

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

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Е.А. Фролова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» июня_2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая метрология»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление качеством
Наименование направленности	Управление качеством в производственно- технологических системах
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург– 2022

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

23.06.22

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«23» июня 2022 г, протокол № 17

Заведующий кафедрой № 6

д.э.н.,проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

23.06.22

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.03.02(01)

проф.,д.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

23.06.22

Е.А. Фролова

(инициалы, фамилия)

Заместитель декана факультета №фпти по методической работе

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

23.06.22

Р.Н. Целмс

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровая метрология» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 27.03.02 «Управление качеством» направленности «Управление качеством в производственно-технологических системах». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Цифровая метрология»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с нормативными и организационно-техническими основами проведения чемпионатов WorldSkills и компетенции Т64 «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.*

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

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Цифровая метрология	<p>ПК-5.3.1 знать современные и актуальные тенденции в области метрологического обеспечения производства</p> <p>ПК-5.3.2 знать стандарты, нормативные документы по нормированию точности и метрологическому обеспечению, основные нормативные документы компетенции "Цифровая метрология" по стандартам WorldSkills</p> <p>ПК-5.3.3 знать нормативную документацию по контролю качества продукции; эксплуатации, ремонту, наладке, поверке, калибровке, юстировке и хранению цифровых средств измерений</p> <p>ПК-5.3.4 знать конструктивные и метрологические характеристики цифровых средств измерений, в том числе специальных (для измерения узких канавок, зубчатых колес, резьбы и т.д.)</p> <p>ПК-5.3.5 знать типы и номенклатуру средств измерений (в том числе цифровых), используемых инструментов и приспособлений (щупов, датчиков, фиксирующих устройства и др.)</p> <p>ПК-5.У.1 уметь находить и отличать требования к различным элементам деталей и узлов (форма и расположение поверхностей, шероховатость поверхности)</p> <p>ПК-5.У.2 уметь выбирать наиболее</p>

		<p>подходящие по ситуации методы и средства измерений; выбирать измерительные инструменты/приборы (щупы, датчики и т.д.), вспомогательные и фиксирующие приспособления (тиски, призмы, прижимы и т.д.), исходя из методики измерений; выбирать технологию измерений, минимизирующую вмешательство оператора в процесс; учитывать при выборе технологии измерений условия окружающей среды и механические свойства используемых материалов, возможные погрешности измерительного оборудования</p> <p>ПК-5.В.1 владеть навыками выбора методов и средств измерений, в том числе цифровых, для контроля параметров конкретной детали по требованиям рабочего чертежа</p> <p>ПК-5.В.2 владеть навыками подбора инструмента для контроля параметров деталей различной формы и конфигурации; проведения калибровки и подготовки к работе цифрового измерительного оборудования для контактных и бесконтактных измерений</p> <p>ПК-5.В.3 владеть навыками работы с программным обеспечением, необходимым для проведения измерительных операций и сохранения измерительной информации</p> <p>ПК-5.В.4 владеть навыками выбора технологий измерений, минимизирующих вмешательство оператора</p>
--	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Инженерная и компьютерная графика,
- Информатика,
- Электротехника и электроника.

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

- «Методы и средства измерений, испытаний и контроля»,
- «Средства и методы управления качеством»,
- «Прикладная стандартизация и сертификация».

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
1	2	3

Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	6	6
Аудиторные занятия, всего час.	12	12
в том числе:		
лекции (Л), (час)	6	6
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	6	6
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
Самостоятельная работа, всего (час)	159	159
Вид промежуточной аттестации: 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 5					
Раздел 1. Движение WorldSkills и компетенция «Цифровая метрология». Тема 1.1. Понятие цифровой метрологии. Тема 1.2. Элементы цифровой метрологии. Тема 1.3. Движение WorldSkills: история развития, цель и задачи, структура. Тема 1.4. Компетенция WorldSkills Т64 «Цифровая метрология». 1.5 Лаборатория цифровой метрологии.	1				30
Раздел 2. Нормирование точности типовых элементов деталей и узлов Тема 2.1. Номинальный размер. Предпочтительные числа и линейные размеры. Тема 2.2. Классификация размеров. Предельные отклонения. Тема 2.3. Посадки с зазором, с натягом и переходные. Тема 2.4. Система допусков и посадок ИСО.	2				40

