fc</a>	52-50

## Приложение 2

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену Тесты