

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

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«08» апреля 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая метрология»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург – 2024

Программу составил (а)

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

27.03.2024

К.В.Епифанцев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«27» марта 2024 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 6

д.э.н.,проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

27.03.2024

В.В. Окрепилев

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 15.03.06(02)

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень,  
звание)



(подпись, дата)

08.04.2024

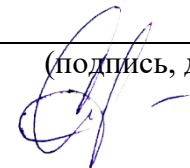
О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст.препод.

(должность, уч. степень,  
звание)



(подпись, дата)

08.04.2024

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Цифровая метрология» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности «Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-4 «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности»

ОПК-13 «Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с нормативными и организационно-техническими основами проведения чемпионатов Агентства развития навыков и профессий «Профессионалы», корпоративного чемпионата Роскосмоса в компетенции «Цифровая метрология», а также демонстрацию лучших практик в области работы на оборудовании, предусмотренном в инфраструктурном листе чемпионатов по координатным измерениям. В процессе изучения дисциплины рассматриваются организация и проведение автоматического контроля качества продукции, который позволяет снизить стоимость контроля, уменьшить число ошибок и длительность контроля, типы, номенклатура, конструктивные и метрологические характеристики средств измерений и измерительных программ для контроля параметров детали сложной формы по требованиям рабочего чертежа, изучается 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 3 зачетных единиц, 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 в области контроля готовой продукции с целью недопущения выпуска брака, контроля параметров конкретной детали сложной формы по требованиям рабочего чертежа, порядок подготовки и проведения измерений с использованием различных контрольно-измерительных средств / измерительных машин, достоверности результатов измерений для оценки соответствия продукции в процессе производства, осуществлением калибровки средств измерений ручного и автоматического измерительного инструмента – координатно-измерительных, видеоизмерительных машин, профилометров, а также получение практических навыков в вопросах измерения геометрических параметров деталей сложной формы

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-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3.1 знает принципы работы с современными цифровыми и программными средствами, в том числе отечественного производства ОПК-4.У.1 умеет применять современные цифровые и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-13 Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности	ОПК-13.3.1 знает методику проведения анализа нарушений технологических процессов в машиностроении ОПК-13.В.1 владеет навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, испытаний и достоверности контроля

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Иностранный язык»,
- «Основы проектной деятельности»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Электротехника»,
- «Инженерная и компьютерная графика».

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

- «Надежность робототехнических систем»,
- «Основы научных исследований»,
- «Исполнительные устройства систем управления»,
- «Теория автоматического управления».

### 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	38	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий. Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Движение АРНП и компетенция «Цифровая метрология». Понятие цифровой метрологии. Разбор конкурсного задания компетенции Т64 «Цифровая метрология». Цифровая метрология как важнейший элемент цифровой трансформации в научно-производственной сфере. Цели, задачи и элементы цифровой метрологии.	4		4		5

Техническое задание по компетенции. Правила судейства. Объективные и субъективные критерии оценки					
Раздел 2. Нормирование точности типовых элементов деталей и узлов Система допусков и посадок ИСО. Требования отечественных и международных стандартов по нормированию точности. Изучение отечественных и международных стандартов по нормированию точности. Обзор основ взаимозаменяемости типовых элементов деталей и узлов: гладкие цилиндрические соединения, углы и конусы	4		4		5
Раздел 3. Измерения современными измерительными приборами и системами Ручной измерительный инструмент. Контурограф. Кругломер. Видеоизмерительная машина.	3		3		8
Раздел 4. Трехкоординатные измерения на координатно-измерительных машинах. Классификация координатно-измерительных машин. Методика проведения измерений и калибровки.	3		3		10
Раздел 5 Дефекты формы. Шереховатость. Работа с профилометрами и индикаторами частоты. Выводы по курсу	3		3		10
Итого в семестре:	17		17		38
Итого	17	0	17	0	38

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. Компетенция Т64 «Цифровая метрология».	Тема 1.1. Разбор конкурсного задания компетенции Т64 «Цифровая метрология». Обзор правил работы на оборудовании и общих ошибок конкурсантов. Цифровая метрология как важнейший элемент цифровой трансформации в научно-