Раздел 3. Измерения современными измерительными приборами и системами Тема 3.1. Классификация и назначение современных цифровых измерительных приборов и систем. Тема 3.2. Ручной измерительный инструмент. Тема 3.3. Системы для оценки шероховатости поверхности Тема 3.4. Системы для контроля размеров и макропрофиля деталей и узлов. Тема 3.5. Видеоизмерительные микроскопы.	2		4		49
Раздел 4. Трехкоординатные измерения на координатно-измерительных машинах Тема 4.1. История возникновения и классификация КИМ. Тема 4.2. Конструкция и виды датчиков для КИМ. Тема 4.3. Методика проведения измерений на координатно-измерительных машинах.	1		2		40
Итого в семестре:	6		6		159
Итого	6	0	6	0	159

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
Раздел 1. Движение WorldSkills и компетенция «Цифровая метрология».	Тема 1.1. Понятие цифровой метрологии. Роль метрологии в цифровизации экономики и Индустрии 4.0. Определение, цель и задачи цифровой метрологии. Тема 1.2. Элементы цифровой метрологии. Описание основных элементов цифровой метрологии: цифровая эталонная база, информационно-измерительные системы, цифровые измерения, нанометрология. Искусственный интеллект в метрологии. Тема 1.3. Движение WorldSkills: история развития, цель и задачи, структура. История зарождения и развития движения WorldSkills, особенности национального уровня. Тема 1.4. Компетенция WorldSkills T64 «Цифровая метрология». Описание и содержание компетенции. Организация вузовских чемпионатов WorldSkills. Содержание конкурсной документации и заданий компетенции «Цифровая метрология». 1.5 Лаборатория цифровой метрологии.

		Инфраструктурный план лаборатории цифровой метрологии. Состав оборудования лаборатории.
Раздел 2. Нормирование точности типовых элементов деталей и узлов		<p>Тема 2.1. Номинальный размер. Предпочтительные числа и линейные размеры.</p> <p>Понятие номинального размера. Принципы выбора значений номинальных размеров элементов деталей и узлов. Принципы построения таблиц рядов предпочтительных чисел и нормальных линейных размеров.</p> <p>Тема 2.2. Классификация размеров. Предельные отклонения.</p> <p>Размеры отверстия и вала. Номинальный, действительный и предельные размеры. Нижнее и верхнее предельные отклонения, запись и схема размера с предельными отклонениями.</p> <p>Тема 2.3. Посадки с зазором, с натягом и переходные.</p> <p>Понятие посадки. Схема и обозначение посадки с предельными отклонениями. Типовые посадки с зазором, натягом и переходные: формулы, схемы, обозначения.</p> <p>Тема 2.4. Система допусков и посадок ИСО.</p> <p>Система отверстия и система вала. Классы допуска, обозначение размеров и посадок с классами допуска.</p>
Раздел 3. Измерения современными измерительными приборами и системами		<p>Тема 3.1. Классификация и назначение современных цифровых измерительных приборов и систем.</p> <p>Классификация измерительного оборудования. Назначение и метрологические характеристики приборов и систем.</p> <p>Тема 3.2. Ручной измерительный инструмент.</p> <p>Конструкция основных типов измерительного инструмента. Система беспроводной передачи информации U-WAVE. Методика настройки и калибровки инструмента.</p> <p>Тема 3.3. Системы для оценки шероховатости поверхности.</p> <p>Общи сведения об измерениях шероховатости поверхности. Описание профилометра Surftest SJ-410. Методики калибровки щупа и измерений шероховатости поверхности.</p> <p>Тема 3.4. Системы для контроля размеров и макропрофиля деталей и узлов.</p> <p>Кругломер ROUNDTESTRA-120P. Методики калибровки и измерений отклонений формы и взаимного расположения поверхностей.</p> <p>Контурограф Contracer CV-2100M3. Методики калибровки и измерений линейных и угловых размеров по контуру деталей.</p> <p>Тема 3.5. Видеоизмерительные микроскопы.</p> <p>Общее описание ВИМ Quick Score серии QS-LZ/AFB. Методика подготовки к измерениям. Методика измерений линейных и угловых размеров деталей.</p>
Раздел 4. Трехкоординатные измерения на координатно-измерительных машинах	4.	<p>Тема 4.1. История возникновения и классификация КИМ.</p> <p>Возникновение КИМ в СССР и Европе. Современные производители КИМ. Классификация КИМ.</p> <p>Тема 4.2. Конструкция и виды датчиков для КИМ.</p> <p>Конструкция и элементы контактного датчика КИМ. Основные виды датчиков для стационарных КИМ.</p>

