

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЛП

УТВЕРЖДАЮ /М.Н. Волдаев/
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.24 Метрология

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

27.03.01 Стандартизация и метрология

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Стандартизация, сертификация и управление качеством в
производстве, сфере торговли и потребительских услуг

Курс 3
Семестр 5, 6

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	6	часов
Лабораторные работы	10	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	16	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	128	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 27.03.01 Стандартизация и метрология

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук и ученым званием "доцент"	МиМ	СОГЛАСОВАНО	В.М. Бастраков
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра машиностроения и материаловедения

(наименование кафедры)			
07.02.2024	протокол №	7	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	В.И. Федюков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Актуганова Мария Владимировна, Начальник отдела качества, сертификации и
метрологии АО "ОКТБ "Кристалл"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-3 Способен использовать фундаментальные знания в области стандартизации и метрологического обеспечения для совершенствования в профессиональной деятельности	ИД-1 Использует фундаментальные знания в области стандартизации и метрологического обеспечения для совершенствования в профессиональной деятельности	знания: Знает основные положения теоретической метрологии умения: Умеет применять основные положения теоретической метрологии для совершенствования профессиональной деятельности навыки: Владеет навыками применения основных положений теоретической метрологии для совершенствования профессиональной деятельности
	ИД-2 Определяет и оценивает возможные методы решения типовых задач в области стандартизации и метрологического обеспечения	знания: Знает методы решения типовых задач метрологического обеспечения умения: Умеет применять методы решения типовых задач метрологического обеспечения в профессиональной деятельности навыки: Владеет навыками применения методов решения типовых задач метрологического обеспечения в профессиональной деятельности

<p>2. ПК-2</p> <p>Метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний продукции</p>	<p>ИД-1 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения, поверки (калибровки) средств измерений, вопросы определения межповерочных интервалов - Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы выбора методов и средств измерений, работы по метрологическому обеспечению в организации, условия проведения измерений, вопросы хранения и обслуживания эталонов, разработки и аттестации методик испытаний - Технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и принципы применения средств измерений - Методики и средства поверки (калибровки) средств измерений - Методы расчета погрешностей (неопределенностей) результатов измерений 	<p>знания: Знает основные положения закона РФ "Об обеспечении единства измерений" и других нормативных документов в этой области, методов расчета погрешностей результатов измерений</p> <p>умения:</p> <p>навыки:</p>
--	---	---

<p>ИД-2 Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений, методики и средства поверки (калибровки) средств измерений - Рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений, оценивать требуемую точность измерений - Проводить техническое обслуживание, консервацию эталонов, средств поверки и калибровки и подготавливать расчетные материалы для обоснования их приобретения - Осуществлять выбор средств измерений, разрабатывать схемы измерений - Определять порядок проведения аттестации испытательного оборудования и специальных средств измерений, проводить работы и оформлять результаты аттестации испытательного оборудования и специальных средств измерений - Проводить метрологическую экспертизу технической документации - Проводить разработку технической документации, проектов стандартов и нормативных документов 	<p>знания:</p> <p>умения: Умеет применять средства, необходимые для проведения измерений, методики и средства поверки (калибровки) средств измерений. Рассчитывать погрешности результатов измерений. Осуществлять выбор средств измерений, разрабатывать схемы измерений. Определять порядок проведения аттестации испытательного оборудования и специальных средств измерений, проводить работы и оформлять результаты аттестации испытательного оборудования. Проводить метрологическую экспертизу технической</p> <p>навыки:</p>
--	---

	<p>ИД-3 Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разработка нормативных документов на проведение поверки (калибровки) средств измерений - Разработка комплекта документов по прохождению аккредитации подразделения метрологической службы организации в области обеспечения единства измерений - Планирование обеспечения рабочих мест оборудованием, материалами, оргтехниккой, необходимыми для выполнения работ по метрологическому обеспечению - Организация работы по планированию метрологической экспертизы технической документации в подразделении 	<p>знания:</p> <p>умения:</p> <p>навыки: Владеет навыками: разработки нормативных документов на проведение поверки (калибровки) средств измерений; разработки комплекта документов по прохождению аккредитации подразделения метрологической службы; планирования обеспечения рабочих мест всем необходимым для выполнения работ по метрологическому обеспечению; организации планирования метрологической экспертизы технической документации</p>
--	--	---

