

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)

« 22 » июня _____ 2023 __ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая метрология»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.2023

К.В.Епифанцев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«22»июня 2023 г, протокол № 14

Заведующий кафедрой № 6

д.э.н.,проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.2023

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(03)

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.2023

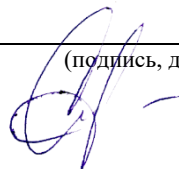
О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст.препод.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.2023

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровая метрология» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-6 «Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам 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. В процессе изучения дисциплины 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 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 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 для контроля шероховатости, профиля, координатных измерений, достоверности результатов измерений для оценки соответствия продукции в процессе производства, осуществлением поверки и калибровки средств измерений ручного и автоматического измерительного инструмента, 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-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.Д.1 проводит электрические и неэлектрические измерения с применением современных цифровых средств измерений ОПК-6.Д.2 вычисляет погрешности измеряемых величин и показаний цифровых и аналоговых измерительных приборов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Алгоритмизация и программирование»,
- «Физика»,
- «Электротехника»,
- «Учебная практика по получению первичных навыков НИР»

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

- «Промышленная электроника»,
- «Электрические машины»,
- «Цифровое проектирование»,
- «Производственная технологическая практика»

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)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
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)	87	87
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 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. Техническое задание по компетенции. Правила судейства. Объективные и субъективные критерии оценки	1		1		15

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	1		1		15
Раздел 3. Измерения современными измерительными приборами и системами Ручной измерительный инструмент. Контурограф. Кругломер. Видеоизмерительная машина.	1		1		15
Раздел 4. Трехкоординатные измерения на координатно-измерительных машинах. Классификация координатно-измерительных машин. Методика проведения измерений и калибровки.	1		1		20
Раздел 5 Дефекты формы. Шереховатость. Работа с профилометрами и индикаторами частоты. Выводы по курсу	2		2		22
Итого в семестре:	6		6		87
Итого	6	0	6	0	87

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-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>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>
Раздел 2. Нормирование точности типовых элементов деталей и узлов	2.	<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>
Раздел 3. Измерения современными измерительными приборами и системами	и	<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 4. Трехкоординатные измерения на координатно-измерительных машинах.	4.	<p>Тема 4.1. Классификация и технические возможности координатно-измерительных машин. Основы работы КИМ, принцип работы воздушных подшипников, механизма поворота щупа и регулировки движения осей XYZ.</p> <p>Тема 4.2. Методика проведения измерений на координатно-измерительных машинах.</p> <p>Анализ и выбор баз. Разработка стратегии измерений. Основные операции при работе с КИМ.</p>

Раздел 5 Дефекты формы. Шереховатость.	Тема 5.1 Вид профилометров. Стандарты по шереховатости. Тема 5.2 Состав приборов для измерения шереховатости, 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.	1	1	3,5
2	Калибровка ВИМ. Контроль качества партии готовой продукции на ВИМ	1	1	3
3	Проведение калибровки и измерение детали на ручном измерительном инструменте. Составление программы измерений в программной среде MeasureLink.	1	1	3
4	Проведение калибровки и измерение детали на кругломере	1	1	3
5	Проведение калибровки и измерение детали на координатно-измерительной машине	2	1	4
Всего		6	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 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	27	27
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	20
Всего:	87	87