	<p>Тема 4.3. Методика проведения измерений на координатно-измерительных машинах.</p> <p>КИМ с ручным управлением Crysta-Plus М 443. Калибровка щупа КИМ. Методика измерений линейных и угловых размеров деталей.</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 5				
1	Контроль качества деталей ручным измерительным инструментом	1	1	3
2	Калибровка профилометра. Измерение шероховатости поверхности.	2	1	3
3	Проведение двухкоординатных бесконтактных измерений на видеоизмерительной машине	1	1	3
4	Проведение трехмерных координатных измерений	2	1	4
Всего		6		

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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	80	80

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)	30	30
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	29	29
Всего:	159	159

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)
004 Ц 75	Цифровая метрология : учебное пособие / Ю. А. Антохина [и др.] ; ред. В. В. Окрепилов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2021. - 181 с.	3
006 Г 98	Цифровая метрология: учеб.-метод. пособие / Е. А. Гущина, К. В. Епифанцев, Н. Ю. Ефремов. – СПб.: ГУАП, 2022. – 104 с.	5
006 О-75	Основы метрологии: учебник / Окрепилов В.В. и др. – СПб: ГУАП, 2020. 479 стр.	5
https://new.znaniyum.com/catalog/product/1021782	Афанасьев, А. А. Взаимозаменяемость и нормирование точности : учебник / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 427 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5a57059aaba317.28249851 . - ISBN 978-5-16-105908-1.	
https://znaniyum.com/catalog/product/1062397	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.	
https://znanium.com/catalog/product/976506	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.	

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

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	
2	Лаборатория цифровой метрологии	52-50

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.

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

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

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

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Цифровая трансформация.	ПК-5.3.1
2.	Индустрия 4.0: понятие и основные технологии.	ПК-5.3.1
3.	Цифровая метрология: понятие, цель и задачи.	ПК-5.3.1
4.	Элементы цифровой метрологии. Цифровые эталоны.	ПК-5.3.1
5.	Информационно-измерительные системы.	ПК-5.3.1
6.	Искусственный интеллект в метрологии.	ПК-5.3.1
7.	Нанометрология.	ПК-5.3.1
8.	Цифровые датчики и измерения.	ПК-5.3.1
9.	Компетенция WorldSkills «Цифровая метрология».	ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5
10.	Оборудование компетенции «Цифровая метрология»: классификация и назначение.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5
11.	Ручной измерительный инструмент.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5
12.	Средства и методики измерений шероховатости поверхности деталей.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5