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Стандартизация (ОПК-3); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Управление качеством (ОПК-3), Организация и технология испытаний (ПК-2), Организация работ по контролю качества и метрологической экспертизе (ПК-2); практиках: Преддипломная практика (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-3), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Теоретическая и законодательная метрология	72	ОПК-3, ПК-2
Лекция. 1. Основные определения в метрологии. Виды и методы измерений. Средства измерений	2	
Лекция. 2. Погрешности измерений, обработка результатов измерений	2	
Лабораторная работа. 1. Измерение и контроль геометрических параметров деталей	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка самостоятельных тем.	62	
Иная контактная работа:	0	

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Прикладная метрология	72	ОПК-3, ПК-2
Лабораторная работа. Лабораторные работы по измерениям электрических величин	4	
Лекция. Обеспечение единства измерений, государственное регулирование	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка самостоятельных тем.	66	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом

лабораторного занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение лабораторных работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Леонов, О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] / Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Карпузов В. В. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 196 с. ISBN 978-5-8114-9404-0.	https://e.lanbook.com/book/195442
2.	Кайнова, В. Н. Метрологическая экспертиза и нормоконтроль технической документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов / Кайнова В. Н., Зимина Е. В., Кутяйкин В. Г., Под р. К.; Кайнова В. Н., Кутяйкин В. Г. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 500 с. ISBN 978-5-507-46207-0.	https://e.lanbook.com/book/302291
3.	Бастраков, Валентин Михайлович. Метрология [Текст] : учебное пособие : [по направлениям подготовки: «Стандартизация и метрология», «Машиностроение», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»] / В. М. Бастраков; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 287 с. ISBN 978-5-8158-1756-2. Экземпляры: всего 42.	42 / https://portal.volgatech.net/books/Bastracov_metrologia_2016.pdf
4.	Бастраков, Валентин Михайлович. Метрология [Текст] : практикум / В. М. Бастраков, Н. А. Забродина; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 79, [1] с. ISBN 978-5-8158-1382-3. Экземпляры: всего 58.	58

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	223 (I)	Индикатор 12.5.0.001 эл. (1), Индикатор 1DN-FGA-K2 силоизмерительный с вст. датчиком на 2 кгс (1), Микрометр 0-25/0.001 зубомерный (1), Микрометр 0- 25/0.001 эл. упрощенный (1), МИКРОСКОП БМИ-1Ц (1), Монитор 19"Samsung 943N(KSB) TFT (1), МФУ i-SENSYS MF4018 Canon (1), Нутромер 2т. 5-30/0,01 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX 78 (1), ПРОФИЛОМЕТР (1), Систем.блок AMD X2 6000/1024Mb*2/250Gb/GF8500GT/F DD/DVD-RW/клав.мышь.ковр. (1), Установка для исследований антифрикционных свойств (1), Штангенциркуль 200/0.01 эл. (1), Экран настенный рулонный 180x180 см Braun RollVision (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении	хорошо

	практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1-й коллоквиум

Основными единицами физических величин в международной системе единиц *SI* являются ...

- 1) Ньютон, градус Цельсия, радиан
- 2) кандела, Кельвин, моль
- 3) Вольт, Ампер, Паскаль
- 4) Ом, час, стерadian

2. Средство измерений **не характеризует** следующий признак:

- 1) это техническое средство
- 2) воспроизводит или хранит единицу величины
- 3) имеет высокий уровень качества
- 4) имеет нормированные метрологические характеристики

3. По условиям проведения измерений погрешности разделяют на...

- 1) абсолютные и относительные
- 2) систематические и случайные
- 3) методические и инструментальные
- 4) основные и дополнительные

4. Амперметр с пределами измерений 0...10 А показывает 8 А. Погрешность от подключения амперметра в цепь равна -0,2 А. Среднее квадратическое отклонение показаний прибора $\sigma_1 = 0,3$ А. Доверительные границы истинного значения измеряемой силы тока в цепи с вероятностью $P=0,9544$ ($t_p = 2$) будут ...

- 1) $I = 8,0 \pm 0,5$ А, $P=0,9544$;
- 2) $I = 8,2 \pm 0,3$ А, $P=0,9544$;

3) $I = 8,2 \pm 0,6$ А, $P = 0,9544$; 4) $I = 7,8 \pm 0,6$ А, $P = 0,9544$

5. При многократном измерении силы F получены значения в Н: 263; 268; 273; 265; 267; 261; 266; 264; 267. Укажите доверительные границы истинного значения силы с вероятностью $P = 0,90$ ($t_p = 1,86$).

1) $F = 266 \pm 6$ Н, $P = 0,90$; 2) $F = 267 \pm 6$ Н, $P = 0,90$;

3) $F = 266 \pm 2$ Н, $P = 0,90$; 4) $F = 267 \pm 2$ Н, $t_p = 1,86$

6. При выборе средства измерения влажности воздуха производственного помещения 65 ± 6 % предел допускаемой погрешности измерения целесообразнее принять равным ...

