

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

«04» апреля 2023 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.08

Метрология

Учебный план: 2023-2024 27.03.01 ИИТА Станд и серт ОЗО №1-2-156.plx

Кафедра: **41** Инженерного материаловедения и метрологии

Направление подготовки:
(специальность) 27.03.01 Стандартизация и метрология

Профиль подготовки: Стандартизация и сертификация
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очно-заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
6	УП	34	17	20,75	0,25	2	Зачет
	РПД	34	17	20,75	0,25	2	
7	УП	17	34	66	27	4	Экзамен
	РПД	17	34	66	27	4	
Итого	УП	51	51	86,75	27,25	6	
	РПД	51	51	86,75	27,25	6	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 901

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

Примаченко
Макарович

Борис

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерного материаловедения
и метрологии

Цобкалло Екатерина
Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Цобкалло Екатерина
Сергеевна

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области метрологии

1.2 Задачи дисциплины:

- обеспечить выполнения мероприятий по улучшению качества продукции, по совершенствованию метрологического обеспечения, по разработке новых и пересмотру действующих стандартов, правил, норм и других документов по стандартизации, сертификации, метрологическому обеспечению и управлению качеством;
- освоить на практике систем управления качеством;
- подтвердить соответствия продукции, процессов производства, услуг, требованиям технических регламентов, стандартов или условиям договоров;
- оценить уровень брака и анализ причин его возникновения, разработка технико-технологических и организационно-экономических мероприятий по его предупреждению и устранению;
- освоить современных методов контроля, измерений, испытаний и управления качеством, эксплуатации контрольно-измерительных средств; разработка локальных поверочных схем по видам и средствам измерений; проведение поверки, калибровки, ремонта и юстировки средств измерений;
- определить номенклатуры измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов; установление оптимальных норм точности измерений и достоверности контроля; выбор средств измерений, испытаний и контроля;
- разработать планы, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля, инструкций по эксплуатации оборудования и других текстовых документов, входящих в состав конструкторской, технологической и эксплуатационной документации

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Физика
- Математика
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Инженерная физика
- Физические основы измерений и эталоны
- Физические и химические методы исследования
- Математические методы планирования эксперимента
- Взаимозаменяемость и нормирование точности
- Информационные технологии в метрологии
- Автоматизация измерений, испытаний и контроля

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-3: Способен выполнять измерения для определения и подтверждения соответствия действительных значений контролируемых параметров и технических характеристик продукции (технологии оказания услуги) заданным (требуемым) на этапах разработки, производства и испытаний продукции, технологии оказания услуг
Знать: нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации
Уметь: осуществлять выбор средств измерений; определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов
Владеть: навыками оценки контролируемых параметров изделия; навыками проведения процессов измерений
ПК-4: Способен организовать метрологическое обеспечение оценки соответствия продукции в процессе производства
Знать: российские и международные нормативные и методические документы регламентирующие вопросы применения средств измерений и работы по метрологическому обеспечению в организации; конструктивные особенности и принципы работы средств измерений; методики и средства поверки (калибровки) средств измерений; технологические возможности и области применения средств измерений
Уметь: использовать измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений; оформлять результаты измерений в соответствии с современными нормативными методиками.
Владеть: навыками разработки методик измерений; современными методиками определения погрешностей (неопределённостей) результатов измерений

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Основные положения метрологии	6					О

Тема 1. Основные метрологические понятия и термины. Краткая история развития метрологии. Роль измерений и значение метрологии. Составные части метрологии. Законодательная метрология.	4		2,75	ИЛ	
Тема 2. Исходные положения. Физические величины и их единицы. Качественная и количественная характеристика измеряемых величин. Измеряемые величины, понятия размера и размерности. Классификация физических величин и единиц их измерения. Международная СИ. Система воспроизведения единиц физических величин. Практическая работа. Единицы измерения физических величин. Перевод из одной единицы измерения в другую	4	2	3	ИЛ	
Тема 3. Первая аксиома метрологии. Априорная информация. Источники априорной информации	4		3	ИЛ	
Тема 4. Вторая аксиома метрологии. Способы получения измерительной информации. Измерительные шкалы	4		3	ИЛ	
Тема 5. Третья аксиома метрологии. Факторы, влияющие на результат измерения. Результат измерения. Формы представления результата измерения. Математические действия с результатами измерений. Практическая работа. Изучение аксиом, видов и методов измерений	4	2	3	ИЛ	
Раздел 2. Технические измерения физических величин					
Тема 6. Измерение, классификация, виды и методы измерений. Прямые однократные и многократные измерения. Измерение и контроль: понятия и виды. Виды измерительных шкал. Практическая работа. Градуировка средств измерений. Практическая работа. Прямые однократные и многократные измерения физической величины	6	6	3	ИЛ	О

