


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.Т.Н. проф.
(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишляков
(инициалы, фамилия)


(подпись)
«23» июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая метрология»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление в технических системах
Наименование направленности	Управление и информатика в технических системах
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Дол. К.Т.Н.  23.06.22 Н.Ю. Ефремов
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6
«23» июня 2022 г. протокол № 17

Заведующий кафедрой № 6

Д.Э.Н. проф.  23.06.22 В.В. Орегудилов
(уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.03.04(01)

Ст. препода.  23.06.22 Н.В. Рептеникова
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. препода.  23.06.22 Н.В. Рептеникова
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровая метрология» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 27.03.04 «Управление в технических системах» направленности «Управление и информатика в технических системах». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики»

ОПК-8 «Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание»

ОПК-9 «Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»

ОПК-10 «Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) техническую документацию (в том числе в электронном виде) для регламентного обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления»

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 дифференцированного зачета.

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. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1.3.1 Знает основные положения, законы и методы естественных наук и математики ОПК-1.У.1 Умеет применять базовые естественнонаучные и математические знания для решения задач профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8 Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание	ОПК-8.3.1 Знает основные принципы работы с измерительными и управляющими средствами и комплексами ОПК-8.У.1 Умеет выполнять наладку устройств измерения ОПК-8.В.1 Владеет навыками работы с устройствами, необходимыми для полноценного функционирования систем автоматического управления
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-9 Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных	ОПК-9.3.1 Знает принципы работы с современными техническими средствами

	технологий и технических средств	
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-10 Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) техническую документацию (в том числе в электронном виде) для регламентного обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления	ОПК-10.3.1 Знает принципы работы с технической документацией ОПК-10.У.1 Умеет обслуживать системы и средства, необходимые для функционирования систем в рамках профессиональной деятельности ОПК-10.В.1 Владеет навыками работы со средствами измерения, контроля, автоматизации и управления

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Инженерная и компьютерная графика»,
- «Информатика»,
- «Электротехника».

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

- «Промышленная электроника»
- «Идентификация и диагностика систем управления»,
- «Основы информационной безопасности».

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
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		

Самостоятельная работа , всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

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 4					
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 T64 «Цифровая метрология». 1.5 Лаборатория цифровой метрологии.	4				10
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.	3		8		15
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.	3		20		15
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.	4		6		17
Итого в семестре:	17		34		57

Итого	17	0	34	0	57

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».	<p>Тема 1.1. Понятие цифровой метрологии. Роль метрологии в цифровизации экономики и Индустрии 4.0. Определение, цель и задачи цифровой метрологии.</p> <p>Тема 1.2. Элементы цифровой метрологии. Описание основных элементов цифровой метрологии: цифровая эталонная база, информационно-измерительные системы, цифровые измерения, нанометрология. Искусственный интеллект в метрологии.</p> <p>Тема 1.3. Движение WorldSkills: история развития, цель и задачи, структура. История зарождения и развития движения WorldSkills, особенности национального уровня.</p> <p>Тема 1.4. Компетенция WorldSkills T64 «Цифровая метрология». Описание и содержание компетенции. Организация вузовских чемпионатов WorldSkills. Содержание конкурсной документации и заданий компетенции «Цифровая метрология».</p> <p>1.5 Лаборатория цифровой метрологии. Инфраструктурный план лаборатории цифровой метрологии. Состав оборудования лаборатории.</p>
Раздел 2. Нормирование точности типовых элементов деталей и узлов	<p>Тема 2.1. Номинальный размер. Предпочтительные числа и линейные размеры. 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. 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. 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. Система отверстия и система вала. Классы допуска, обозначение размеров и посадок с классами допуска.</p>

<p>Раздел 3. Измерения современными измерительными приборами и системами</p>	<p>Тема 3.1. Классификация и назначение современных цифровых измерительных приборов и систем. Классификация измерительного оборудования. Назначение и метрологические характеристики приборов и систем. Тема 3.2. Ручной измерительный инструмент. Конструкция основных типов измерительного инструмента. Система беспроводной передачи информации U-WAVE. Методика настройки и калибровки инструмента. Тема 3.3. Системы для оценки шероховатости поверхности. Общи сведения об измерениях шероховатости поверхности. Описание профилометра Surftest SJ-410. Методики калибровки щупа и измерений шероховатости поверхности. Тема 3.4. Системы для контроля размеров и макропрофиля деталей и узлов. Кругломер ROUNDTESTRA-120P. Методики калибровки и измерений отклонений формы и взаимного расположения поверхностей. Контурограф Contracer CV-2100M3. Методики калибровки и измерений линейных и угловых размеров по контуру деталей. Тема 3.5. Видеоизмерительные микроскопы. Общее описание ВИМ Quick Score серии QS-LZ/AFB. Методика подготовки к измерениям. Методика измерений линейных и угловых размеров деталей.</p>
<p>Раздел 4. Трехкоординатные измерения на координатно-измерительных машинах</p>	<p>4. Тема 4.1. История возникновения и классификация КИМ. Возникновение КИМ в СССР и Европе. Современные производители КИМ. Классификация КИМ. Тема 4.2. Конструкция и виды датчиков для КИМ. Конструкция и элементы контактного датчика КИМ. Основные виды датчиков для стационарных КИМ. Тема 4.3. Методика проведения измерений на координатно-измерительных машинах. КИМ с ручным управлением Crysta-Plus M 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 4				
1	Контроль качества деталей ручным измерительным инструментом	6	3	2,3
2	Калибровка профилометра. Измерение шероховатости поверхности.	4	2	3
3	Контроль типовых отклонений формы и взаимного расположения поверхностей	6	3	2,3
4	Измерение контура деталей	6	3	3
5	Проведение двухкоординатных бесконтактных измерений на видеоизмерительной машине	6	3	3
6	Проведение трехмерных координатных измерений	6	3	4
Всего		34		