		ПК-5.У.1
13.	Средства и методики измерений профиля деталей.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5
14.	Измерение отклонений формы и расположения поверхностей деталей: приборы и методика измерений.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1
15.	Координатно-измерительные машины: классификация и методика измерений.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5
16.	Настройка и калибровка штангенциркуля и микрометра.	ПК-5.У.2 ПК-5.В.1 ПК-5.В.2 ПК-5.В.3 ПК-5.В.4
17.	Настройка и калибровка нутромера.	ПК-5.У.2 ПК-5.В.1 ПК-5.В.2 ПК-5.В.3 ПК-5.В.4
18.	Калибровка профилометра.	ПК-5.У.1 ПК-5.У.2 ПК-5.В.1 ПК-5.В.2 ПК-5.В.3 ПК-5.В.4
19.	Измерение шероховатости поверхности.	ПК-5.У.1 ПК-5.У.2 ПК-5.В.1 ПК-5.В.2 ПК-5.В.3 ПК-5.В.4
20.	Калибровка кругломера.	ПК-5.У.1 ПК-5.У.2 ПК-5.В.1 ПК-5.В.2 ПК-5.В.3 ПК-5.В.4
21.	Центрирование/нивелирование детали на поворотном столе кругломера.	ПК-5.У.2 ПК-5.В.1 ПК-5.В.2 ПК-5.В.3 ПК-5.В.4
22.	Калибровка контурографа: определение размера концевой меры длины.	ПК-5.У.2 ПК-5.В.1

		ПК-5.B.2 ПК-5.B.3 ПК-5.B.4
23.	Калибровка контурографа: поиск вершины и измерение полусферы.	ПК-5.У.2 ПК-5.B.1 ПК-5.B.2 ПК-5.B.3 ПК-5.B.4
24.	Калибровка контурографа по штифту.	ПК-5.У.2 ПК-5.B.1 ПК-5.B.2 ПК-5.B.3 ПК-5.B.4
25.	Включение и подготовка КИМ к работе. Подвод щупа к точке измерения на детали.	ПК-5.У.2 ПК-5.B.1 ПК-5.B.2 ПК-5.B.3 ПК-5.B.4
26.	Калибровка КИМ	ПК-5.У.2 ПК-5.B.1 ПК-5.B.2 ПК-5.B.3 ПК-5.B.4
27.	Привязка системы координат КИМ к детали.	ПК-5.У.2 ПК-5.B.1 ПК-5.B.2 ПК-5.B.3 ПК-5.B.4

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
1	1) Какие из направлений не упоминаются в перечне основных задач цифровой метрологии? а) Сети 5G; б) BigData;	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4

	с) Метрологические облака; d) Индустрия 4.0	ПК-5.3.5
2	Что из перечисленного не является элементом современной цифровой метрологии? а) Цифровые измерения; b) Цифровые эталоны; с) Нанометрология; d) Цифровые двойники.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5
3	Сколько видов ИИС в зависимости от выполняемых функций существует? а) 5; b) 10; с) 7; d) 12.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5
4	Какой десятичной степени соответствует приставка «нано»? а) 10^{-6} ; b) 10^{-12} ; с) 10^{-9} ; d) 10^{-3} .	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5
5	Как называются датчики, в которых к одному преобразователю подключается ряд сенсоров, воспринимающих различные или однотипные величины? а) Средства измерений; b) многофункциональные; с) комплексные; d) мультисенсорные.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5
6	Характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся зазоров или натягов называется: е) = посадкой f) ~ сопряжением g) ~ основным отклонением	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
7	Определите какое звено является регулирующим а) = С b) ~ А с) ~ В	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
8	Определите правильную запись, обозначенную на чертеже отверстия а) $=\varnothing 40+0,025$ b) $\sim \varnothing 40p7H7$ с) $\sim 40p7(+0,025;-0,34)$	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
9	Диаметр отверстия значительно меньше диаметра вала — посадка а) = с натягом b) ~ с зазором с) ~ переходная	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5

		ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
10	Диаметр отверстия значительно больше диаметра вала — посадка: а) \approx с зазором б) \sim с натягом в) \sim переходная	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
11	Абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями называется: а) \approx ответ 1 и 2 верны б) \sim полем допуска в) \sim допуском	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
12	В системе СЭВ для размеров до 10000 мм установлено _____ квалитетов: а) ≈ 19 б) ~ 14 в) ~ 21	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
13	Характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся зазоров или натягов называется: а) \approx посадкой б) \sim сопряжением в) \sim основным отклонением	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
14	Верхнее предельное отклонение в системе отверстия обозначается: а) $\approx ES$ б) $\sim Ew$ в) $\sim \pm ES$	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
15	Абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями называется: а) \approx ответ 1 и 2 верны б) \sim полем допуска в) \sim допуском	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
16	Обозначенный размер на рисунке представлен: а) \approx в системе вала б) \sim в системе отверстия в) \sim открытый размер	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
17	Обозначенный размер на рисунке представлен:	ПК-5.3.1