Тема 7. Качество измерений. Основные сведения о погрешностях и неопределённостях измерений. Классификация погрешностей измерений. Систематические погрешности измерений, их обнаружение и исключение. Случайные погрешности измерений, их обнаружение и статистический анализ. Распределение результатов измерений, имеющих случайные погрешности. Методы проверки нормальности распределения результатов измерений. Практическая работа. Обработка результатов косвенных измерений физической величины	8	7	3	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	20,75		

Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
Раздел 3. Метрологические измерения физических величин					
Тема 8. Средства измерений. Классификация, метрологические характеристики, нормирование метрологических характеристик, метрологическая надёжность, режимы работы средств измерений Практическая работа. Принципы действия средств измерений неэлектрических величин Практическая работа. Принципы действия средств измерений электрических и магнитных величин Практическая работа. Изучение метрологических характеристик средств измерений. Выбор измерительных средств по допустимой погрешности измерения	7	4	10	16	ИЛ
Тема 9. Метрологическое обслуживание средств измерений. Испытание, поверка и калибровка средств измерений Практическая работа. Поверка и калибровка плоскопараллельных концевых мер длины Практическая работа. Поверка и калибровка штангенциркулей. Практическая работа. Поверка и калибровка микрометров. Практическая работа. Калибровка средств измерений температуры Практическая работа. Калибровка средств измерений давления Практическая работа. Калибровка средств измерений массы		4	16	18	ИЛ
Тема 10. Передача информации о размерах единиц. Государственные и локальные схемы передачи информации о размерах единиц Практическая работа. Разработка локальной поверочной схемы предприятия.		2	4	12	ИЛ
Раздел 4. Обеспечение единства измерений					

Тема 11. Эталоны единиц физических величин. Классификация эталонов. Государственные первичные эталоны основных единиц системы СИ. Государственные первичные эталоны производных единиц	4		10	ИЛ	
Тема 12. Государственная система обеспечения единства измерений. Техническая основа, методическая основа, нормативно-правовая основа, организационная основа обеспечения единства измерений Практическая работа. Изучение ФЗ РФ "Об обеспечении единства измерений".	3	4	10	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	66		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине	104,75		111,25		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	<p>Сопоставляет фонд нормативной документации организации с информацией из официальных литературных источников об актуальной нормативной документации в области метрологии</p> <p>Составляет классификацию оптимальной номенклатуры измеряемых и контролируемых параметров</p> <p>Проводит работу по измерению параметров продукции</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Перечень практико-ориентированных заданий</p>
ПК-4	<p>Характеризует совокупность метрологических, эксплуатационных и экономических показателей, определяющих выбор средств измерений</p> <p>На основании метрологических свойств средств измерений осуществляет выбор номенклатуры средств измерений основных физических величин</p> <p>На основе анализа методов оценки результатов измерений и принципов нормирования точности измерений корректно формулирует требования к этапам проведения аттестации методик измерений</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Перечень практико-ориентированных заданий</p>

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Обучающийся показывает практическое умение в реализации разработанных проектов и программ; в соблюдении установленных требований, действующих норм, правил и стандартов, в определении номенклатуры измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов; в применении методов системного</p>	
	<p>анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии метрологического обеспечения и организации работы метрологической службы на предприятии; в разработке локальных поверочных схем и проведении поверок, калибровок, юстировок средств измерений; в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля.</p> <p>Обучающийся демонстрирует умения и навыки практической работы в полном объеме</p>	
4 (хорошо)	<p>Обучающийся показывает умения и навыки практической работы в области метрологии в полном объеме, но в ответах допускает непринципиальные ошибки и неточность в вычислениях.</p>	

3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает умения и навыки практической работы в области метрологии в минимально допустимом объёме, но в ответах допускает существенные ошибки и неточность в вычислениях, которые не могут в полной мере реализовать решение	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не показывает умения и навыки практической работы в области метрологии в минимально допустимом объёме, в ответах допускает грубые ошибки и неточности в вычислениях, которые не могут дать правильного решения.	
Зачтено	Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания в области метрологии; способность выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; способность определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов; способность участвовать в разработке инструкций по эксплуатации оборудования. Обучающийся безошибочно даёт оценку качества готовой продукции, свободно владеет современными методами измерений и контроля, показывает навыки творческого применения полученных знаний к решению конкретных задач, связанных с последующей профессиональной деятельностью	
Не зачтено	Обучающийся имеет малые, в основном неправильные, знания в области метрологии, не знает положений основных нормативных документов, совсем не ориентируется в понятиях и определениях, при ответе допускает грубые ошибки, которые не может устранить даже при конкретном обсуждении заданной темы с преподавателем	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений»
2	Основные метрологические понятия и термины
3	Основные задачи метрологии
4	Качество измерений и его критерии
5	Изменяемые физические величины. Области и виды измерений
6	Основные типы шкал измерения. Примеры использования шкал
7	Международная система единиц физических величин (СИ). Основные единицы физических величин
8	Производные единицы международной системы единиц. Внесистемные единицы допустимые к применению наравне с единицами системы СИ
9	Измерение и контроль ФВ
10	Основные аксиомы метрологии
11	Основные виды и методы измерений
12	Определение и примеры систематических и случайных погрешностей измерений. Формулы абсолютной, относительной и приведённой погрешности
13	Составляющие погрешности измерения геометрических размеров деталей