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 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
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)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	17	17
Всего:	57	57

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

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

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
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.znaniium.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_5a57059aba317.28249851 . - ISBN 978-5-16-105908-1.	
https://znaniium.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://znaniium.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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	Цифровая трансформация.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
2.	Индустрия 4.0: понятие и основные технологии.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
3.	Цифровая метрология: понятие, цель и задачи.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-10.3.1
4.	Элементы цифровой метрологии. Цифровые эталоны.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-10.3.1
5.	Информационно-измерительные системы.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
6.	Искусственный интеллект в метрологии.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
7.	Нанометрология.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
8.	Цифровые датчики и измерения.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
9.	Компетенция WorldSkills «Цифровая метрология».	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
10.	Оборудование компетенции «Цифровая метрология»: классификация и назначение.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
11.	Ручной измерительный инструмент.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
12.	Средства и методики измерений шероховатости поверхности деталей.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
13.	Средства и методики измерений профиля деталей.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
14.	Измерение отклонений формы и расположения поверхностей деталей: приборы и методика измерений.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
15.	Координатно-измерительные машины: классификация и методика измерений.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
16.	Настройка и калибровка штангенциркуля и микрометра.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
17.	Настройка и калибровка нутромера.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1

18.	Калибровка профилометра.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
19.	Измерение шероховатости поверхности.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
20.	Калибровка кругломера.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
21.	Центрирование/нивелирование детали на поворотном столе кругломера.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
22.	Калибровка контурографа: определение размера концевой меры длины.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
23.	Калибровка контурографа: поиск вершины и измерение полусферы.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
24.	Калибровка контурографа по штифту.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
25.	Включение и подготовка КИМ к работе. Подвод щупа к точке измерения на детали.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
26.	Калибровка КИМ	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
27.	Привязка системы координат КИМ к детали.	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	1) Какие из направлений не упоминаются в перечне основных задач цифровой метрологии? а) Сети 5G; б) BigData; в) Метрологические облака; г) Индустрия 4.0	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-10.3.1
2	Что из перечисленного не является элементом современной цифровой метрологии?	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1

	<ul style="list-style-type: none"> a) Цифровые измерения; b) Цифровые эталоны; c) Нанометрология; d) Цифровые двойники. 	ОПК-10.3.1
3	<p>Сколько видов ИИС в зависимости от выполняемых функций существует?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 5; b) 10; c) 7; d) 12. 	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-10.3.1
4	<p>Какой десятичной степени соответствует приставка «нано»?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 10^{-6}; b) 10^{-12}; c) 10^{-9}; d) 10^{-3}. 	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-10.3.1
5	<p>Как называются датчики, в которых к одному преобразователю подключается ряд сенсоров, воспринимающих различные или однотипные величины?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Средства измерений; b) многофункциональные; c) комплексные; d) мультисенсорные. 	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-10.3.1
6	<p>Характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся зазоров или натягов называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> e) = посадкой f) ~ сопряжением g) ~ основным отклонением 	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
7	<p>Определите какое звено является регулирующим</p> <ul style="list-style-type: none"> a) = С b) ~ А c) ~ В 	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
8	<p>Определите правильную запись, обозначенную на чертеже отверстия</p> <ul style="list-style-type: none"> a) $\varnothing 40 + 0,025$ b) $\sim \varnothing 40 p7 n7$ c) $\sim 40 p7 (+0,025; -0,34)$ 	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
9	<p>Диаметр отверстия значительно меньше диаметра вала — посадка</p> <ul style="list-style-type: none"> a) = с натягом b) ~ с зазором c) ~ переходная 	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
10	<p>Диаметр отверстия значительно больше диаметра вала — посадка:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) = с зазором b) ~ с натягом c) ~ переходная 	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
11	<p>Абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) = ответ 1 и 2 верны b) ~ полем допуска c) ~ допуском 	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1