	a) =в системе отверстия b) ~в системе вала c) ~открытый размер	ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
18	Номинальный размер : a) =размер, относительно которого определяют предельные размеры и который служит началом отсчёта отклонений b) ~размер, определяющий величину и форму детали c) ~размер, необходимый для изготовления и контроля детали	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
19	Взаимозаменяемость это: a) =возможность беспригоночной сборки любых независимо изготовленных с заданной точностью b) ~Свойство быстрой собираемости и возможности равноценной замены, но с потерей точности c) ~однотипных деталей d) ~выполнение требований к замене бракованных деталей.	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
20	Дайте правильный перевод известным формулировкам: a) =Допуск IT = Internal tolerance; Верхние и нижние отклонения, ES = Ecart Superieur, b) ~EI = Ecart Interieur c) ~Допуск IT = International teacher; Верхние и нижние отклонения, ES = Ecart Superfinisher, d) ~EI = Ecart Interieur e) ~Допуск IT = International tool; Верхние и нижние отклонения, ES = Ecart Superfinisher, f) ~EI = Ecart Interieur	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
21	Ø100 G7/h6 обозначает, что это посадка: a) =в системе вала b) ~в системе отверстия c) ~переходная	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
22	Как называется график, изображенный на рисунке: a) =Осциллограмма b) ~График частотной характеристики c) ~График профиля	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
23	Определите чего не хватает в указании базы: a) =Допуска b) ~Предела миниума материала c) ~Обозначения отклонения от геометрии	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1

		ПК-5.У.2
24	<p>Что за инструмент обозначен на рисунке</p> <p>a) =Штанген-рейсмас</p> <p>b) ~Штанген-циркуль</p> <p>c) ~Профилометр</p>	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
25	<p>Посмотрите на рисунок, какой калибр обозначен?</p> <p>a) =Калибр-скоба</p> <p>b) ~Калибр - кольцо</p> <p>c) ~Калибр регулируемый</p>	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
26	<p>Посмотрите на рисунок, какой калибр обозначен?</p> <p>a) =Калибр регулируемый</p> <p>b) ~Калибр-скоба</p> <p>c) ~Калибр гладкий</p>	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
27	<p>Посмотрите на чертеж. Что значит определение «CZ»?</p> <p>a) =Общее поле допуска</p> <p>b) ~Зависимый допуск</p> <p>c) ~Правило прилегания «Е»</p>	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
28	<p>Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер TED обозначение «LE» - это</p> <p>a) =Элемент-линия</p> <p>b) ~Смещенное поле допуска</p> <p>c) ~Зависимый допуск</p>	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
29	<p>Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер TED:</p> <p>a) = Все ответы верны</p> <p>b) ~TED - размер, который применяют при выполнении различных операций (например операций присоединения, разделения или набора).</p> <p>c) ~TED может быть линейным или угловым.</p> <p>d) ~TED может определять протяженность или относительное месторасположение части какого-либо элемента</p>	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
30	<p>Правило Тейлора гласит:</p> <p>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</p>	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2

	b) ~если размер размерного элемента везде равен пределу максимума материала, то элемент должен иметь идеальную цилиндрическую форму. c) ~если размер размерного элемента везде равен пределу максимума материала, то элемент должен иметь идеальную цилиндрическую форму, после указания допуска указывается знак «E»	
31	Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер TED обозначение «UZ» - это a) =Смещенное поле допуска b) ~Зависимый допуск c) ~Элемент-линия	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.У.2
32	Как обозначаются зависимые допуски: a) =M L R b) ~H c) ~E	ПК-5.3.1 ПК-5.3.2 ПК-5.3.3 ПК-5.3.4 ПК-5.3.5 ПК-5.У.1 ПК-5.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
1	Цифровые измерения с использованием СИ (по выбору)
2	Выбор измерительного инструмента для контроля размеров детали

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:

- презентация;
- видеоролики;
- видеоуроки;
- стенды.