	<p>производственной сфере. Цели, задачи и элементы цифровой метрологии. Техническое задание по компетенции. Правила судейства. Объективные и субъективные критерии оценки. Специфика конкурсных заданий АРНП. Основные особенности компетенции «Цифровая метрология».</p> <p>Тема 1.2. Ознакомление с каталогом оборудования и применением радиоканальной технологией передачи данных с измерительного прибора на ПК.</p> <p>Тема 1.3. Работа с конкурсной документацией компетенции «Цифровая метрология».</p> <p>Тема 1.4 Организация вузовских чемпионатов АРНП. Содержание конкурсной документации компетенции «Цифровая метрология».</p>
<p>Раздел 2. Нормирование точности типовых элементов деталей и узлов</p>	<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. Изучение отечественных и международных стандартов по нормированию точности.</p> <p>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>
<p>Раздел 3. Измерения современными измерительными приборами и системами</p>	<p>Тема 3.1. Работа с ручным измерительным инструментом. Классификация измерительного инструмента. Аналоговый и цифровой измерительный инструмент.</p> <p>Тема 3.2. Работа на видеоизмерительной машине. Классификация видеоизмерительных систем. Назначение и метрологические характеристики видеоизмерительных систем. Методика работы с оборудованием.</p> <p>Тема 3.3. Работа на контурографе. Классификация контурографов. Назначение и метрологические характеристики контурографов. Методика работы с оборудованием.</p> <p>Тема 3.4. Работа с кругломером. Классификация кругломеров. Назначение и метрологические характеристики кругломеров. Методика работы с оборудованием.</p> <p>Тема 3.5 Дефекты формы. Шероховатость и волнистость поверхности. Виды дефектов поверхности. Классификация параметров шероховатости и волнистости поверхности.</p> <p>Тема 3.6 Работа с профилометрами и индикаторами чистоты поверхности. Классификация профилометров. Назначение и метрологические характеристики профилометров, методика работы с оборудованием. Индикаторы чистоты поверхности.</p> <p>Тема 3.7 Виды ВИМ. Принцип работы и калибровки</p>

Раздел Трёхкоординатные измерения координатно-измерительных машинах.	4. на	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. Тема 4.2. Методика проведения измерений на координатно-измерительных машинах. Анализ и выбор баз. Разработка стратегии измерений. Основные операции при работе с КИМ.
Раздел 5 Дефекты формы. Шероховатость.		Тема 5.1 Вид профилометров. Стандарты по шероховатости. Тема 5.2 Состав приборов для измерения шероховатости, их калибровка

#### 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	Исследование возможностей процедуры калибровки контурографа и измерение контура. Проведение калибровки и измерение детали на профилометре.	3	1	3,5
2	Калибровка ВИМ. Контроль качества партии готовой продукции на ВИМ	4	1	3
3	Проведение калибровки и измерение детали на ручном измерительном инструменте. Составление программы измерений в программной среде MeasureLink.	3	1	3
4	Проведение калибровки и измерение детали на кругломере	3	1	3
5	Проведение калибровки и измерение детали на координатно-измерительной машине	4	1	4
Всего		17	5	



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)	12	12
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	18	18
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	38	38

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)
<a href="https://znaniu.m.com/catalog/document?id=348737">https://znaniu.m.com/catalog/document?id=348737</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.	
	Антохина Ю.А., Окрепилов В.В., Фролова Е.А., Ефремов Н.Ю., Степашкина А.С. Цифровая метрология. Учебное пособие. РИЦ ГУАП, Санкт-Петербург, 2021.181 с.	10

<a href="https://znaniu.m.com/catalog/document?id=367486">https://znaniu.m.com/catalog/document?id=367486</a>	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.	
<a href="https://znaniu.m.com/catalog/product/1541964">https://znaniu.m.com/catalog/product/1541964</a>	Метрология : учебник / О.Б. Бавыкин, О.Ф. Вячеславова, Д.Д. Грибанов [и др.] ; под общ. ред. С.А. Зайцева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 522 с.	
	Гущина Е.А. Ефремов Н.Ю., Епифанцев К.В, Цифровая метрология. (учебно-методическое пособие) Санкт-Петербург: ГУАП, 2022 – 104с.	10
	Мишура Т.П., К.В.Епифанцев . Метрологическое обеспечение измерений при контроле шероховатости (учебно-методическое пособие)Санкт-Петербург: ГУАП, 2022 - 42с.	10

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://worldskills.ru/">https://worldskills.ru/</a>	Сайт АРПН «Профессионалы»
<a href="https://www.youtube.com/channel/UCpump66lw7nBVrOZaoV0x4g">https://www.youtube.com/channel/UCpump66lw7nBVrOZaoV0x4g</a>	Канал «Конструктор Стрим»
<a href="https://www.youtube.com/user/Eksmast">https://www.youtube.com/user/Eksmast</a>	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»
<a href="https://www.mitutoyo.com/">https://www.mitutoyo.com/</a>	Сайт производителя оборудования

#### 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	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"> <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>
«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>