12	<p>В системе СЭВ для размеров до 10000 мм установлено _____</p> <p>квалитетов:</p> <p>a) =19</p> <p>b) ~14</p> <p>c) ~21</p>	<p>ОПК-9.3.1</p> <p>ОПК-10.У.1</p> <p>ОПК-10.В.1</p>
13	<p>Характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся зазоров или натягов называется:</p> <p>a) = посадкой</p> <p>b) ~ сопряжением</p> <p>c) ~ основным отклонением</p>	<p>ОПК-9.3.1</p> <p>ОПК-10.У.1</p> <p>ОПК-10.В.1</p>
14	<p>Верхнее предельное отклонение в системе отверстия обозначается:</p> <p>a) =ES</p> <p>b) ~Ew</p> <p>c) ~±ES</p>	<p>ОПК-9.3.1</p> <p>ОПК-10.У.1</p> <p>ОПК-10.В.1</p>
15	<p>Абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями называется:</p> <p>a) = ответ 1 и 2 верны</p> <p>b) ~ полем допуска</p> <p>c) ~ допуском</p>	<p>ОПК-9.3.1</p> <p>ОПК-10.У.1</p> <p>ОПК-10.В.1</p>
16	<p>Обозначенный размер на рисунке представлен:</p> <p>a) = в системе вала</p> <p>b) ~ в системе отверстия</p> <p>c) ~ открытый размер</p>	<p>ОПК-9.3.1</p> <p>ОПК-10.У.1</p> <p>ОПК-10.В.1</p>
17	<p>Обозначенный размер на рисунке представлен:</p> <p>a) = в системе отверстия</p> <p>b) ~ в системе вала</p> <p>c) ~ открытый размер</p>	<p>ОПК-9.3.1</p> <p>ОПК-10.У.1</p> <p>ОПК-10.В.1</p>
18	<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>	<p>ОПК-9.3.1</p> <p>ОПК-10.У.1</p> <p>ОПК-10.В.1</p>
19	<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>	<p>ОПК-9.3.1</p> <p>ОПК-10.У.1</p> <p>ОПК-10.В.1</p>
20	<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</p>	<p>ОПК-9.3.1</p> <p>ОПК-10.У.1</p> <p>ОПК-10.В.1</p>

	отклонения, ES = Ecart Superfinisher, f) ~EI = Ecart Interieur	
21	Ø100 G7/h6 обозначает, что это посадка: a) =в системе вала b) ~в системе отверстия c) ~переходная	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
22	Как называется график, изображенный на рисунке: a) =Оциллограмма b) ~График частотной характеристики c) ~График профиля	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
23	Определите чего не хватает в указании базы: a) =Допуска b) ~Предела миниума материала c) ~Обозначения отклонения от геометрии	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
24	Что за инструмент обозначен на рисунке a) =Штанген-рейсмас b) ~Штанген-циркуль c) ~Профилометр	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
25	Посмотрите на рисунок, какой калибр обозначен? a) =Калибр-скоба b) ~Калибр - кольцо c) ~Калибр регулируемый	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
26	Посмотрите на рисунок, какой калибр обозначен? a) =Калибр регулируемый b) ~Калибр-скоба c) ~Калибр гладкий	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
27	Посмотрите на чертеж. Что значит определение «CZ»? a) =Общее поле допуска b) ~Зависимый допуск c) ~Правило прилегания «E»	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
28	Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер TED обозначение «LE» - это a) =Элемент-линия b) ~Смещенное поле допуска c) ~Зависимый допуск	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
29	Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер TED: a) = Все ответы верны b) ~TED - размер, который применяют при выполнении различных операций (например операций присоединения, разделения или набора). c) ~TED может быть линейным или угловым. d) ~TED может определять протяженность или относительное месторасположение части какого-либо элемента	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
30	Правило Тейлора гласит: a) =если размер размерного элемента везде равен пределу максимума материала, то элемент должен иметь идеальную цилиндрическую форму, после указания допуска	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1

	указывается знак «Е», распространяется чаще всего, при установке подшипников б) ~если размер размерного элемента везде равен пределу максимума материала, то элемент должен иметь идеальную цилиндрическую форму. с) ~если размер размерного элемента везде равен пределу максимума материала, то элемент должен иметь идеальную цилиндрическую форму, после указания допуска указывается знак «Е»	
31	Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер TED обозначение «UZ» - это а) =Смещенное поле допуска б) ~Зависимый допуск с) ~Элемент-линия	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1
32	Как обозначаются зависимые допуски: а) =M L R б) ~H с) ~E	ОПК-9.3.1 ОПК-10.У.1 ОПК-10.В.1

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.

- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, 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:

- 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;
- отчетные 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.

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

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:

– 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».

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