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 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)
https://znanium.com/catalog/document?id=348737	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
https://znanium.com/catalog/document?id=367486	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.	
https://znanium.com/catalog/product/1541964	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., Елифанцев 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
https://worldskills.ru/	Сайт АРПН «Профессионалы»
https://www.youtube.com/channel/UCpump661w7nBVrOZaoV0x4g	Канал «Конструктор Стрим»
https://www.youtube.com/user/Eksmast	Канал «Мастерская Виктора Леонтьева»
https://www.vniifri.ru/	Эталоны Всероссийского НИИ физико-технических радиоизмерений
https://docs.cntd.ru/document/1200166732	Электронный фонд нормативной информации «Техэксперт»
https://www.mitutoyo.com/	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"> – 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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– 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	Что вы узнали о работе воздушного подшипника??	ОПК-6.Д.1
2	Что будет, если предварительно не провести калибровку контурографа? Как документально оформить поверку прибора??	ОПК-6.Д.1
3	Какие критерии вы используете для оценки стабильной работы сканирования детали на кругломере?	ОПК-6.Д.1
4	Что будет, если предварительно не учитывать систему вала или систему отверстия при контроле качества изделия и периодически путать эти 2 системы?	ОПК-6.Д.2
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-6.Д.1
6	Что будет, если предварительно не провести калибровку профилометра. Объясните цель применения настройки трассировки шага λ_s . Объясните как влияет такой отказ, как некорректная настройка модели щупа при калибровке	ОПК-6.Д.1
7	Какие критерии вы используете для оценки стабильной работы сканирования детали на контурографе? Какие метрологические отказы негативно влияют на точность измерения контурографа?	ОПК-6.Д.1
8	Что вы узнали о работе сканирующей системы на КИМ?? Что вы узнали о метрологических отказах на КИМ??	ОПК-6.Д.1
9	Что будет, если предварительно не провести калибровку нутромера? Что будет, если возникнет отказ, когда вы без учета трещётки будете продолжать вращать барабан нутромера?? Как документально оформить поверку прибора??	ОПК-6.Д.1
10	Какие критерии вы используете для оценки погрешности КИМа? Какие метрологические отказы существуют при включении пневмосети, подведенной к КИМ??	ОПК-6.Д.2
11	Что вы узнали о работе 3D сканера?? Оцените, какие факторы влияют на точность измерения??	ОПК-6.Д.2
12	Что будет, если предварительно не подключить рефрижератор на КИМ. Объясните цель применения датчиков температурного расширения. Каким стандартом регламентируется работа КИМ??Какие погрешности формирует температура в помещении??	ОПК-6.Д.2
13	Какие критерии вы используете для оценки погрешности на кругломере? Какие факторы негативно влияют на точность	ОПК-6.Д.2

	измерения на кругломере?	
14	Что вы узнали о работе щупа профилометра??	ОПК-6.Д.1
15	Что будет, если предварительно не сделать центрирование/выравнивание на кругломере?	ОПК-6.Д.1
16	Какие критерии вы используете для оценки погрешности на ручном измерительном инструменте?	ОПК-6.Д.2
17	Что будет, если не проводить регламентный слив конденсата с компрессора??Как оформить чек-лист для проверки работы??	ОПК-6.Д.1
19	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?? Как документально оформляются все улучшения на производстве??	ОПК-6.Д.1
20	Какие критерии вы используете для оценки погрешности контурографа? Какие отказы может принести неправильная последовательности сшивки контура??	ОПК-6.Д.2
21	Верно ли, что все ручные измерительные приборы имеют U-wave канал??	ОПК-6.Д.1
22	Объясните цель применения эталона-кольца для нутромера. Какой ГОСТ на калибры?? Как исключить погрешность при измерении??	ОПК-6.Д.2
23	Какие критерии оцениваются в программе MeasurLink? Как рассчитывается погрешность??	ОПК-6.Д.2
24	Какие виды погрешностей вы знаете??	ОПК-6.Д.2
25	Объясните цель применения таблицы ЕСДП для чертежа?	ОПК-6.Д.2

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Верно ли, что характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся зазоров или натягов называется: { = посадкой ~ сопряжением	ОПК-6.Д.1

	~основным отклонением }	
2	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Каким стандартом регламентируется работа кругломера? Что будет, если не отцентрировать кругломер{ =не будет возможности провести измерение с минимальной погрешностью ~выключится прибор ~отключится воздух ~не получится сохранить протокол }	ОПК-6.Д.2
3	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Выделите критерии для оценки записи, обозначенную на чертеже отверстия{ =Ø40+0,025 ~Ø40p7н7 ~40p7(+0,025;-0,34) }	ОПК-6.Д.2
4	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Найдите значение посадки: «Диаметр отверстия значительно меньше диаметра вала — посадка»{ = с натягом ~с зазором ~переходная }	ОПК-6.Д.2
5	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Найдите значение посадки: «Диаметр отверстия значительно больше диаметра вала» — посадка»: { =с зазором ~с натягом ~переходная }	ОПК-6.Д.2
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-6.Д.2
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-6.Д.2
8	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Есть ли разница между штангенрейсмасом и штангенциркулем: { =ш.циркуль измеряет длину, ш.рейсмас измеряет высоту, последний строго в вертикальном положении	ОПК-6.Д.1