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

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

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Расскажите, что вы узнали о работе воздушного подшипника?? Как работает программа RoundPak	ОПК-4.3.1
2	Оцените, что будет, если предварительно не провести калибровку контурографа?	ОПК-13.В.1
3	Расскажите, какие критерии вы используете для оценки стабильной работы сканирования детали на кругломере?	ОПК-13.3.1
4	Оцените, что будет, если предварительно не учитывать систему вала или систему отверстия при контроле качества изделия и периодически путать эти 2 системы?	ОПК-13.В.1
5	Что вы узнали о работе видеоизмерительной системы? Оцените, какие факторы влияют на точность измерения на ВИМ? Что вы узнали о системах защиты от отказов при калибровке машины?	ОПК-13.3.1
6	Оцените ситуацию, что будет, если предварительно не провести калибровку профилометра. Объясните цель применения настройки трассировки шага λs. Объясните как влияет такой отказ, как некорректная настройка модели щупа при калибровке	ОПК-13.В.1
7	Расскажите, какие критерии вы используете для оценки стабильной работы сканирования детали на контурографе? Какие метрологические отказы негативно влияют на точность измерения контурографа?	ОПК-13.3.1
8	Что вы узнали о работе сканирующей системы на КИМ?? Что вы узнали о метрологических отказах на КИМ?? Как настроить калибровку в программе MCOSMOS?	ОПК-4.3.1
9	Расскажите, что будет, если предварительно не провести калибровку нутромера? Что будет, если возникнет отказ, когда вы без учета трещотки будете продолжать вращать барабан нутромера??	ОПК-13.3.1
10	Опишите, какие критерии вы используете для оценки стабильной работы КИМа? Какие метрологические отказы	ОПК-4.3.1

	существуют при включении пневмосети, подведенной к КИМ??	
11	Что вы узнали о работе 3D сканера?? Оцените, какие факторы влияют на точность измерения?? Какие программы есть для оценки работы прибора?	ОПК-4.3.1
12	Проанализируйте, что будет, если предварительно не подключить рефрижератор на КИМ. Объясните цель применения датчиков температурного расширения	ОПК-4.У.1
13	Почему произошли изменения в стабильной работе сканирования детали на кругломере? Какие факторы негативно влияют на точность измерения на кругломере? Как работает программа Formtrасераk?	ОПК-4.У.1
14	Что вы узнали о работе щупа профилометра??	ОПК-13.3.1
15	Что будет, если предварительно не сделать центрирование/выравнивание на кругломере?	ОПК-13.3.1
16	Оцените критерии для оценки погрешности на ручном измерительном инструменте?	ОПК-13.В.1
17	Опишите, что будет, если не проводить регламентный слив конденсата с компрессора??	ОПК-13.3.1
19	Оцените, что будет, если предварительно не учитывать систему вала или систему отверстия при контроле качества изделия и периодически путать эти 2 системы? Какую создать систему защиты от ошибок, чтобы не путать эти системы между собой??	ОПК-13.В.1
20	Расскажите,какие критерии вы используете для оценки погрешности контурографа? Какие отказы может принести неправильная последовательности сшивки контура??	ОПК-13.3.1
21	Верно ли, что все ручные измерительные приборы имеют U-wave канал??	ОПК-13.В.1
22	Объясните цель применения эталона-кольца для нутромера. Как подключать прибор к программе MeasurLink?	ОПК-4.3.1
23	Расскажите,какие критерии оцениваются в программе MeasurLink?	ОПК-13.В.1

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	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Верно ли, что характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся зазоров или натягов называется: { = посадкой ~ сопряжением ~ основным отклонением }	ОПК-13.3.1
2	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Расскажите, что будет, если не отцентрировать кругломер { = не будет возможности провести измерение с минимальной погрешностью ~ выключится прибор ~ отключится воздух ~ не получится сохранить протокол }	ОПК-13.3.1
3	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Проанализируйте, какая программа используется для кругломера? { = RoundPAk ~ MeasurLink ~ AutoCAD }	ОПК-4.У.1
4	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Найдите значение посадки: «Диаметр отверстия значительно меньше диаметра вала — посадка» { = с натягом ~ с зазором ~ переходная }	ОПК-13.3.1
5	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Найдите вид посадки 10H14/k5: «Диаметр отверстия 10 с учетом квалитетов»: { = с зазором ~ с натягом ~ переходная }	ОПК-4.3.1
6	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Расскажите своими словами «Абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями называется»: { = ответ 1 и 2 верны, так поле допуска - это вариация между отклонениями ~ полем допуска ~ допуском }	ОПК-13.В.1
7	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Согласны ли вы, что взаимосвязь между точностью изготовления и ценой изделия есть она: { = прямопропорциональна: чем выше точность, выше цена ~ обратнопропорциональна: чем выше точность, ниже цена ~ взаимосвязи нет }	ОПК-13.В.1