1) 0,002 кг; 2) 0,01 кг; 3) 0,02 кг; 4) 0,04 кг

2-й коллоквиум

1. Коэффициент полезного действия определяется по шкале измерений ...

1) наименований 2) порядка 3) интервалов
4) отношений 5) абсолютной

2. Для исключения погрешности измерения от люфтов в некоторых средствах измерений (СИ) используют ...

1) введение поправок 2) стабилизацию условий измерений
3) компенсацию по знаку 4) применение исправных СИ
5) соблюдение правил использования СИ

3. Электрическая мощность $P = U \cdot I$ определяется по результатам измерений падения напряжения $U = 240$ В и силы тока $I = 5$ А. СКО погрешностей измерения напряжения $\sigma_U = 1$ В и силы тока $\sigma_I = 0,05$ А. Отклонение истинного значения мощности от измеренного с вероятностью $P = 0,9544$ ($t_p = 2$) будет равно...

1) $\pm 2,2$ Вт 2) ± 13 Вт 3) ± 17 Вт; 4) ± 26 Вт

4. За счет средств федерального бюджета в области обеспечения единства измерений не финансируются расходы на: ...

1) разработку нормативных документов в области ОЕИ, утверждаемых
федеральными органами исполнительной власти
2) выполнение работ по поверке средств измерений
3) создание и ведение Федерального информационного фонда по ОЕИ
4) фундаментальные исследования в области метрологии

5. Для обеспечения достоверности результатов измерения напряжения 150 ± 4 В используется вольтметр с равномерной шкалой, пределами измерения 0 ... 200 В. Класс точности вольтметра может быть не более ...

1) 4 2) 3 3) 2,5 4) 2

6. Целью анализа состояния измерений, контроля и испытаний на предприятии, в организации является ...

1) повышение качества выпускаемой продукции или оказываемой услуги

- 2) установление достоверности методов оценки результатов измерений
- 3) оценка правильности выбора средств измерений
- 4) установление соответствия достигнутого уровня метрологического обеспечения современным требованиям производства
7. При выборе межповерочных интервалов средств измерений не учитывают ...
 - 1) фактическую надежность
 - 2) условия эксплуатации
 - 3) интенсивность использования
 - 4) заданный ресурс
 - 5) значимость результатов измерений, получаемых конкретными СИ
8. Наименьшее угловое или линейное расстояние между серединами двух соседних штрихов меры, которые при увеличении через оптическую систему еще видны отдельно, характеризует ...
 - 1) длину деления
 - 2) действующую диафрагму
 - 3) цену деления
 - 4) выходной зрачок системы
 - 5) разрешающую способность системы

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы	для	подготовки	к	экзамену
----------------	------------	-------------------	----------	-----------------

1. Основные понятия и определения.
2. Виды физических величин и шкалы измерений.
3. Характеристики физических величин. Основное уравнение измерений.
4. Система физических величин. Международная система единиц SI.
5. Образование в системе SI размерностей и единиц измерения для производных величин.
6. Классификация видов измерений. Методы измерений.
7. Погрешности измерений и их классификация.
8. Вероятностное описание случайных погрешностей измерений.
9. Доверительные границы и доверительный интервал результатов измерений.
10. Суммирование систематических и случайных погрешностей измерений.
11. Методы выявления и компенсации систематических погрешностей.
12. Средства измерений и их классификация.
13. Технические и метрологические характеристики средств измерений.
14. Классы точности, формы представления погрешности средств измерений.
15. Подготовка к измерениям и обработка результатов однократных измерений.
16. Обработка результатов косвенных измерений.
17. Обработка результатов многократных равноточных измерений.

18. Идентификация закона нормального распределения при различных объемах выборки.
19. Обработка результатов нескольких серий измерений.
20. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений».
21. Правовые и организационные основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)
22. Научные и технические основы ОЕИ.
23. Поверка, калибровка и сертификация средств измерений.
24. Федеральный государственный метрологический надзор.
25. Анализ состояния измерений, контроля и испытаний на предприятии.
26. Организация метрологической экспертизы технической документации.
27. Разработка методики измерений, выбор методов и средств измерений.
28. Разработка поверочных схем.
29. Эксплуатация и ремонт средств измерений.
30. Основные способы выполнения юстировочных операций оптических средств измерений.
31. Общие оптические характеристики средств измерений.

Экзаменационный билет №0

по дисциплине "Метрология"

1. Суммирование систематических и случайных погрешностей измерений.
2. Система физических величин. Международная система единиц SI.