	<p>~разницы нет, приборы одинаковы ~разница в их стоимости }</p>	
9	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Верхнее предельное отклонение в системе отверстия обозначается: { =ES ~Ew ~±ES }</p>	ОПК-6.Д.2
10	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Как можно объяснить, что металлический щуп передаёт профилометру на экран сигналы, преобразуемые в профилограмму: { =датчик индуктивности на конце щупа преобразует колебания в электросигнал ~нет взаимосвязи ~на щупе стоит лазер }</p>	ОПК-6.Д.1
11	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Каким стандартом регламентируется работа кругломера? Есть ли разница между системой отверстия и системой вала: { =в системе вала все охватываемые поверхности ~в системе отверстия все охватываемые поверхности ~открытый размер – есть система вала }</p>	ОПК-6.Д.1
12	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Обозначенный размер на рисунке представлен: { =в системе отверстия ~в системе вала ~открытый размер }</p>	ОПК-6.Д.2
13	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Найти значение поля допуска если ES=+0,5, EI=-0,4 : { =0,9 ~0,1 ~0,4 }</p>	ОПК-6.Д.2
14	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Есть ли разница между мультисенсорной ВИМ и стандартной ВИМ : { =мультисенсорная ВИМ помимо камеры обладает контактным щупом ~ мультисенсорная ВИМ помимо камеры обладает воздушными подшипниками ~это два идентичных типа ВИМ ~мультисенсорная ВИМ обладает возможностью измерять твердость детали }</p>	ОПК-6.Д.1
15	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Предложите альтернативу глубиномеру из числа ручного измерительного инструмента: {</p>	ОПК-6.Д.1

	<p>=Штангенциркуль с глубиномером, при условии удовлетворения точностным требованиям</p> <p>~Нутромер</p> <p>~Профилометр</p> <p>~Микрометр</p> <p>}</p>	
16	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Назовите систему, в которой представлен размер $\varnothing 100 h6$: {</p> <p>=в системе вала</p> <p>~в системе отверстия</p> <p>~все ответы верны</p> <p>}</p>	ОПК-6.Д.2
17	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Объясните цель применения прибора «Surftest»: {</p> <p>=Получение профилограммы</p> <p>~Получение осциллограммы</p> <p>~Получение круглограммы</p> <p>}</p>	ОПК-6.Д.1
18	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Какие возможные изменения могут произойти в приборостроительной отрасли для профилометров: {</p> <p>=Появится больше импортозамещенных приборов</p> <p>~Ничего не изменится</p> <p>~В будущем профилометры будут не востребованы</p> <p>}</p>	ОПК-6.Д.1
19	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Почему нутрометр нужно каждый раз калибровать {</p> <p>~У него много сменных головок,</p> <p>~Для уменьшения погрешности прибора</p> <p>=Все ответ верны</p> <p>}</p>	ОПК-6.Д.1
20	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Посмотрите на рисунок, какой калибр обозначен? {</p> <p>=Калибр-скоба</p> <p>~Калибр - кольцо</p> <p>~Калибр регулируемый</p> <p>}</p>	ОПК-6.Д.1
21	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Объясните цель применения калибра для контурографа {</p> <p>=Необходим для введения поправок</p> <p>~Нужен формально, чтоб пройти процедуру поверки</p> <p>~Калибр не нужен</p> <p>}</p>	ОПК-6.Д.1
22	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Посмотрите на чертеж. Что значит определение «CZ»? {</p> <p>=Общее поле допуска</p> <p>~Зависимый допуск</p> <p>~Правило прилегания «E»</p> <p>}</p>	ОПК-6.Д.2
23	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Посмотрите на чертеж. Согласно ГОСТ Р 53442-2015, теоретически точный размер - это TED , а обозначение «LE» - это {</p>	ОПК-6.Д.2

	=Элемент-линия ~Смещенное поле допуска ~Зависимый допуск }	
--	---	--

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	Принцип калибровки кругломера
2	Компенсационные коэффициенты контурографа
3	Порядок калибровки профилометра
4	Основные стандарты, применимые для измерения шероховатости
5	Виды ВИМ
6	Виды КИМ
7	Порядок проведения калибровки КИМ
8	Сравнительный анализ зарубежных и отечественных КИМ
9	Исследование процесса погрешностей кругломера

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:

- 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., Епифанцев 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, листинг кода/скрин экрана.

Выводы по проделанной работе должны содержать основные результаты по работе.

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>

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.

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.

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

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. Также в качестве защиты работ может быть

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