8	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Объясните, есть ли разница между штангенрейсмасом и штангенциркулем: {</p> <p>=ш.циркуль измеряет длину, ш.рейсмас измеряет высоту, последний строго в вертикальном положении</p> <p>~разницы нет, приборы одинаковы</p> <p>~разница в их стоимости</p> <p>}</p>	ОПК-13.3.1
9	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Верхнее предельное отклонение в системе отверстия обозначается: {</p> <p>=ES</p> <p>~Ew</p> <p>~±ES</p> <p>}</p>	ОПК-13.В.1
10	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Как можно объяснить, что металлический щуп передаёт профилометру на экран сигналы, преобразуемые в профилограмму: {</p> <p>=датчик индуктивности на конце щупа преобразует колебания в электросигнал</p> <p>~нет взаимосвязи</p> <p>~на щупе стоит лазер</p> <p>}</p>	ОПК-13.3.1
11	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Объясните, есть ли разница между системой отверстия и системой вала: {</p> <p>=в системе вала все охватываемые поверхности</p> <p>~в системе отверстия все охватываемые поверхности</p> <p>~открытый размер – есть система вала</p> <p>}</p>	ОПК-13.3.1
12	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Обозначенный размер на рисунке представлен: {</p> <p>=в системе отверстия</p> <p>~в системе вала</p> <p>~открытый размер</p> <p>}</p>	ОПК-13.В.1
13	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Найти значение поля допуска если ES=+0,5, EI=-0,4 : {</p> <p>=0,9</p> <p>~0,1</p> <p>~0,4</p> <p>}</p>	ОПК-13.3.1
14	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Объясните, есть ли разница между мультисенсорной ВИМ и стандартной ВИМ : {</p> <p>=мультисенсорная ВИМ помимо камеры обладает контактным щупом</p> <p>~ мультисенсорная ВИМ помимо камеры обладает воздушными подшипниками</p> <p>~это два идентичных типа ВИМ</p>	ОПК-13.3.1

	~мультисенсорная ВИМ обладает возможностью измерять твердость детали }	
15	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Предложите альтернативу глубиномеру из числа ручного измерительного инструмента: { =Штангенциркуль с глубиномером, при условии удовлетворения точностным требованиям ~Нутромер ~Профилометр ~Микрометр }	ОПК-13.В.1
16	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Назовите систему, в которой представлен размер $\varnothing 100 h6$ : { =в системе вала ~в системе отверстия ~все ответы верны }	ОПК-13.3.1
17	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Объясните цель применения прибора «Surftest»: { =Получение профилограммы ~Получение осциллограммы ~Получение круглограммы }	ОПК-13.3.1
18	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Какие возможные изменения могут произойти в приборостроительной отрасли для профилометров: { =Появится больше импортозамещенных приборов ~Ничего не изменится ~В будущем профилометры будут не востребованы }	ОПК-13.В.1
19	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Почему нутрометр нужно каждый раз калибровать { ~У него много сменных головок, ~Для уменьшения погрешности прибора =Все ответ верны }	ОПК-13.3.1
20	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Назовите, какой калибр обозначен? { =Калибр-скоба ~Калибр - кольцо ~Калибр регулируемый }	ОПК-13.3.1
21	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Объясните цель применения калибра для контурографа { =Необходим для введения поправок ~Нужен формально, чтоб пройти процедуру поверки ~Калибр не нужен }	ОПК-13.В.1
22	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Посмотрите на чертеж. Что значит определение «CZ»? { =Общее поле допуска	ОПК-13.3.1



	~Зависимый допуск ~Правило прилегания «Е» }	
23	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Оцените задачу, на чертеже нужно указать точность проточки в виде линии, как это обозначить?? =Элемент-линия LE ~Смещенное поле допуска ~Зависимый допуск }	ОПК-13.3.1

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, 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:

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

Учебное пособие по освоению лекционного материала имеется в изданном виде  
Гущина Е.А. Ефремов Н.Ю., Елифанцев К.В. Цифровая метрология. (учебно-методическое пособие) Санкт-Петербург: ГУАП, 2022 – 104с.

Материалы для освоения имеются в электронном виде

• Курс лекций и практик в системе LMS  
<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=2029>

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и 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. 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.

*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/regdocs/docs/uch>

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

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/regdocs/docs/uch>

Методические указания по выполнению лабораторных работ имеются в изданном виде

Гущина Е.А. Ефремов Н.Ю., Елифанцев К.В.,

Цифровая метрология. (учебно-методическое пособие) Санкт-Петербург: ГУАП, 2022 – 104с.

Курс лабораторных работ представлен в системе LMS <https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=2029>

#### 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.

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).

1. Подготовка лекционного материала по темам, представленным в таблице 3, и по темам, отмеченных \* в соответствии с литературой, представленной в таблице 9.

2. Подготовка к контрольным работам в соответствии с методическими указаниями

В течение семестра студенты

- защищают лабораторные работы (5 шт);
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

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

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

В течение семестра студенты

- решают задания в формате тестирования;
- защищают лабораторные работы (5 шт)

Для текущего контроля успеваемости необходимо представить не менее 1 протокола о лабораторной работе после 4-х часов проведенных лабораторных работ.

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».

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