1. Вводная часть лекции (вступление) предусматривает время на проверку готовности студентов к занятию (их наличие и осмотр внешнего вида, текущий контроль пройденного ранее учебного материала), а также объявление темы лекции, её целей, рекомендаций по использованию учебной литературы в часы самостоятельной работы, с указанием параграфов (страниц) и полных наименований изданий.

Вступление:

- тема лекции;
- учебные цели, которые должны быть достигнуты на лекции;
- учебные вопросы;
- учебная литература.

Контрольные вопросы (пример):

1. Назовите метрологические характеристики средств измерений.
2. Дайте характеристику основной погрешности измерения.
3. Назовите источники дополнительных погрешностей измерений.

2. Основная часть лекции раскрывает учебные вопросы занятия. При необходимости конкретизировать учебный материал, главные (узловые) вопросы могут содержать подвопросы.

Понятие о единстве измерений и его основы:

- условия единства измерений;
- нормативные основы единства измерений;
- организационные основы единства измерений;
- технические основы единства измерений.

3. В заключительной части лекции следует планировать время на выводы, выдачу задания студентам на самостоятельную работу, ответы на вопросы по пройденной теме, подведение итогов, а также на общие выводы, помогающие осмыслить всю лекцию, отчётливо высветить её основную идею.

Заключительная часть

1. Выводы по лекции.
2. Объявление оценок студентам по инициативному контролю.
3. Задание студентам на самостоятельную работу.
4. Ответы на вопросы студентов.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

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

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

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

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание к выполнению лабораторной работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы лабораторных работ приведены в табл. 5 данной программы.

Выполнение лабораторной работы состоит из трех этапов:

- экспериментально-практического;
- расчетно-аналитического;
- контрольного в виде защиты отчета.

Во вводной части проведения лабораторной работы предусматриваются: вступление, введение, доведение до обучающихся основных мер безопасности при работе с приборами и оборудованием лаборатории.

Вводная часть плана так же должна включать проверку подготовленности студентов к занятию (проверка выполнения задания, знаний по теме занятия, знанию руководящих документов и др.). Контрольные вопросы должны формулироваться так, чтобы ответы на них позволяли убедиться в подготовленности студентов к занятию.

Основная часть занятия должна включать последовательность работы обучающихся и преподавателя на занятии: подготовка лабораторного оборудования к работе; порядок проведения эксперимента (опыта) – отрабатываемые вопросы (задачи, действия) и их краткое содержание; приведение лабораторного оборудования в исходное состояние; анализ полученных результатов и оформление отчета.

В задании на лабораторную работу указываются:

- наименование темы;
- учебные цели;
- время и место проведения;
- перечень отрабатываемых учебных вопросов;
- организационно-методические указания студентам по подготовке и проведению занятия;
- перечень литературы (документов), подлежащих изучению перед занятием;
- отчётные документы (материалы) по лабораторной работе и сроки их представления.

В задании на лабораторную работу преподаватель может указать перечень контрольных вопросов, необходимых для проверки готовности обучающихся к занятию.

В перечень литературы и материалов для подготовки и проведения лабораторной работы могут включаться учебники и учебные пособия, технические описания и эксплуатационные инструкции лабораторного оборудования, инструкции по мерам безопасности, различные справочные и другие материалы, необходимые для работы.

В отчетных материалах в задании, как правило, указываются: форма отчета; как должен быть оформлен цифровой и графический материал; порядок сравнения полученных результатов с расчетными, оценка погрешностей; порядок формулировки выводов и заключений; порядок защиты выполненной работы.

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 рекомендации по улучшению условий труда на рабочем месте.

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>.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

В течение семестры студенты

- защищают лабораторные работы;
- выполняют практические задания;
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице

18.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- 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 текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

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