14	Основные методы исключения систематических погрешностей
15	Оценивание случайных погрешностей
16	Основные законы распределения случайных величин
17	Доверительный интервал и ошибка среднего значения результатов измерения
18	Неопределённость измерения
19	Методика обработки многократных прямых равноточных измерений
20	Вид представления результатов многократных прямых измерений
21	Суммирование неисключённых систематических и случайных погрешностей при многократных прямых измерениях
22	Проверка равноточности многократных прямых измерений
23	Форма записи результата однократных измерений. При каких условиях возможны однократные измерения?
24	Методика обработки результатов косвенных измерений
Семестр 7	
25	Метрологическое обеспечение. Его объекты, правовые и организационные основы. Структура и функции метрологических служб юридических лиц
26	Формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений. Государственный метрологический надзор, – объекты, органы, должностные лица, общий порядок проведения
27	Международные метрологические организации
28	Юридическая ответственность за нарушение нормативных требований по метрологии
29	Эталоны единиц ФВ
30	Эталоны единиц системы СИ
31	Эталонная база РФ
32	Поверка средств измерений. Основные способы и методы поверок
33	Калибровка средств измерений
34	Передача информации о размерах единиц
35	Государственные и локальные схемы передачи информации о размерах единиц
36	Методы и средства измерений геометрических размеров изделий
37	Методы и средства измерений напряжений и деформаций деталей механизмов
38	Методы и средства измерений температуры
39	Методы и средства измерений массы изделий
40	Методы и средства измерений основных электрических величин
41	Методы и средства измерений концентрации компонентов газообразных и жидких тел
42	Основные виды средств измерений
43	Метрологические характеристики средств измерений
44	Что определяет класс точности средства измерений?
45	Метрологическая надёжность средства измерений. Характеристики надёжности, формулы для расчёта

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определить номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров хлопчатобумажных тканей в ткацком производстве
2. Перевести одни единицы физических величин в другие:
 $16567 \cdot 10^{-4}$ МГц в кГц
 $0,0485 \cdot 10^{-1}$ мкФ в нФ
 $678,5 \cdot 10^6$ мм в км
3. Перевести единицы физических величин из одной системы в другую:
100 кгс в Н
10 дин/см² в Па
2 эВ в Дж
4. В результате прямых многократных измерений диаметра вала были получены следующие данные: 30,1; 30,1; 30,2; 30,1; 30,2; 30,0; 30,0; 29,9; 29,9; 29,9; 30,0; 30,1; 30,2; 30,2; 30,1; 30,1; 30,0; 30,0; 30,2; 30,2 мм. Выполнить оценивание стандартной неопределённости по типу А
5. В результате прямых измерений силы тока участка электрической цепи были получены следующие данные: 15,1; 15,2; 15,1 А. Погрешность амперметра составляет 0,3 А. Записать результат в форме результата однократных измерений
6. Выполнить многократные измерения воздухопроницаемости ткани и получить результат измерения, используя стандартную методику
7. Определить теоретические законы распределения результатов измерения разрывных характеристик пряжи, используя критерий согласия Пирсона
8. Выполнить измерения плотности мотальных паковок и получить результат в виде результата косвенных измерений
9. Выполнить поверку рабочих средств измерений длины с помощью рабочих эталонов
10. Выполнить калибровку разрывной машины с помощью разрывного комплекса фирмы «Textechno», заявленного в качестве рабочего эталона 3-его разряда

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен проводится по билетам. В билете два теоретических вопроса и одна практическая задача. Время на подготовку 60 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Коротков, В. С., Афонасов, А. И.	Метрология, стандартизация и сертификация	Томск: Томский политехнический университет	2015	http://www.iprbookshop.ru/34681.html
Медведев, Ю. Н.	Основы метрологии	Москва: Российский университет транспорта (МИИТ)	2020	https://www.iprbookshop.ru/115865.html
Примаченко Б. М.	Метрология. Неопределенность и калибровка средств измерений	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202016

6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Соколов В. П.	Метрология. Поверка и калибровка универсальных средств измерений	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019194
Примаченко Б. М.	Метрология. Практические занятия	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017881

Рожков Н. Н.	Статистические методы контроля качества	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2441
Примаченко Б. М.	Метрология	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017869

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Официальный сайт «Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии» (Росстандарт) [Электронный ресурс] / Метрология. - Режим доступа: <http://www.gost.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лаборатория оптимизации текстильных технологий.

Лаборатория механики ориентированных полимеров.

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска